

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ÁREA DE POSGRADO**  
**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA**



**“DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA INNOVADORA QUE AGILIZA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO ISO 50001 INTEGRADO AL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL ISO 14001 EN OPERACIÓN”**

**TESIS PARA OBTENER EN GRADO DE:**

**DOCTOR EN INGENIERÍA**

**PRESENTA:**

**RAFAEL URIARTE ROMERO**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. EDGAR EDUARDO VALENZUELA MONDACA**

**CO-DIRECTOR DE TESIS: DRA. MARGARITA GIL SAMANIEGO RAMOS**



A mi amada esposa:

Wendy

A mis queridos hijos:

Alejandro y Mariana

A mi amorosa madre:

Trinidad

A mis hermanos:

José

Yolanda

Enedina

Gabriel

Paola

A mi tía:

Monserrat

## **Agradecimientos**

Extiendo un sincero agradecimiento a mi director de tesis, Dr. Edgar Eduardo Valenzuela Mondaca por unirse a este proyecto y por su valiosa aportación para concretar este trabajo de investigación.

Un especial agradecimiento a mi codirector de tesis, Dra. Margarita Gil Samaniego Ramos por su apoyo, dirección y supervisión durante todo el proceso de desarrollo de esta tesis.

Mi agradecimiento al Dr. Héctor Enrique Campbell Ramírez por compartir conmigo su experiencia y sabiduría, por sus consejos y apoyo en las diferentes etapas del presente trabajo.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por brindarme la oportunidad de alcanzar un nuevo nivel de conocimientos y experiencias.

También agradezco al Instituto de Ingeniería, a su personal docente y administrativo que, tanto en el aula de clases, como en los demás procesos, me facilitaron el conocimiento y los recursos para la realización de este trabajo.

Finalmente agradezco a mi esposa e hijos por todos los sacrificios que amorosamente ofrecieron para apoyarme a lo largo de esta aventura que concluye con la entrega de esta tesis.



## **METODOLOGÍA DE INTEGRACIÓN**

UNA APORTACIÓN A LA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA EN MÉXICO

## Tabla de contenido

|                                                                                                                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Agradecimientos .....                                                                                                                                                 | II        |
| Índice de figuras y gráficas.....                                                                                                                                     | VI        |
| Índice de Tablas.....                                                                                                                                                 | VII       |
| Abreviaciones.....                                                                                                                                                    | IX        |
| Resumen.....                                                                                                                                                          | XI        |
| Introducción .....                                                                                                                                                    | XIII      |
| <b>CAPITULO 1: GENERALIDADES .....</b>                                                                                                                                | <b>1</b>  |
| 1.1 Definición del Problema.....                                                                                                                                      | 2         |
| 1.2 Justificación y uso de los resultados .....                                                                                                                       | 7         |
| 1.2.1 Acuerdo de París: El desafío mundial para contener el calentamiento global por debajo de los 2°C con respecto a la era pre-industrial.....                      | 7         |
| 1.2.2 Compromisos de México derivados de la ratificación del Acuerdo de París. ....                                                                                   | 10        |
| 1.2.3 El panorama de la demanda mundial de energía. ....                                                                                                              | 11        |
| 1.2.4 El panorama demanda-producción de energía en México.....                                                                                                        | 15        |
| 1.2.5 Los altos precios de la energía eléctrica en México .....                                                                                                       | 20        |
| 1.2.6 El panorama de la demanda de energía en el municipio de Mexicali, Baja California. ....                                                                         | 22        |
| 1.2.7 Los cambios actuales y futuros en la regulación energética mundial. ....                                                                                        | 26        |
| 1.2.8 Legislación y normatividad del cambio climático y la transición energética en México.....                                                                       | 27        |
| 1.2.9 Aportaciones de la investigación. ....                                                                                                                          | 37        |
| 1.2.10 Uso de los resultados .....                                                                                                                                    | 39        |
| 1.3 Hipótesis.....                                                                                                                                                    | 40        |
| 1.4 Objetivo general.....                                                                                                                                             | 40        |
| 1.5 Objetivos específicos.....                                                                                                                                        | 41        |
| 1.6 Metodología de la investigación .....                                                                                                                             | 41        |
| <b>CAPITULO 2: ESTADO DEL ARTE.....</b>                                                                                                                               | <b>45</b> |
| 2.1 Definiciones.....                                                                                                                                                 | 46        |
| 2.2 Estado del Arte.....                                                                                                                                              | 48        |
| 2.2.1 El Nacimiento de la norma ISO 50001:2011 y el estado del arte.....                                                                                              | 48        |
| 2.2.2 La publicación oficial de la norma no integra una metodología para desarrollar e implementar sus requisitos.....                                                | 49        |
| 2.2.3 Manual de la CONUEE, para la implementación de un SGen ISO 50001, sin una metodología o procedimiento para integrar el SGen con otros sistemas de gestión. .... | 49        |

|                                                                                                                                                   |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.2.4 Un procedimiento para la planificación energética en Cuba.....                                                                              | 51         |
| 2.2.5 Relación de documentación del SGEN, SGA y SGC.....                                                                                          | 57         |
| 2.2.6 Análisis de brechas entre el sistema de gestión implementado y el SGEN, la propuesta chilena.....                                           | 58         |
| 2.3 Conclusiones del estado del arte. ....                                                                                                        | 61         |
| <b>CAPITULO 3: MARCO TEORICO .....</b>                                                                                                            | <b>62</b>  |
| 3.1 La norma ISO 50001:2011, Sistema de Gestión de la Energía. ....                                                                               | 63         |
| 3.2 La norma ISO 14001:2004, Sistema de Gestión Ambiental. ....                                                                                   | 67         |
| 3.3 Ciclo de mejora continua Deming: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. ....                                                                     | 69         |
| 3.4 Formulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones GEI.....                                                             | 70         |
| 3.5 Tarifas eléctricas en Baja California .....                                                                                                   | 71         |
| 3.6 Nueva norma ISO 14001:2015 en la escena .....                                                                                                 | 75         |
| <b>CAPITULO 4: DESARROLLO DEL PROYECTO.....</b>                                                                                                   | <b>79</b>  |
| 4.1 Análisis de compatibilidad de los requisitos de las normas ISO 50001:2011 e ISO 14001:2004 .....                                              | 80         |
| 4.2 Desarrollo de la “Metodología” para implementar el SGEN ISO 50001:2011, integrándolo al SGA ISO 14001:2004.....                               | 84         |
| 4.2.1 Análisis de los requisitos documentales de la norma ISO 14001:2004.....                                                                     | 85         |
| 4.2.2 Comparativo de los requerimientos documentales entre las normas ISO 50001:2011 e ISO 14001:2004. ....                                       | 86         |
| 4.2.3 Análisis de brechas documentales entre ISO 50001 e ISO 14001.....                                                                           | 87         |
| 4.2.4 Creación del “Plan Específico para Cerrar las Brechas” entre el SGA y el SGEN. ....                                                         | 90         |
| 4.2.5 Diseño de la Metodología de Integración para desarrollar un SGEN ISO 50001:2011 integrándolo a un SGA ISO 14001:20004 ya en operación ..... | 92         |
| 4.3 Identificación de la industria mexicalense de alto consumo energético.....                                                                    | 97         |
| 4.4 Proceso de selección y aceptación de la Empresa Caso de Estudio .....                                                                         | 105        |
| 4.4.1 Desarrollo e implementación de la encuesta ISO 50001:2011 al sector industrial clasificado como UPAC en Mexicali. ....                      | 106        |
| 4.4.2 Concretar la Empresa Caso de Estudio. ....                                                                                                  | 116        |
| 4.5 Implementación de la Metodología de Integración en la Empresa Caso de Estudio ....                                                            | 117        |
| 4.5.2 Desarrollo e implementación de los requisitos de la norma mediante la Metodología de Integración .....                                      | 122        |
| <b>CAPITULO 5: REPORTE DE RESULTADOS .....</b>                                                                                                    | <b>128</b> |
| 5.1 Resultados de la aplicación de la metodología.....                                                                                            | 129        |
| 5.1.1 Reducción del tiempo necesario para la implementación de los requisitos del SGEN. ....                                                      | 129        |

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1.2 Reducción del recurso necesario para la documentación al implementar los requisitos del SGEN. ....          | 130 |
| 5.1.3 Reducción del recurso humano necesario para la implementación del SGEN.....                                 | 133 |
| 5.1.4 Implementación exitosa de cada uno de los requisitos del SGEN basados en la norma ISO 50001:2011. ....      | 135 |
| 5.2 Resultados del SGEN en la Empresa Caso de Estudio.....                                                        | 136 |
| 5.3 Análisis de los resultados del SGEN en la Empresa Caso de Estudio .....                                       | 139 |
| 5.3.1 Beneficios económicos para la Empresa Caso de Estudio derivados de su SGEN....                              | 139 |
| 5.3.2 Beneficios económicos potenciales en las empresas UPAC en el municipio de Mexicali B.C. ....                | 141 |
| 5.3.3 Beneficios Ambientales logrados por la Empresa Caso de Estudio a partir de la implementación del SGEN. .... | 142 |
| 5.3.4 Beneficios ambientales potenciales del SGEN en el municipio de Mexicali.....                                | 143 |
| 5.3.5 Otros beneficios alcanzados por la implementación del SGEN en la Empresa Caso de Estudio.....               | 144 |
| 5.4 Conclusiones Finales .....                                                                                    | 144 |
| 5.5 Recomendaciones: .....                                                                                        | 146 |
| Apéndice A: Encuesta ISO 50001:2011 .....                                                                         | 148 |
| Referencias.....                                                                                                  | 149 |

## Índice de figuras y gráficas

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1.1 Mapa mundial de países con políticas y objetivos en eficiencia energética 2015.....                                 | 28  |
| Figura 2.1. Etapas para el diseño e implementación de un SGEN en contexto del ciclo PHVA....                                   | 51  |
| Figura 2.2 Pasos para el diseño e implementación de un SGEN.....                                                               | 52  |
| Figura 2.3 Procedimiento y resultados esperados para la planificación energética .....                                         | 54  |
| Figura 3.1 Modelo del sistema de gestión energética.....                                                                       | 65  |
| Figura 3.2 Modelo del sistema de gestión ambiental.....                                                                        | 68  |
| Figura 3.3 Ciclo de mejora continua PHVA, característico de las normas ISO.....                                                | 70  |
| Figura 4.1 Diagrama general de la Metodología de Integración de un SGEN ISO 50001 desarrollado dentro de un SGA ISO 14001..... | 94  |
| Figura 4.2 División del territorio nacional por regiones para clasificación de usuarios UPAC...                                | 104 |
| Gráfica 1.1 Certificados ISO 50001:2011 emitidos mundialmente al 2015.....                                                     | 5   |
| Gráfica 1.2 Certificados ISO 14001 emitidos mundialmente 1996-2000.....                                                        | 6   |
| Gráfica 1.3 Generación global de energía por fuente 2014-2040.....                                                             | 13  |
| Gráfica 1.4 Producción vs consumo nacional de energía, México 2015.....                                                        | 16  |
| Gráfica 1.5 Índice de independencia energética en México 2015.....                                                             | 16  |
| Gráfica 1.6 Consumo de Gas Natural en México, Balance Nacional 2005-2015.....                                                  | 18  |
| Gráfica 1.7 Estructura de la producción de energía primaria en México 2014.....                                                | 20  |
| Gráfica 1.8 Factura eléctrica de una empresa en Mexicali, 2010 en pesos.....                                                   | 23  |

|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfica 1.9 Satisfacción de la demanda punta 1990 – 2010.....                                                                                | 24  |
| Gráfica 4.1 Representación gráfica de los resultados del análisis de compatibilidad de requisitos.....                                       | 84  |
| Gráfica 4.2 Conocimiento del encuestado sobre la norma ISO 50001:2011.....                                                                   | 113 |
| Gráfica 5.1 Comparativo de tiempo para la implementación de un SGEEn utilizando la Metodología de Integración contra otras alternativas..... | 130 |
| Gráfica 5.2 Resultados del indicador de eficiencia energética en la Empresa Caso de Estudio, 2016.....                                       | 137 |
| Gráfica 5.3 Resultados del indicador de consumo energética en la Empresa Caso de Estudio, 2016.....                                          | 138 |

## Índice de Tablas

|                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla I.1 Principales estrategias mundiales para los problemas energéticos.....                                                                                         | XIV |
| Tabla I.2 Principales impulsores de la implementación de SGEEn en las organizaciones.....                                                                               | XV  |
| Tabla I.3 Principales impulsores de la implementación de SGEEn a nivel país.....                                                                                        | XV  |
| Tabla 1.1 Reserva de petróleo crudo en los principales países productores.....                                                                                          | 19  |
| Tabla 1.2 Precio medio facturado por tarifa en el sistema eléctrico nacional, México 2014.....                                                                          | 21  |
| Tabla 1.3. Principales hitos de la ENCC a 10, 20 y 40 años.....                                                                                                         | 30  |
| Tabla 1.4. Plan inmediato para el desarrollo de los AVs en México.....                                                                                                  | 33  |
| Tabla 1.5 Metas de eficiencia energética de la ETPUTCL.....                                                                                                             | 34  |
| Tabla 2.1. Requisitos del sistema de gestión energética.....                                                                                                            | 49  |
| Tabla 2.2 Formato para el análisis de brechas propuesto por AChEE.....                                                                                                  | 60  |
| Tabla 3.1 Requisitos del sistema de gestión energética.....                                                                                                             | 64  |
| Tabla 3.2. Historia de los sistemas de gestión energética en el mundo.....                                                                                              | 66  |
| Tabla 3.3 Requisitos del SGA ISO 14001:2004 (clausulas incluidas en la sección “4”).....                                                                                | 69  |
| Tabla 3.4 Tarifas horarias aplicadas en Mexicali 2016-17.....                                                                                                           | 73  |
| Tabla 3.5 Valor de los factores de reducción FRI y FRB para Baja California 2016-17.....                                                                                | 73  |
| Tabla 4.1 Formato propuesto para realizar el análisis de compatibilidad de requisitos.....                                                                              | 81  |
| Tabla 4.2 Desarrollo del análisis de compatibilidad de requisitos entre las normas ISO 50001 e ISO 14001.....                                                           | 82  |
| Tabla 4.3 Resultados del análisis de compatibilidad de requisitos.....                                                                                                  | 83  |
| Tabla 4.4 Plan de seis pasos para desarrollar la Metodología de Integración, que permitirá implementar un SGEEn ISO 50001 dentro del SGA ISO 14001 ya en operación..... | 85  |
| Tabla 4.5. Requisitos de documentación de la norma ISO 14001:2004.....                                                                                                  | 86  |
| Tabla 4.6 Requisitos de documentación del SGEEn ISO 50001:2011 vs SGA ISO 14001:2004.....                                                                               | 87  |
| Tabla 4.7 Análisis de brechas documentales entre las normas ISO 50001 – ISO 14001.....                                                                                  | 89  |
| Tabla 4.8 Plan específico para cerrar las brechas entre el SGA y el SGEEn.....                                                                                          | 91  |
| Tabla 4.9 Clasificación de los requisitos de la norma ISO 14001:2004 en el ciclo PHVA.....                                                                              | 92  |
| Tabla 4.10 Clasificación de los requisitos de la norma ISO 50001:2011 en el ciclo PHVA.....                                                                             | 93  |
| Tabla 4.11 Formato de compatibilidad documental propuesto para la etapa inicial de la Metodología de Integración.....                                                   | 96  |

|                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 4.12 Programa de integración paso a paso propuesto por la Metodología de Integración.....                                                           | 98  |
| Tabla 4.13 Diagrama específico de la Metodología de Integración de un SGen ISO 50001 desarrollado dentro de un SGA ISO 14001 en operación.....            | 100 |
| Tabla 4.14 Giros productivos de la industria mexicalense 2015.....                                                                                        | 102 |
| Tabla 4.15 Lista de empresas de la industria mexicalense conectadas a la red de alta tensión de CFE en el año 2015.....                                   | 107 |
| Tabla 4.16 Formación del equipo de gestión energética en la Empresa Caso de Estudio.....                                                                  | 118 |
| Tabla 4.17 Cronograma actividades a seguir por la Metodología de Integración para desarrollar un SGen ISO 50001:2011 dentro de un SGA ISO 14001:2004..... | 119 |
| Tabla 4.18 Análisis de Brechas Documentales entre el sistema anfitrión (SGA) y el sistema huésped (SGEn).....                                             | 121 |
| Tabla 4.19 Notas de Seguimiento de la aplicación de la Metodología de Integración.....                                                                    | 125 |
| Tabla 5.1 Resultados de la cantidad de documentos del SGA modificados al aplicar la Metodología de Integración.....                                       | 131 |
| Tabla 5.2 Porcentaje de incremento en la documentación del SGA aplicar la Metodología de Integración.....                                                 | 131 |
| Tabla 5.3 Resultado de la medición del porcentaje de cambios en la documentación total, al implementar la Metodología de Integración.....                 | 132 |
| Tabla 5.4 Inversión Inicial para la implementación y certificación del SGen en la Empresa Caso de Estudio.....                                            | 140 |
| Tabla 5.5 Consumos anuales de energía eléctrica por empresa UPAC en Mexicali.....                                                                         | 142 |

## Abreviaciones

**ACEn.** Alto Consumo Energético

**AVs.** Acuerdos Voluntarios

**BNE.** Balance Nacional de Energía

**CELS.** Certificados de Energía Limpia

**CFE.** Comisión Federal de Electricidad

**CMNUCC.** Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

**CONACyT.** Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

**CONUEE.** Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía

**COP21.** XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático

**CRE.** Comisión Reguladora de Energía

**DBCA.** Diseño de Bloques Completamente Aleatorio

**DCA.** Diseño Completamente Aleatorio

**DDE.** Diseño de Experimentos

**DLANACELMA.** Declaración de Líderes de América del Norte sobre la Alianza del Clima, Energía Limpia y Medio Ambiente

**DOF.** Diario Oficial de la Federación

**IIE.** Instituto de Investigaciones Eléctricas

**ECE.** Empresa Caso de Estudio

**EE.** Eficiencia Energética

**EGEn.** Equipo de Gestión Energética

**ENCC.** Estrategia Nacional de Cambio Climático Versión 10 – 20 – 40.

**EU.** Estado Unidos de Norteamérica

**ETPUTCL.** Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios

**GEI.** Gases de Efecto Invernadero

**IEA.** Agencia **Internacional** de Energía (International Energy Agency)

**IIdE.** Índice de Independencia Energética

**INDC.** Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (Intended Nationally Determined Contributions)

**INEEL.** Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias

**IPCC.** Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)

**ISO.** Organización Internacional de Estandarización (International Standards Organization)

**LGCC.** Ley General de Cambio Climático

**LAERFTE.** Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

**LASE.** Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (en México).

**LIE.** Ley de la Industria Eléctrica

**LTE.** Ley de Transición Energética

**RLTE.** Reglamento de la Ley de Transición Energética

**ONU.** Organización de las Naciones Unidas

**PETE.** Programa Especial de la Transición Energética

**PHVA.** Planear, Hacer, Verificar y Actuar (fases del ciclo de mejora continua)

**PNCCMR.** Política Nacional de Cambio Climático y Marco Regulatorio.

**PRONASE.** Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

**RD.** Representante de la Dirección

**RLASE.** Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (en México).

**SEMARNAT.** Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**SGA.** Sistema de Gestión Ambiental

**SGEC.** Sistema de Gestión de Calidad

**SGen.** Sistema de Gestión Energética

**UE.** Unión Europea

**UNIDO.** Organización de las naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (United Nations Industrial Development Organization)

**UPAC.** Usuario con Padrón de Alto Consumo

**WEO.** World Energy Outlook

## **Resumen**

Los recursos energéticos son cada vez más demandados mundialmente y con una prospección de crecimiento tan grande, que pone en riesgo la capacidad de abasto del sector energético mundial, esto ha propiciado el aumento de la generación de GEI, con graves implicaciones ambientales (efectos del incremento en la temperatura global de 0.85°C con relación a la era preindustrial). Los altos costos de los energéticos están afectando la competitividad de las organizaciones de los sectores Industrial y Comercial. Como respuesta a la urgente necesidad de resolver estos problemas, en el año 2011 la organización ISO, emitió la norma ISO 50001, que establece los requisitos para implementar, mantener y mejorar un SGen, el cual busca mejorar la Eficiencia Energética, el ahorro de energía, evitar emisiones de GEI y reducir los costos que la industria y comercial pagan por sus consumos energéticos. Las evaluaciones en estos primeros años, han demostrado que las organizaciones que han implementado la norma han tenido una mejora de su consumo total de energía entre el 5% y el 30%. Al finalizar el 2016, se habían emitido 20,216 certificados en esta norma, solo 18 de ellos pertenecen a organizaciones localizadas en México. Los requisitos del SGen ISO 50001 presenta una fuerte compatibilidad con los requisitos del SGA ISO 14001:2004 y siendo esta la segunda norma con mayor número de certificados en el mundo, con alrededor de 322,981 certificados emitidos al año 2016, donde 1,491 de estos en México. Por esto se desarrolló una “Metodología de Integración” de fácil aplicación que permite adecuar y complementar un SGA ISO 14001 ya en operación para cumplir con los requisitos del SGen ISO 50001, reduciendo con ello los recursos necesarios para la documentación y estructuración del nuevo sistema, agilizando el proceso de implementación de la nueva norma. Esta metodología fue implementada en una empresa mexicalense de alto consumo energético que como resultado se convirtió en la primera empresa en este municipio en lograr la certificación en la norma ISO 50001:2011, comprobando además el logro de los otros beneficios mencionados.

## Summary

Energy resources are increasingly demanded worldwide and with such a large growth prospection, which puts at risk the supply capacity of the global energy sector, this caused the increased generation of GHG, with serious environmental implications (effects of the increase in the global temperature of 0.85°C in relation to the pre-industrial era). The high costs of energy are affecting the competitiveness of organizations in the Industrial and Commercial sectors. In response to the urgent need to solve these problems, in 2011 the ISO organization issued the ISO 50001 standard, which establishes the requirements to implement, maintain and improve a EnMS, which seeks to improve Energy Efficiency, energy savings, avoid GHG emissions and reduce the costs that the industry and commercial pay for their energy. The evaluations in these first years have shown that the organizations that have implemented the standard have had an improvement of their total energy consumption between 5% and 30%. By the end of 2016, 20,216 certificates had been issued in this standard, only 18 of them belong to organizations in Mexico. The requirements of the EnMS ISO 50001 present a strong compatibility with the requirements of the EMS ISO 14001:2004, being this, the second standard with the highest number of certificates in the world, with around 322,981 certificates issued in 2016, only 1,491 of them in Mexico. For this reason, an easy-to-use “Integration Methodology” was developed to adapt and complement an ISO 14001 EMS already in operation to comply with the requirements of the EnMS ISO 50001, thus reducing the resources required for the documentation and the structuration of the new system, streamlining the process of implementing the new standard. This methodology was implemented in a Mexicali’s company with high energy consumption that as a result it became the first company to achieved certification in ISO 50001: 2011 in the municipality, also verifying the achievement of the other mentioned benefits.

## Introducción

El inicio de este siglo se ha caracterizado por los grandes problemas energéticos causado principalmente por la industrialización y el desarrollo de las naciones. La gama de factores involucrados en dicha problemática es muy amplia y abarca la dinámica social, política y económica de los países y sus inter-relaciones. Como sustento de esta investigación, se resaltan seis de problemas energéticos, que por su alcance y consecuencias resultan ser los principales:

- Los altos precios de los combustibles
- La pérdida de la seguridad energética (la seguridad energética se define como disponibilidad de una oferta adecuada de energía a precios asumibles) [1]
- La alta dependencia a los combustibles fósiles y su posibilidad de agotamiento en este siglo (los principales escenarios marcan que habría reservas de petróleo convencionales por lo menos hasta el año 2040, y añadiendo las reservas no convencionales el plazo se extiende hasta el año 2060 y al menos hasta el año 2070 para el gas). [2]
- La elevada demanda mundial de energéticos y su prospección en aumento constante.
- El calentamiento global y sus consecuencias actuales para los ecosistemas mundiales, sumados a los pronósticos catastróficos para finales de siglo (un incremento promedio de 0.85°C a partir de la era post-industrial). [3]
- Los problemas mundiales de salud relacionados con la contaminación ambiental.

La magnitud de estos problemas y sus consecuencias son tan relevantes que se han convertido en temas prioritarios en las estrategias nacionales de casi todos los países alrededor del mundo y forman parte de la agenda en los foros mundiales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y sus diferentes organizaciones, entre muchas otras. Es precisamente dentro de estos foros donde se han analizado las principales acciones que, al ser desarrolladas, podrían aportar significativamente a resolver los problemas energéticos actuales, estructuradas en dos bloques:

1. Acciones para disminuir la demanda energética y/o su incremento;
  2. Acciones para disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).
- En la *tabla I.1* se enlistan las estrategias generales más comunes a nivel mundial para el combate de los problemas energéticos.

Tabla I.1 Principales estrategias mundiales para los problemas energéticos

(Fuente: Tabla propia del autor)

| Problema Energético                                                                                                                             | Bloque                    | Estrategias                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Altos costos de los energéticos.<br>Perdida de seguridad energética.<br>Agotamiento de combustibles fósiles.<br>Elevada demanda de energéticos. | Disminución de la demanda | Eficiencia energética.<br>Transición energética.<br>Desarrollo tecnológico.<br>Legislación energética. |
| Calentamiento global.<br>Contaminación ambiental.                                                                                               | Reducir emisiones de GEI  |                                                                                                        |

Con la finalidad de que estas estrategias puedan aportar significativa y oportunamente a la solución de los problemas energéticos, se deben de implementar de manera urgente y masiva en cada país y en cada sector donde apliquen, dando prioridad a su aplicación en los sectores de mayor consumo energético como el Sector Transporte y el Sector Industrial, sin dejar fuera los sectores de menor impacto.

El sector industrial que en muchos países es el principal consumidor de energía, es a nivel mundial el segundo sector con mayor consumo energético, por ello; este sector es prioritario en el despliegue de acciones y estrategias para solucionar los problemas energéticos, considerando factores como la *Intensidad Energética* que en la industria tiene aún mucha oportunidad de mejora. La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO por sus siglas en inglés, United Nations Industrial Development Organization) detectó esta necesidad de la industria por contar con una norma o estándar internacional que la guiara en el camino a conseguir esa reducción de su intensidad energética a través de la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn), que integrara la gestión de energía y la mejora continua de su desempeño energético a los planes estratégicos de la organización.

En junio del 2011 la Organización Internacional de Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés, International Standard Organization) emitió la norma ISO 50001:2011, que es un estándar internacional donde se especifican los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un SGEn, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía. Las organizaciones, para lograr la gestión de la energía, deben desarrollar e implementar una política energética y establecer objetivos, metas, y planes de acción que

tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con el uso significativo de la energía, dicho sistema, permite a la organización alcanzar los compromisos derivados de su política, tomar acciones según sea necesario, para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta norma internacional. [4]

Esta Norma Internacional es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño, independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales. Su implementación exitosa depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y, especialmente, de la alta dirección.

Los principales impulsores que han promovido la implementación de los SGEN en las diferentes organizaciones se muestran en la *tabla I.2*; todos los detonadores son beneficios logrados al implementar los requisitos de la norma.

Tabla I.2 Principales impulsores de la implementación de SGEN en las organizaciones  
(Fuente: *Tabla propia del autor*)

| Impulsor               | Detonador                                                   |
|------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                        | Cumplir la legislación y normalización energética aplicable |
|                        | Cumplir políticas energéticas corporativas                  |
| Competitividad         | Reducir costos de producción.                               |
|                        | Mejora la competitividad.                                   |
| Responsabilidad social | Reducir emisiones de GEI                                    |
|                        | Reducir la Contaminación del ambiente                       |
| Imagen pública         | Imagen pública de respeto por el medio ambiente             |

Tabla I.3 Principales impulsores de la implementación de SGEN a nivel país  
(Fuente: *Tabla propia del autor*)

| Impulsor                              | Detonador                                            |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Seguridad energética                  | Reducir importación de energía                       |
|                                       | Reducir demanda interna para maximizar exportaciones |
|                                       | Incrementar la Disponibilidad energética             |
|                                       | Controlar el crecimiento de la demanda               |
| Desarrollo económico y competitividad | Reducir intensidad energética                        |
|                                       | Mejora la competitividad                             |
|                                       | Reducir costos de producción                         |
|                                       | Mejorar accesibilidad energética                     |
| Cambio climático                      | Contribuir con la mitigación global y adaptación     |
|                                       | Cumplir con los compromisos internacionales          |
| Salud pública                         | Reducir la contaminación                             |

Desde la creación de la norma y la intención del equipo de expertos que realizaron el trabajo de desarrollo de la misma, la implementación de esta Norma Internacional está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de GEI y de otros impactos ambientales relacionados, así como de los costos energéticos, logrados a través del incremento en la eficiencia energética y el ahorro energético.

Desde el lanzamiento de la norma ISO 50001:2011, la organización ISO anunció que esta es compatible con otros sistemas de gestión, tales como ISO 9001, ISO 14001, e ISO 22000, sin embargo, por el tipo de requerimientos y su orientación al conservar el medio ambiente, mantiene una mayor similitud a la norma ISO 14001.

Al revisar el avance de certificaciones de la norma ISO 14001 en México y el mundo, encontramos que ésta es la segunda norma con más certificados emitidos, superada solamente por la norma de calidad ISO 9001. Para el año 2016 la cantidad de certificados ISO 14001 estaba alcanzando los 322,981 cuando la norma ISO 50001 apenas estaba llegando a los 20,216 certificados a nivel mundial.

Es aquí donde nace la inquietud de aprovechar la mencionada compatibilidad de los requisitos entre las normas energética y ambiental al diseñar una Metodología de Integración, que permita desarrollar e implementar los requisitos del SGEI ISO 50001:2011 dentro de un SGA ya en operación.

# **CAPITULO 1: GENERALIDADES**

## 1.1 Definición del Problema

El cambio climático y sus consecuencias son una realidad que podemos percibir de muchas maneras, no solo por la gran difusión mediática en la que esta problemática está inmersa, sino también, porque ya en muchas regiones del mundo, dichas consecuencias son realidades palpables cotidianamente; tales como los cambios en los patrones de precipitaciones y fenómenos meteorológicos, el derretimiento del hielo y nieve de los polos, el incremento en los niveles máximos del mar, la disminución de las temperaturas frías extremas y el aumento de las temperaturas cálidas extremas. [3]

Las consecuencias actuales del cambio climático y más aún sus efectos prospectados para las próximas décadas son tan severos que se han convertido en un tema de preocupación mundial, de consecuencias tan graves, que ha sido tomado como tema prioritario en foros mundiales tales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), donde, desde hace más de dos décadas, el cambio climático y sus consecuencias tiene un espacio específico en el que representantes de la mayoría de los países del mundo se reúnen en la llamada Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) de dicha organización, con la finalidad de planear la respuesta mundial a esta amenaza. Es en este foro de la convención, donde dirigentes de la mayoría de los países del mundo consensan las acciones a emprender, para hacer frente al cambio climático y sus consecuencias de manera integrada.

El Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés, Intergovernmental Panel on Climate Change), quienes son la máxima autoridad sobre el tema, han anunciado en su publicación “*Cambio Climático 2014, Informe de Síntesis*”, que las emisiones antropógenas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) siguen siendo la causa dominante sumamente probable del calentamiento global observado a partir de la segunda mitad del siglo XX [3] , estas emisiones son causadas principalmente por la quema de combustibles fósiles (Carbón y Petróleo). Es por esto, que las principales acciones mundialmente aceptadas para mitigar el calentamiento global y sus consecuencias están enfocadas principalmente en el control de las emisiones de dichos GEI por medio de la reducción del consumo mundial de aquellos combustibles altamente generadores.

Son numerosas las acciones que potencialmente pueden reducir el consumo de combustibles fósiles en aras de mitigar las emisiones de GEI, sin embargo, a nivel

mundial, sobresalen tres Macro-iniciativas, que por lo que estas representan podemos llamarlas los dos desafíos principales del tema del calentamiento global:

1. Transición Energética. Cambiar el uso de energías provenientes de combustibles fósiles por la alternativa de energías renovables y/o limpias (de baja emisión de GEI).
2. Eficiencia Energética. Incrementar la eficiencia de uso y consumo de la energía.
3. Legislación Energética. Realizar cambios en la legislación para asegurar leyes y normativas con mayor gestión del cuidado ambiental.

La transición energética es insuficiente. Considerando la alta demanda energética mundial actual y el incremento de esta misma prospectada para el futuro cercano (un incremento esperado del 33.3% del 2015 al 2040) [5], presentan una realidad que no permite construir un escenario factible donde la transición energética a energías renovables o limpias pudieran por si mismas detener el incremento de la generación de GEI como lo pretenden los compromisos planteados en la 21 Conferencia Internacional sobre Cambio Climático o Conferencia de las Partes (COP21) que se celebró en París, y que es el seguimiento de las NU a los acuerdos del Protocolo de Kyoto (CMP11). Debido a que el incremento en la demanda es superior a la mejora que la transición energética pudiera representar en la disminución de emisiones de GEI. Tan solo el sector industrial global (incluye residuos/aguas residuales) que aporta un poco más del 40% de los GEI emitidos a la atmósfera ha duplicado sus emisiones desde 1970 al 2010; incrementando un 25.7% sus emisiones del 1990 al 2005 y un 18.4% del 2005 al 2010 [6].

Necesidad de la Eficiencia Energética. La eficiencia energética presenta una oportunidad grande para los esfuerzos por resolver los problemas energéticos mundiales. Si consideramos que ninguna de las tres macro-iniciativas puede resolver por si sola los problemas energéticos, resulta imprescindible tomar con fuerza el camino de la eficiencia energética conciliando las mejores alternativas que permitan tener un verdadero beneficio. En términos de Eficiencia Energética sobresalen las siguientes acciones:

1. Nuevas tecnologías más eficientes energéticamente (Equipos y aparatos).
2. Cambio de diseño de los productos.
3. Reutilización y reciclaje.
4. Implementación de Sistemas de Gestión Energética.

Para que la Transición Energética y la Eficiencia Energética como macro-iniciativas pudieran tener un impacto real en la reducción del consumo de combustibles fósiles (o bien la disminución del aumento del consumo) y en consecuencia en la disminución de emisiones de GEI, estas se deben desplegar en forma masiva, haciéndose efectivos de manera global en todos los países del mundo y en los diferentes sectores involucrados (en especial los aquellos considerados de alto consumo energético). Esto lo expresa claramente la Asociación Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés, International Energy Association) al referirse a la necesidad de incrementar la eficiencia energética; *“si se desea mitigar el incremento de temperatura global, se necesitan lanzar programas ambiciosos de eficiencia energética en todo sector y en cada país del mundo”*. [7]

Al hablar de eficiencia energética, debemos de considerar un enfoque prioritario hacia los grandes consumidores energéticos, tal como lo es el sector industrial, el cual, es de los principales consumidores de energía en el mundo, compartiendo liderazgo con el sector transporte. Desde esta realidad, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO, por sus siglas en inglés, United Nations Industrial Development Organization) reconoció la necesidad de tener un estándar internacional dirigido a la mejora de la eficiencia energética, como respuesta eficaz al cambio climático. Esta iniciativa empujó a UNIDO a pedir a la ISO, que se encargara de la elaboración de un estándar que cumpliera con esta encomienda. [8]

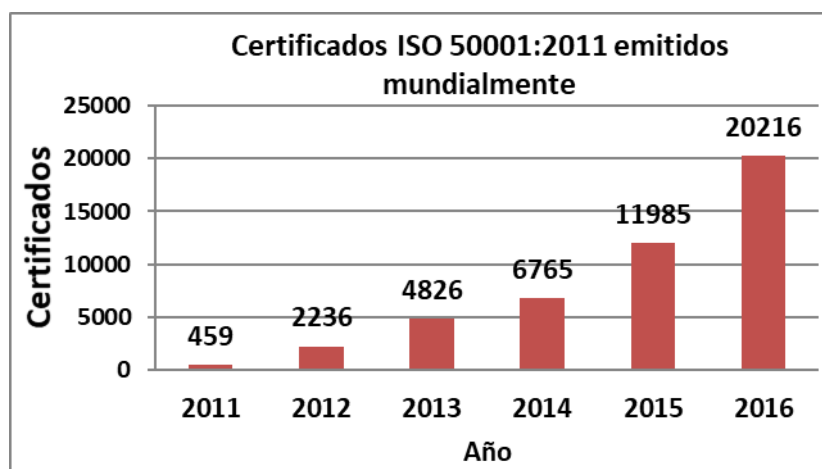
En respuesta a la petición de la UNIDO, en junio de 2011 la organización ISO emitió la norma internacional ISO 50001:2011, donde se establecen los requisitos para poner en marcha un Sistema de Gestión Energética (SGEn), en el cual, se busca sistemáticamente la mejora de la eficiencia energética a través de la toma de decisiones sobre el aprovechamiento en el uso y consumo de energía. Según cálculos la misma institución, la aplicación de la norma podría influir hasta en un 60% del consumo mundial de energía [8]; lo cual son noticias alentadoras y de gran relevancia en la búsqueda de soluciones que sean eficaces y efectivas para reducir la generación de GEI y/o disminuir su incremento.

A casi 7 años de su lanzamiento, la demanda mundial de certificaciones en la norma ISO 50001 sigue en aumento, sin embargo; dicho crecimiento no ha estado a la altura de la

magnitud de los problemas energéticos que enfrenta y su relación con el cambio climático.

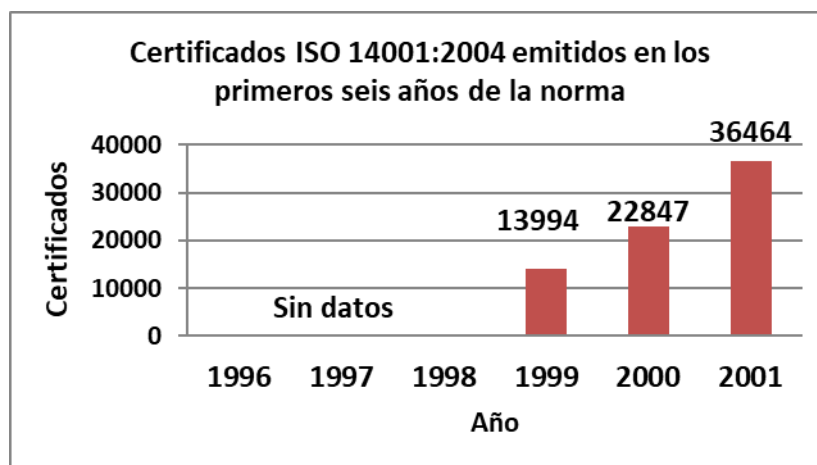
Los países organizados en la CMNUCC han consensado y se han comprometido mediante el Acuerdo de París [9] a implementar las acciones necesarias que lleven a lograr que las emisiones mundiales de GEI alcancen su punto máximo lo antes posible, con la intención de limitar el incremento de temperatura global a 2.0°C. Si el incremento en la eficiencia energética de los principales consumidores es una de las iniciativas claves para lograr dichos propósitos, debería, por lo tanto, detonar en una demanda de certificaciones en la norma ISO 50001 sin precedentes en otras normas existentes.

Si comparamos el crecimiento de certificaciones en la norma ISO 50001 con el crecimiento de la norma ISO 14001 (requisitos para la implementación de Sistema de Gestión Ambiental (SGA)) en sus primeros cinco años de vida respectivos, podemos observar que la ISO 14001 casi duplica la cantidad de certificados que tiene la norma ISO 50001, tal como se puede observar en las *gráficas 1.1 y 1.2*.



Gráfica 1.1 Certificados ISO 50001:2011 emitidos mundialmente al 2016  
(ISO 50001, ISO Survey 2016) [10]

Los requisitos de la norma ISO 50001:2011 presentan una gran correspondencia y compatibilidad con los requisitos de otras normas, en especial con los requisitos del SGA ISO 14001 y del SGC ISO 9001, por lo que al desarrollar e implementar un SGE<sub>n</sub> ISO 50001 dentro de cualquier organización que cuente con alguna de estas dos normas mencionadas debería de representar ventajas considerables, con respecto a aquellas organizaciones que no cuentan con estas normas.



Gráfica 1.2 Certificados ISO 14001 emitidos mundialmente 1996-2000  
(ISO 14001, ISO Survey 2016) [11]

En las organizaciones existe una tendencia a integrar los diferentes sistemas de gestión, para administrarlas en forma conjunta, en algunos casos formando un macro sistema de gestión y en otros, organizando cada sistema por separado, pero usando una misma plataforma. La propia organización ISO ha reconocido esta tendencia hacia la integración de las nuevas normas con las normas ya existentes, en especial con la ISO 9001 y la ISO 14001 (que son las más populares), dicha integración de los sistemas de gestión, supone menos enfoque en los procedimientos y un mayor impulso hacia herramientas, términos y procesos comunes en las organizaciones [12], esta tendencia es tan real que será considerada para la segunda versión de la norma ISO 50001.

Los requisitos de la norma ISO 50001 presentan una especial compatibilidad con los requisitos de la norma ISO 14001, además; el hecho de compartir una orientación medioambientalista y un lenguaje común, facilitan el proceso de integración de los dos sistemas, sin embargo; hasta el día de hoy no se ha encontrado la existencia de una metodología o procedimiento para integrar un SGen al SGA.

En base a lo anteriormente descrito en el sentido de la importancia de la norma ISO 50001 y su aportación al sector energético y al problema del calentamiento global, podemos considerar que la existencia de una metodología apropiada para desarrollar e implementar un SGen ISO 50001 dentro de un SGA ISO 14001 ya en operación, representaría una opción competitiva y ventajosa para aquellas organizaciones que ya cuentan con un SGA en operación. La aplicación de dicha metodología anclada en los requisitos compartidos entre ambas normas, aportaría beneficios cuantificables en la cantidad de recursos y el tiempo requeridos para el desarrollo e implementación del nuevo SGen. Estos beneficios podrían impulsar el número de organizaciones interesadas en la certificación.

## **1.2 Justificación y uso de los resultados**

La creación de una Metodología de Integración para desarrollar e implementar un SGen ISO 50001 dentro de un SGA ISO 14001 ya en operación, está justificada por la urgente necesidad de encontrar nuevas propuestas que aporten significativamente para resolver los problemas energéticos mundiales. La manera en que la Metodología de Integración propuesta aporta significativamente para resolver dichos problemas, se basa en que esta facilita el proceso de desarrollo e implementación del nuevo SGen en aquellas organizaciones que ya cuentan con un SGA en operación, minimizando los recursos necesarios para alcanzar el cumplimiento de los requisitos establecidos por el nuevo sistema. La operación de este nuevo SGen asegura la mejora permanente de la eficiencia energética de las organizaciones y a consecuencia de ello, estas pudieran tener ahorros de sus consumos energéticos desde un 5% hasta un 30% [12], disminuyendo así las emisiones de GEI o bien reduciendo el incremento de dichas emisiones.

Sin embargo; para que esta aportación de mejora en la eficiencia energética pueda ser verdaderamente significativa debe sumarse al ahorro energético de un número masivo de organizaciones, sobre todo, aquellas cuyo consumo de energía sea elevado.

Esta metodología para desarrollar e implementar un SGen ISO 50001 dentro de un SGA ISO 14001 ya en operación (Metodología de Integración) se propone como una herramienta que impulsa la adopción del nuevo sistema, al facilitar el proceso de desarrollo e implementación de los requisitos de la norma. La necesidad de que el sector industrial (y otros sectores) adopte la norma ISO 50001:2011 está justificada por los siguientes condicionamientos enumerados en esta sección a continuación descritos:

### **1.2.1 Acuerdo de París: El desafío mundial para contener el calentamiento global por debajo de los 2°C con respecto a la era pre-industrial.**

Según el quinto informe del IPCC, las temperaturas de las superficies terrestres y oceánicas muestran un calentamiento promedio de 0.85°C durante el periodo de 1880-2012 y continuaran aumentando hasta finales del siglo XXI. Este grupo de expertos, quienes son la máxima autoridad en el tema del cambio climático, asegura con un 90% de certeza, que la causa más probable del calentamiento global es de origen antropógeno y está directamente relacionada con las emisiones de GEI producto de la actividad

humana, incrementada a partir de la era post-industrial [3] , relacionada principalmente con el consumo de combustibles fósiles.

Aunque actualmente se tengan avances significativos en el uso de las llamadas energías limpias y/o renovables, aun el 81% [12] de la producción de la energía mundial proviene de combustibles fósiles al 2015 (de alta emisión de GEI), lo que combinado con el hecho de que el consumo energético mundial se ha duplicado en los últimos 40 años [12] y seguirá incrementado en las próximas décadas, complica considerablemente la posibilidad de frenar las emisiones de GEI proveniente de dicha quema de combustibles. Como es prácticamente imposible frenar el desarrollo económico mundial con el propósito de reducir la generación de GEI, el IPCC expresa que *“Las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> determinarán en gran medida el calentamiento medio global en superficie a finales del siglo XXI y posteriormente. Las proyecciones de las emisiones de gases de efecto invernadero presentan un amplio margen de variación, en función del desarrollo socioeconómico y la política climática”*. [3]

Los efectos del calentamiento global dependerán en primera de la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera en los próximos años o décadas, que marcarán la intensidad del incremento de las temperaturas, y que a su vez posiblemente desencadenarán otros factores de alto impacto, como el incremento en la acidificación del mar y el incremento de su nivel máximo, además de fenómenos meteorológicos extremos cada vez más frecuentes. Las consecuencias de esto varían en un amplio rango, pero de no actuar de manera inmediata y con acciones eficaces, se corre el riesgo de sufrir algunos efectos irreversibles de alto impacto para la vida en el planeta. Por ejemplo, un incremento en 1°C puede amenazar ecosistemas marinos como los arrecifes, los cambios en las precipitaciones tendrían un efecto masivo en la agricultura y otros sectores, además de un incremento acelerado del nivel del mar, lo que pondría en riesgo las áreas costeras a dicho nivel. A niveles superiores de incremento en la temperatura las consecuencias podrían ser catastróficas.

El equipo de investigación del IPCC propone como medida principal para mitigar el cambio climático y sus efectos, la reducción de las emisiones de GEI, a través de programas mundiales que reduzcan la quema de combustibles fósiles, desde todos los

sectores consumidores, en especial de aquellos que son los de mayor consumo, tal como lo es el sector industrial.

El cambio climático y sus consecuencias son problemas de carácter mundial, que han unido a la mayoría de los países del mundo, en un esfuerzo conjunto para hacerle frente los problemas del calentamiento global. El pasado mes de diciembre del 2015 tuvo lugar la CMNUCC en París, Francia; donde, representantes de más de 185 países reunidos en la llamada Conferencia de las Partes número 21 (COP21) acordaron unir sus esfuerzos individuales para alcanzar los objetivos primordiales mencionados en el artículo 2 y 4 de este acuerdo conocido como Acuerdo de París [9]:

1. Mantener el calentamiento muy por debajo de los 2°C sobre los niveles pre-industriales, que representa el límite superior aceptado.
2. Impulsar los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura por debajo de 1.5°C sobre los niveles pre-industriales, que es el límite superior más seguro ante las amenazas del cambio climático.
3. Lograr que las emisiones mundiales de GEI alcancen su punto máximo lo antes posible

Las dos iniciativas aceptadas como prioridad para alinear los esfuerzos mundiales para mitigar el calentamiento global por los participantes de la COP21 son:

1. Reducir el consumo de energías fósiles mediante la transición a energías bajas en emisiones de GEI (renovables y/o limpias), llamada “transición energética”.
2. Ser más eficientes energéticamente.

No solo la COP21 ha establecido esta necesidad, sino también las principales autoridades en cuestiones energéticas a nivel mundial. Ejemplo de esto lo tenemos en el comentario de Brian Motherway, Jefe de Eficiencia Energética de la AIE: “Tenemos que hacer frente a los retos asociados con el uso de la energía, desde el cambio climático hasta la seguridad energética o la contaminación del aire urbano. Los cambios que son necesarios, dirigidos por la eficiencia energética y la sustitución de fuentes renovables, son temas cuyo cambio no se ha apresurado en el pasado. Ese es el desafío clave – se requiere una transición a una escala y a un ritmo que no tienen precedentes”. [12]

El nuevo SGEN ISO 50001:2011 nació como una solución innovadora para reducir las emisiones de GEI de los sectores industriales y comerciales entre otros. Un SGEN ISO 50001 se fundamenta en una cultura de búsqueda permanente de la eficiencia energética

en las organizaciones y los resultados muestran que es en realidad muy eficaz para lograr el ahorro de energético y pudiera ser un agente de cambio significativo en la reducción de emisiones de GEI si se multiplicara su adopción en los sectores de alto consumo energético, tal como el sector industrial.

Para cumplir con los compromisos del acuerdo de París (COP21) serán requeridos los esfuerzos conjuntos de todos los sectores involucrados y de todos los países alrededor del mundo, por lo que podemos concluir entonces que los desafíos del calentamiento global, y los esfuerzos por mitigarlos enumerados en dicho acuerdo, justifican la implementación de un SGen ISO 50001 y desde luego los esfuerzos por simplificar el proceso de desarrollo e implementación del sistema.

### **1.2.2 Compromisos de México derivados de la ratificación del Acuerdo de París.**

México fue el primer país en desarrollo en entregar a la CMNUCC sus compromisos de Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (INDC, por sus siglas en inglés, Intended Nationally Determined Contributions), en el que se presenta el plan nacional del país para combatir el cambio climático y sus consecuencias. Los principales compromisos (no condicionados) de mitigación son [13]:

1. Reducir en un 25% las emisiones de GEI al año 2030.
2. Alcanzar un 35% de Energía Limpia al año 2024 y 43% al 2030
3. Alcanzar el pico de emisiones de GEI al 2026.

Para alcanzar estos objetivos, México, al igual que la mayoría de los países interesados, tendrá que enfocarse en las dos alternativas a su alcance más seguras para reducir el consumo de combustibles fósiles: 1. La transición hacia las energías renovables o limpias y 2. El incremento en la eficiencia energética. Desde luego que estos compromisos adquiridos al ratificar los acuerdos de París, están ligados al cumplimiento de objetivos específicos establecidos en leyes y programas ya en vigor en este país.

El sector industrial es uno de los principales actores en este camino hacia una economía sustentable y su consumo energético debe de ser transformado por la reducción de su intensidad y por la transición a energías renovables o limpias, por ello; toma una gran fuerza la implementación de un SGen ISO 50001, ya que este sistema asegura que las organizaciones se mantengan en la búsqueda permanente de la eficiencia energética. La adopción de SGENs por este sector, es un requerimiento camino al cumplimiento de los

compromisos de México en la COP21 y también, al cumplimiento de otros compromisos establecidos en leyes y programas en vigor en el país.

Como parte del plan de México para cumplir con las metas y compromisos del Acuerdo de París, el 29 de junio del 2016, el presidente de la república Sr. Enrique Peña Nieto firmó la Declaración de Líderes de América del Norte sobre la Alianza del Clima, Energía Limpia y Medio Ambiente (DLANACELMA), en el cual México se compromete entre otras cosas a buscar alcanzar un 50% de generación de electricidad con energías renovables o limpias en 2025 [14], por medio del desarrollo y despliegue de energías limpias, innovación en energías limpias y la eficiencia energética. Este plan trilateral (México, Estados Unidos y Canadá) también considera la eficiencia energética como un pilar para el cumplimiento de los objetivos planteados: por ello, este plan presenta el compromiso de promover la eficiencia industrial y comercial para reducir el uso de energía y aumentar la competitividad a través de la norma voluntaria de rendimiento energético ISO 50001, y comprometerse a establecer una meta común para la adopción del nuevo SGen.

Se necesitarán grandes esfuerzos para lograr las metas de la DLANACELMA; por lo que México tendrá que trabajar en los tres pilares para la reducción del consumo energético y la reducción de emisiones de GEI: 1. La Transición Energética (TE), 2. La Eficiencia Energética (EE) y 3. La Legislación Energética. Es en el segundo pilar (el de la EE) donde los SGen vienen demostrando desde hace un par de décadas que, a nivel industrial, son la alternativa más fuerte y consolidada para ahorrar energía y por consiguiente reducir las emisiones de GEI. Por ello podemos concluir que los compromisos de México en el acuerdo de París, justifica esta investigación que desarrolla y propone una herramienta que fomente la implementación de un SGen, al aunar a la reducción de los recursos necesarios para el desarrollo e implementación de un SGen ISO 50001 al integrarlo a un SGA ISO 14001 ya en operación en la industria.

### **1.2.3 El panorama de la demanda mundial de energía.**

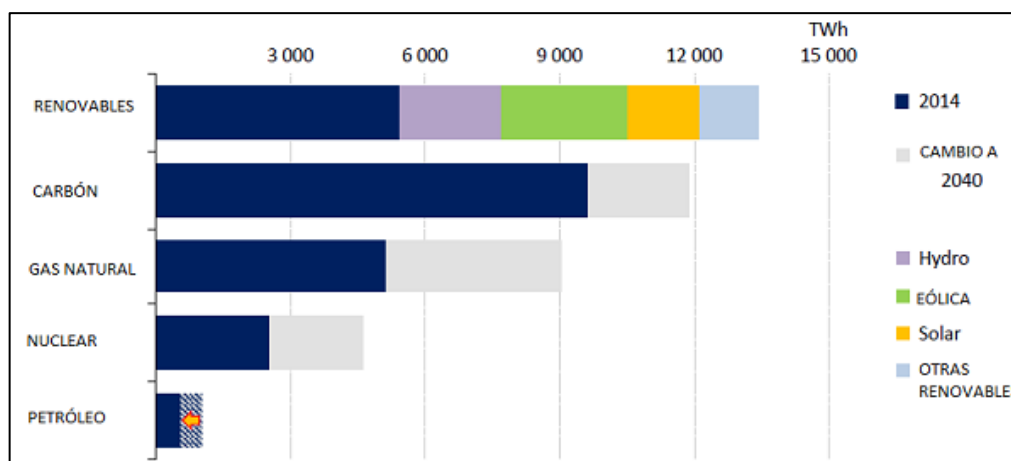
La energía en sus diferentes formas se ha constituido como uno de los recursos más importantes para el desarrollo social y económico de los países a nivel mundial, ejemplo icono de esto, es el sector industrial, base que soporta los complejos engranes productivos que permiten la generación de riqueza para las naciones; sin embargo; este sector es

altamente dependiente de la energía para mantenerse operando. A consecuencia de esto, cualquier amenaza al sector energético, es también una amenaza para la industria y, por consiguiente, es también una amenaza al bienestar de la sociedad misma por su estrecho vínculo de dependencia.

Al examinar la importancia del tema energético a nivel mundial, fácilmente relacionado con la economía de cada país y con la calidad de vida de su población; debemos reconocer también, cuatro aspectos de alta vulnerabilidad realidades actuales del sector energético mundial:

1. La cantidad de energía demandada se incrementa considerablemente año tras año y su pronóstico para los próximos años mantiene tendencias incrementales.
2. Los recursos energéticos convencionales (petróleo) se agotan paulatinamente, y cada vez su explotación es más compleja y costosa, por lo tanto, de mayor riesgo.
3. El costo de los energéticos como insumo para la industria son elevados y representan un porcentaje alto de sus costos de producción. El histórico de dichos costos y su prospección no mejoran el panorama.
4. La contaminación ambiental debido al consumo de energía (en especial de aquellas que provienen de combustibles fósiles) es alarmante, sobre todo derivado de los efectos del calentamiento global, causado principalmente por la generación de GEI.

La demanda energética mundial está creciendo a pasos agigantados y el pronóstico para las próximas décadas sigue la misma tendencia, lo que supone un fuerte reto para el sector energético mundial, en el sentido de los recursos que serán necesarios para abastecer la demanda. La IEA lo expresa claramente al declarar en su documento World Energy Outlook (WEO) 2014: *“El sistema energético mundial corre el peligro de no colmar las esperanzas y expectativas [de crecimiento] puestas en él”*, considerando las perspectivas del crecimiento de la demanda de energía mundial. Esta agencia señaló recientemente que, según sus estadísticas y análisis, la demanda mundial de energía incrementará en una tercera parte en el periodo comprendido entre 2014–2040 [5], este efecto se puede ver gráficamente a través de la *figura 1*, en la que se presenta el pronóstico o prospección de generación global de energía según su fuente hasta el 2040, partiendo de la generación del año 2014.



Gráfica 1.3 Generación global de energía por fuente 2014-2040  
(Fuente: World Energy Outlook 2015, WEO 2015) [5]

La electricidad es la forma final de energía con más crecimiento a nivel mundial; en este sector (eléctrico) el panorama es igualmente estresante en razón del incremento de la demanda esperado y la realidad actual de la infraestructura del sector. La agencia IEA afirma que *“Será preciso incrementar la capacidad de generación para avanzar al mismo ritmo que la creciente demanda de electricidad [mundial], con el reto de reemplazar al mismo tiempo las centrales eléctricas existentes cuyo cierre está previsto hasta 2040 (que son alrededor del 40% del parque actual)”* [15]. Esta pronóstico pone al sistema eléctrico mundial en una condición de alto nivel de vulnerabilidad, a grado tal, que se ha convertido en un tema constante, de carácter urgente en todos los países, en especial, de aquellos con un sector industrial creciente dependiente de la energía eléctrica. Esta realidad sin precedentes condiciona el presente y futuro del desarrollo social y económico mundial, en especial de aquellos países altamente industrializados y por consecuencia grandes consumidores de energía.

El escenario central de la IEA del porcentaje de incremento en la demanda de energía mundial proyectada al año 2040 ha estado disminuyendo en los últimos años, de acuerdo con sus reportes World Energy Outlook, ya que pasó de un pronóstico del 40% en el WEO 2013, a un 37% en el WEO 2014 y finalmente a un pronóstico del 33% de incremento según el WEO 2015. Esta reducción está sustentada en una gran gama compromisos que acordaron los países integrantes de la CMNUCC, de donde emanan las acciones concretas en materia económica, tecnológica, legislación, políticas, cooperación internacional y eficiencia energética. Es decir, esta reducción del pronóstico del 40% al 33%, está basada en una visión optimista de cumplimiento de los compromisos acordados en los foros

mundiales involucrados en la solución a estos problemas (incluyendo el incremento en de la EE como parte importante de las propuestas).

En palabras propias de la IEA: *“la eficiencia energética juega un papel fundamental en la limitación del crecimiento de la demanda mundial de energía a un tercio para 2040, mientras que la economía mundial crece un 150%”*. [5] Si bien, la eficiencia energética puede ser alcanzada multilateralmente (nuevas tecnologías, nuevos procesos, eficiencia energética en consumo, etc.); La eficiencia energética en el Sector Industrial está siendo empujada fuertemente en el mundo, a través de la implementación del nuevo SGen ISO 50001:2011, cuya aplicación y enfoque, le permiten al sector industrial caminar firmemente hacia la mejora continua de su eficiencia en el uso y consumo de energía.

Los resultados que puede alcanzar la operación de un SGen ISO 50001 en el sector industrial son reales y cuantificables. Para ejemplificar lo anterior, bastaría con ver los resultados de incremento en la eficiencia energética de aquellas empresas que operan con un SGen, como lo hace WEG, la empresa eléctrica-energética brasileña, quienes han alcanzado una reducción de su consumo de energía eléctrica de un 13% en sus líneas de montaje de producción, muy similar al porcentaje de reducción del consumo energético alcanzado por la compañía química coreana LG Chem, de un 10%. [12] A cinco años de su emisión, la conclusión de que la ISO 50001 funciona es abrumadora; sin embargo, falta un largo camino por recorrer para que la aplicación de esta norma, pueda impactar de forma significativa a mejorar el panorama energético mundial. Las 11985 empresas certificadas al 2015, deberían ser solo el inicio de una masiva lista de organizaciones que deberán sumarse a los esfuerzos por la gestión de la eficiencia energética, en aras de tener un impacto verdadero en la reducción del consumo global de energía y por consiguiente en la reducción de emisiones de GEI.

Es urgente, por lo tanto, que el SGen ISO 50001 sea adoptado de manera masiva por el sector industrial mundial. En este orden de ideas; es deber de los gobiernos, de la comunidad científica creadores y aplicadores del conocimiento y de los expertos en el tema de eficiencia energética, proveer y promover la creación y aplicación de herramientas que faciliten el proceso de desarrollo e implementación de aquellas que son las mayores iniciativas que resolverán los problemas energéticos mundiales, tal como lo es la eficiencia energética.

En conclusión, el panorama energético mundial hacia el año 2040 presenta grandes desafíos, que deberán ser resueltos desde muchos frentes; uno de estos frentes es la Eficiencia Energética. La implementación de un SGEn ISO 50001 es una herramienta eficaz comprobada para incrementar la eficiencia energética en el sector industrial (aunque no exclusivo para este sector), quien es el segundo mayor consumidor de energía en el mundo; estas realidades justifican la creación de una herramienta que logre facilitar el proceso de desarrollo e implementación de dicho sistema en las organizaciones.

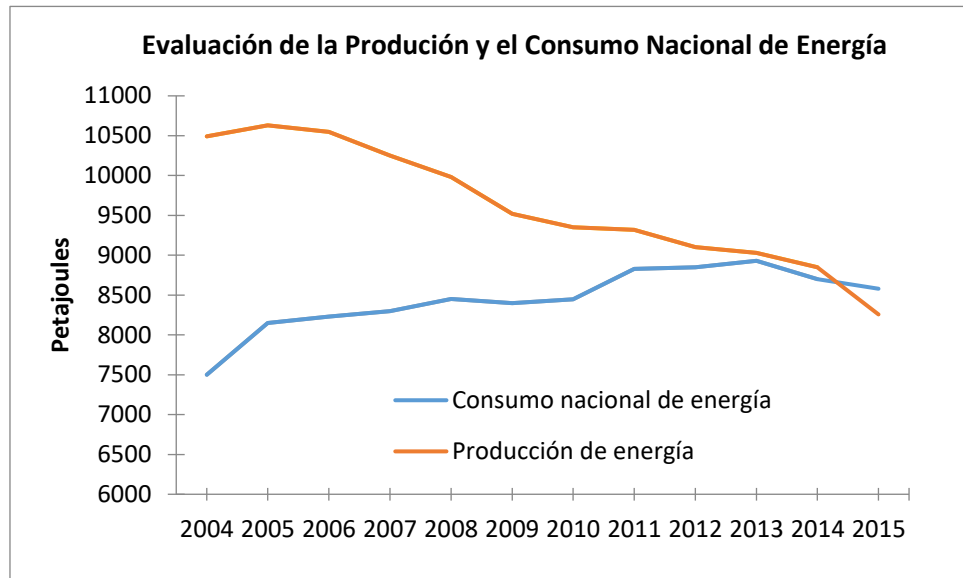
#### **1.2.4 El panorama demanda-producción de energía en México.**

En México, la demanda de energía se ha mantenido en constante crecimiento, en correspondencia con el incremento de la actividad económica y el incremento demográfico. En contraste, la producción de petróleo ha experimentado caídas drásticas especialmente en la última década. Estas dos realidades antagónicas comprometen la seguridad energética del país, considerando que, de continuar con las mismas tendencias en la demanda y la producción de energía, México perdería la independencia Energética y comprometería su seguridad energética. En palabras citadas por la Dra. Julieta E. Sánchez Cano, en su artículo: “La crisis energética global, la posición de México en el mundo”: *“la seguridad energética nacional se define como los recursos naturales propios con los cuales se posibilite asegurar un ritmo estable de desarrollo económico y social sin tener que recurrir a fuentes externas para adquirirlos”*. Las estadísticas del sector energético en México muestran tendencias desfavorables para la independencia energética, por lo que el país requiere de grandes iniciativas para ser desarrolladas antes de vivir una crisis energética de niveles sin precedentes.

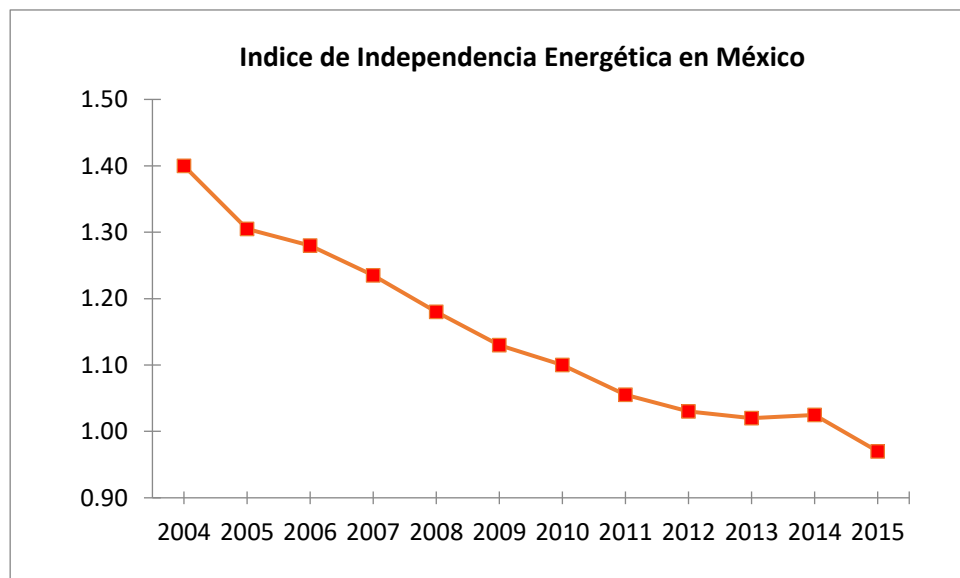
##### **1.2.4.1 Bajo Indicador de Independencia Energética en México**

En la última década México ha experimentado un deterioro paulatino en su producción de petróleo, dimensionado claramente en el Balance Nacional de Energía (BNE) de la Secretaría de Energía (SENER), sin embargo; la demanda energética mantiene una tendencia de crecimiento constante, llevando al sistema energético nacional a una situación de alto riesgo al perder a partir del 2015 su independencia energética. En la *gráfica 1.4* se representa esta condición de doble afectación del sistema energético mexicano, por un lado, a partir del 2005 la disminución de la producción de crudo es considerable y constante, por otro, el sostenido incremento en la demanda, han llevado al

sistema energético mexicano a una situación donde, en el último año graficado (2015) la demanda superó a la producción de energía, impactando así, la capacidad del país de ser independientes en términos energéticos.



Gráfica 1.4 Producción vs consumo nacional de energía, México 2015  
(Balance Nacional de Energía, BNE 2013) [16]



Gráfica 1.5 Índice de independencia energética en México 2015  
(Balance Nacional de Energía, BNE 2013) [16]

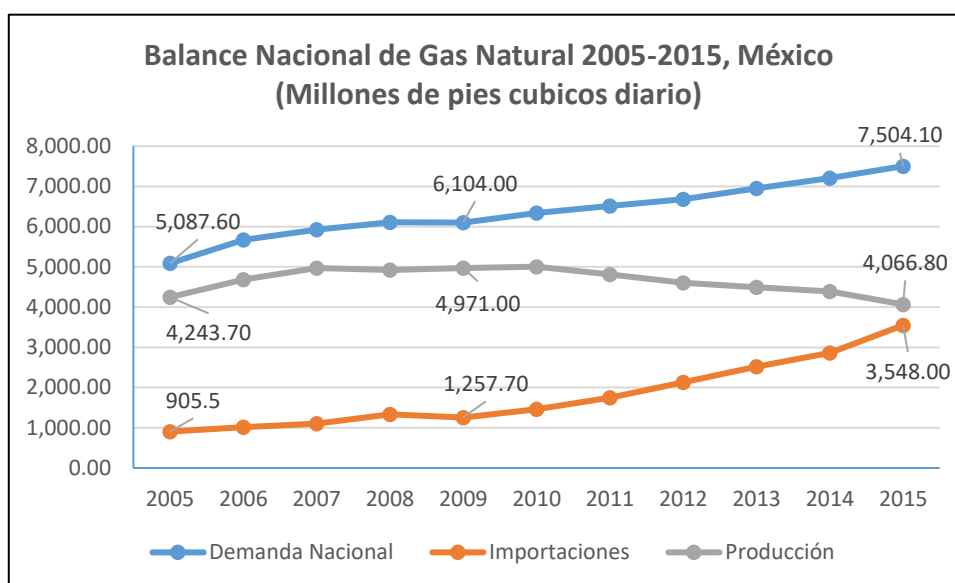
La *gráfica 1.5* muestra como en más de una década, el Índice de Independencia Energética (IIdE) mexicano ha mantenido una tendencia negativa, hasta llegar a un valor que pone en entredicho la independencia energética del país, estando por debajo del valor crítico de 1.0, que supone el equilibrio entre la producción y el consumo de energía en el país.

El Balance Nacional de Energía 2015 reporta que, para este año, el IIdE descendió hasta un valor histórico de 0.97, lo que significa que consumimos en el país más energía de la que producimos. Esto supone dependencia energética, porque se debió de recurrir a la importación de energéticos para cubrir la demanda.

Este indicador tiene fuertes repercusiones económicas y políticas en el país y pone a México en una condición de vulnerabilidad sin precedentes en el ámbito energético. Esta situación de dependencia energética se agrava, no solo por la tendencia permanente al descenso del IIdE, sino también por que mantenemos un nivel alto de dependencia derivado de la incapacidad de autoabastecernos de ciertos combustibles, principalmente de Gasolinas (por falta de infraestructura para la refinación) y de Gas Natural (que es un combustible fósil con menos emisiones y a menor precio que el combustóleo al que está reemplazando). Es decir que nuestra dependencia energética es aún más grave que la que presupone in IIdE de 0.97.

En la *gráfica 6* se representa la tendencia incremental del consumo de gas natural, que en once años (2005-2015) ha elevado un 47% su demanda, aunado a esto; su producción ha decrecido a partir del año 2010 hasta la fecha. Este incremento en la demanda aunado al decremento de la producción, está generando un masivo incremento en la importación de estos hidrocarburos.

El panorama futuro sigue la misma tendencia incremental, se espera que para el año 2030, la demanda de gas natural se incrementará un 20.3% [17] con relación a los números del 2015. El Sector Industrial en México es actualmente el tercer consumidor de gas natural, pero para el año 2030, este sector será el segundo mayor consumidor con un 23.2% de la demanda de este gas, solamente superado por el Sector Eléctrico con un 58.7% de la demanda total. En este sentido México ha apostado abiertamente por incrementar la producción de energéticos, esta intención se materializó a través de fuertes estrategias nacionales como la *Reforma Energética*, que fue aprobada en diciembre del 2013 [18], que da apertura a nuevas inversiones, principalmente de la iniciativa privada para movilizar y potencializar el sector energético del país.



Gráfica 1.6 Consumo de gas natural en México, balance nacional 2005-2015  
(Gráfica propia con datos de "Prospectiva de Gas Natural 2016-2030, SENER 2016) [17]

Según las metas principales cuantificables de la reforma energética es incrementar en un 40% la producción de Petróleo al año 2025, al mismo tiempo incrementar la producción de Gas Natural en un 82%. [18]

Si bien, la reforma energética ofrece panoramas alentadores para el sector energético, en el sentido de la posibilidad de atraer inversiones para aumentar la generación de energía del país, ésta provendrá en su mayoría de combustibles fósiles, los cuales son recursos cada vez más escasos, más costosos y su uso tiene comprobada afectación a nivel ambiental. El sector energético mexicano, no puede desatender el hecho de que la Eficiencia Energética contiene también un potencial importante para mejorar el IIdE. No basta con atender la demanda con mayor producción de energía, es primordial que el problema se enfrente con iniciativas y estrategias sustentables, buscando un adecuado equilibrio entre la producción y el consumo eficiente de los energéticos.

El SGEEn ISO 50001 busca como fundamento el gestionar los recursos energéticos de las organizaciones para alcanzar objetivos y metas en la reducción de consumo de energía medidos desde un indicador apropiado de eficiencia energética, reforzado por un proceso de mejora continua. Este sistema es una herramienta efectiva comprobada para mejorar la eficiencia energética en cualquier organización, y deberá tener un mayor impacto en la parte del sector industrial considerado como de Alto Consumo Energético (ACE). Por lo

tanto, la reducción del indicador IIdE al nivel de equilibrio del 1.0, justifica el desarrollo de herramientas que faciliten la puesta en marcha de un SGen ISO 50001.

#### 1.2.4.2 La baja de las reservas comprobadas de petróleo en México

La seguridad del abastecimiento energético en México se ha visto amenazada por la disminución de sus reservas de crudo, que para la década de los 90's superaba los 50,000 millones de barriles [19] (en reservas comprobadas) y que para el año 2014 disminuyó a menos de un quinto de esa cantidad. En la tabla 1.1 se muestra el volumen de las reservas de petróleo crudo de los principales países productores por un periodo de 10 años comprendidos entre el 2005-2014; en dicha tabla se observa que las reservas de crudo en México, se han disminuido un 27.5% en esta década.

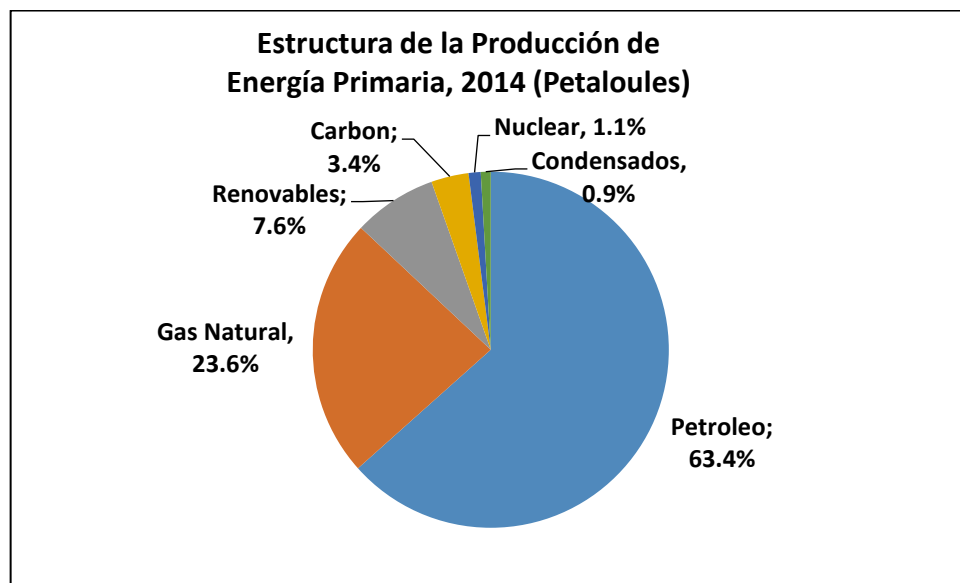
Tabla 1.1 Reserva de petróleo crudo en los principales países productores  
(Tabla propia, con datos del INEGI) [20]

| Volumen de las reservas probadas de petróleo crudo, principales países |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| País                                                                   | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    | 2009    | 2010    | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    |
| Arabia Saudita                                                         | 259 400 | 264 310 | 259 800 | 264 210 | 259 900 | 260 100 | 264 520 | 265 410 | 265 850 | 265 789 |
| Argelia                                                                | 11 800  | 11 350  | 12 270  | 12 200  | 12 200  | 12 200  | 12 200  | 12 200  | 12 200  | 12 200  |
| Canadá                                                                 | 178 800 | 178 792 | 179 210 | 178 092 | 175 214 | 175 214 | 173 625 | 173 105 | 173 200 | 172 481 |
| Rusia                                                                  | 60 000  | 60 000  | 60 000  | 60 000  | 60 000  | 60 000  | 60 000  | 80 000  | 80 000  | 80 000  |
| China                                                                  | 18 250  | 18 250  | 16 000  | 16 000  | 20 350  | 20 350  | 20 350  | 25 585  | 24 376  | 24 649  |
| Emiratos Arabes Unidos                                                 | 97 800  | 97 800  | 97 800  | 97 800  | 97 800  | 97 800  | 97 800  | 97 800  | 97 800  | 97 800  |
| Estado Unidos de América                                               | 21 891  | 21 371  | 21 757  | 21 317  | 19 121  | 19 121  | 20 682  | 20 682  | 31 777  | 37 912  |
| Irán                                                                   | 125 800 | 132 460 | 136 270 | 136 150 | 137 620 | 137 010 | 151 170 | 154 580 | 157 300 | 157 800 |
| Iraq                                                                   | 115 000 | 115 000 | 115 000 | 115 000 | 115 000 | 115 000 | 143 100 | 141 350 | 140 300 | 144 211 |
| Qatar                                                                  | 15 207  | 15 207  | 15 207  | 15 210  | 25 410  | 25 380  | 25 380  | 25 380  | 25 240  | 25 244  |
| Kuwait                                                                 | 99 000  | 101 500 | 99 000  | 101 500 | 101 500 | 101 500 | 101 500 | 101 500 | 101 500 | 101 500 |
| Libia                                                                  | 39 000  | 39 126  | 41 464  | 43 660  | 44 270  | 46 420  | 47 100  | 48 010  | 48 470  | 48 363  |
| México                                                                 | 13 401  | 12 352  | 11 656  | 11 866  | 10 404  | 10 420  | 10 161  | 10 073  | 9 812   | 9 711   |
| Nigeria                                                                | 35 255  | 35 876  | 36 220  | 36 220  | 37 200  | 37 200  | 37 200  | 37 200  | 37 140  | 37 070  |
| Venezuela                                                              | 77 226  | 79 729  | 80 012  | 99 377  | 99 377  | 211 170 | 211 170 | 297 570 | 297 740 | 298 350 |

Este tema de la crisis de reservas de crudo en el país es sin duda una amenaza potencial al sistema económico y productivo mexicano. La energía y en este caso particular, el petróleo, es el principal energético que mantiene en movimiento las redes productivas del país, ya que, en el año 2015, éste representó el 63.4% [21] de la producción de energía primaria nacional. Si las reservas de crudo en México continua con la misma tendencia, en pocos años el país podría enfrentará una crisis energética sin precedentes.

Si bien, el panorama de inicio de la nueva reforma energética mexicana es alentador, con respecto a la situación de la crisis energética (petrolera) que se vive, basado en la llegada de nuevos capitales de inversión que prometen movilizar al sector energético del país, no debemos perder de vista que un enfoque, únicamente centrado en la “oferta” energética es muy limitado, ya que en la ecuación de los problemas energéticos de México (y de

todas las economías), entra en juego otros factores como la intensidad energética, el costo de la energía y su relación con la pérdida de competitividad de la industria, además de los factores ambientales negativos asociados. Es por esto que se deben de emprender acciones centradas en la reducción de la demanda, es decir en la búsqueda del incremento sistemático en la eficiencia de uso de la energía en las organizaciones, en especial aquellos de ACEn.



Gráfica 1.7 Estructura de la producción de energía primaria en México 2014  
(Fuente: Balance Nacional de Energía 2014, SENER 2015) [21]

Este panorama de la permanente disminución de las reservas petroleras comprobadas en México, representa un factor de alto peso que empuja la necesidad de implementar sistemas para la eficiencia energética tal como ISO 50001 y justifica todo esfuerzo por realizar propuestas innovadoras que faciliten y agilicen su implementación.

### 1.2.5 Los altos precios de la energía eléctrica en México

La Industria es en primera estancia, una entidad fuertemente afectada por el elevado costo de los energéticos, las elevadas facturas energéticas con un gasto importante que disminuye su rentabilidad, en especial, la del sector industrial catalogada como de ACEn; Zaragoza Y.(2013) [22] menciona que el “Banco de Inversión Merrill Lynch” afirmó que *las tarifas eléctricas en México son el talón de Aquiles del sector manufacturero mexicano, ya que son más caras que las que se cobran en Estados Unidos (EU) y Asia.*

El problema para la industria se agrava al considerar que el consumo energético en México va en ascenso y el sector industrial es quien tiene el mayor porcentaje de incremento, a razón del 2.6% anual. [23]

En la *tabla 1.2* se desglosan las tarifas eléctricas promedio facturadas en México durante 11 años a partir del 2004 para tarifas eléctricas industriales, en dicha tabla se muestra el incremento en los precios por tipo de conexión, en la que, para algunas tarifas, el incremento superó el 100%.

Tabla 1.2 Precio medio facturado por tarifa en el sistema eléctrico nacional, México 2014  
(Fuente: Balance Nacional de Energía 2014, SENER 2015) [21]

| Precio medio facturado por tarifa de Sistema Eléctrico Nacional<br>(pesos por KWh constantes de 2014) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------|
|                                                                                                       | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | Incremento<br>2004 - 2014 |
| Industrial                                                                                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                           |
| Subtotal sector empresa mediana                                                                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                           |
| O-M                                                                                                   | 1.15 | 1.26 | 1.43 | 1.45 | 1.76 | 1.57 | 1.73 | 1.85 | 1.97 | 2.00 | 2.07 | 80%                       |
| O-MF                                                                                                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.28 | 1.39 | 1.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |                           |
| H-M                                                                                                   | 0.94 | 1.02 | 1.14 | 1.19 | 1.47 | 1.20 | 1.37 | 1.50 | 1.58 | 1.62 | 1.67 | 78%                       |
| H-MF                                                                                                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.12 | 1.21 | 1.31 | 1.44 | 1.49 | 1.51 |                           |
| H-MC Corta utilización                                                                                | 0.84 | 0.95 | 1.04 | 1.12 | 1.41 | 1.11 | 1.36 | 1.51 | 1.58 | 1.61 | 1.70 | 102%                      |
| H-MCF                                                                                                 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |                           |
| Subtotal sector gran industria                                                                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                           |
| H-S                                                                                                   | 0.89 | 0.96 | 1.06 | 1.09 | 1.35 | 1.06 | 1.21 | 1.34 | 1.38 | 1.43 | 1.49 | 67%                       |
| H-SF                                                                                                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.12 | 1.21 | 1.29 | 1.33 | 1.29 | 1.31 |                           |
| H-SL                                                                                                  | 0.71 | 0.79 | 0.90 | 0.93 | 1.21 | 0.97 | 1.13 | 1.29 | 1.31 | 1.37 | 1.43 | 101%                      |
| H-SLF                                                                                                 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.04 | 1.13 | 1.23 | 1.39 | 1.40 | 1.41 |                           |
| H-T                                                                                                   | 0.80 | 0.79 | 0.89 | 0.90 | 1.13 | 0.92 | 1.05 | 1.14 | 1.19 | 1.23 | 1.29 | 61%                       |
| H-TF                                                                                                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.97 | 1.10 | 1.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |                           |
| H-TL                                                                                                  | 0.58 | 0.65 | 0.76 | 0.77 | 1.05 | 0.83 | 0.97 | 1.09 | 1.14 | 1.17 | 1.20 | 107%                      |
| H-TLF                                                                                                 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.22 | 1.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |                           |

Las elevadas facturas que la industria mexicana paga por sus energéticos, en especial por la energía eléctrica, pone de manifiesto la urgente necesidad que tienen las organizaciones consumidoras de esta energía, de implementar un SGE que les permita una reducción considerable de sus consumos energéticos. Según la revista “ISOFocus” emitida por la organización ISO, *los cinco primeros años de la norma ISO 50001, han generado un ahorro sistemático de entre el 5% y 30% del costo energético actual (al 2015)*” [12] en las organizaciones que la implementaron.

Debido al mismo proceso de mejora continua en el que está sustentado el SGE ISO 50001, la operación de este sistema, mantiene un desafío permanente para obtener el

mejor uso y el menor consumo de energía para obtener una mejor eficiencia energética y generar el mayor ahorro de combustible posible, cuidando la permanencia de los resultados a largo plazo. Incluso las organizaciones que ya cuentan con programas de eficiencia energética implementados, estas pueden mejorar su desempeño energético hasta en un 10% o más en los primeros años de implementado el SGEEn. [12]

Las altas facturas que el sector industrial carga derivado del consumo energético, en especial quienes usan la electricidad como principal fuente de energía, afectadas por los crecientes costos de la electricidad, justifican la implementación de un SGEEn ISO 50001.

### **1.2.6 El panorama de la demanda de energía en el municipio de Mexicali, Baja California.**

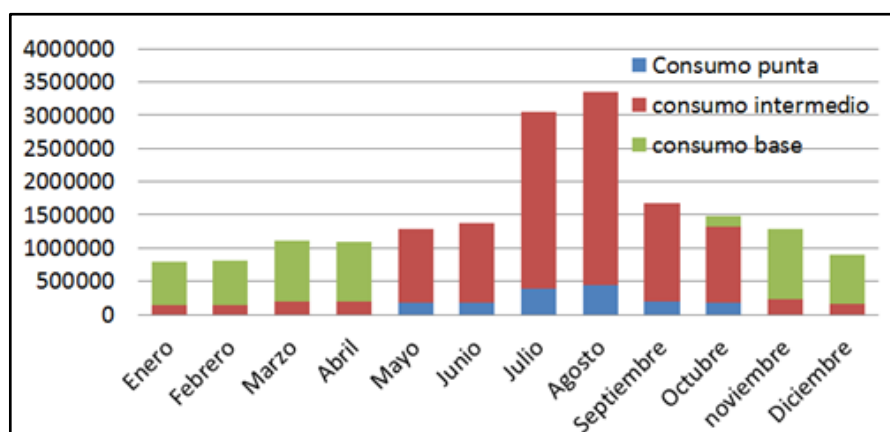
La principal fuente energética del sector industrial en el estado de Baja California, México, es la energía eléctrica. Este sector, durante el periodo de 1990 al 2010 consumió el 54% [24] de las ventas de electricidad del estado. Dentro de este estado, sobresale el municipio de Mexicali, quien es el mayor consumidor de este energético, llevándose un 49% de la electricidad en este mismo periodo de tiempo, llevando siempre la delantera el sector industrial como principal consumidor de energía eléctrica.

Si bien, el municipio de Mexicali no es el que tiene más actividad industrial en el estado de Baja California (el municipio de Tijuana tiene mayor actividad industrial), esta situación de alto consumo de energía de la industria mexicalense, está condicionada por dos factores circunstanciales:

1. Los tipos de procesos de sus operaciones, dictados por el giro o naturaleza de la industria
2. Por las características climáticas de la zona, ya que, en este municipio, en los meses de verano, el calor desértico impone la necesidad de usar equipos de refrigeración en las plantas industriales, incrementando considerablemente el consumo de energía eléctrica durante este periodo.

La *gráfica 1.8* muestra el comportamiento de la factura eléctrica de una empresa en Mexicali en un periodo de un año, en esta se muestra un considerable incremento en el costo de la factura que dicha organización tiene que pagar por su consumo de electricidad en los meses más cálidos de la región. Dicho incremento en la factura responde principalmente a dos condiciones independientes:

1. El incremento del consumo de energía, que en condiciones que estabilidad en la producción, corresponde principalmente al uso de sistemas de refrigeración en los meses cálidos.
2. El incremento del costo derivado del concepto de “energía de punta” en la tarifa impuesta por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en los meses más cálidos donde se aplica la denominada tarifa de verano (actualmente establecida del primero de mayo al último domingo de octubre).

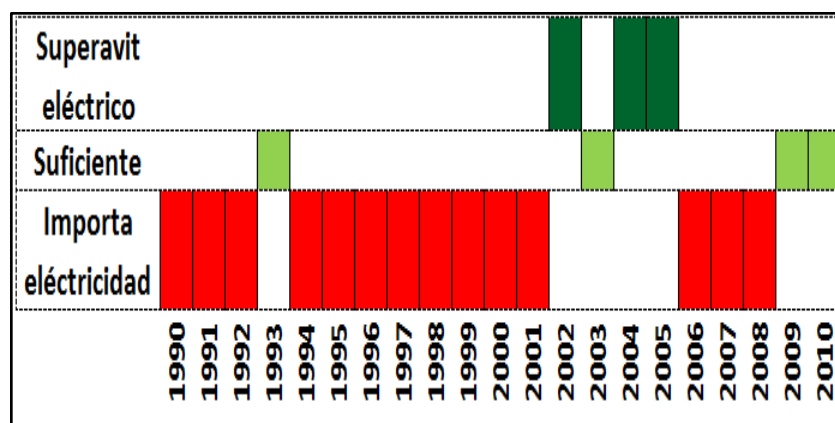


Gráfica 1.8 Factura eléctrica de una empresa en Mexicali, 2010 en pesos  
(Fuente: Ling JC, 2012) [25]

Al observar la gráfica, detectamos que en los dos meses con más altas temperaturas ambientales (julio y agosto), la factura que dicha empresa paga por su consumo eléctrico prácticamente se cuadruplica respecto al costo del mes de más bajo consumo.

Los incrementos en el consumo de energía eléctrica ocasionados por el calor en los meses de verano, dependen directamente de las temperaturas ambientales externas (a mayor temperatura externa, mayor consumo de energía por acondicionamiento climático). Esta condición ocasiona que se alcancen puntos muy elevados de consumo (incrementos temporales extremos), que superan por mucho el valor habitual o promedio. Estos incrementos temporales extremos del consumo de energía eléctrica no solo representan un problema para los usuarios en términos económicos, también son un problema importante para el sector energético del municipio, fuera del tema de las facturas. Las implicaciones para el municipio trascienden a otros niveles tales como la condición de desabasto energético en horas punta en los días de más alto consumo en los meses de verano, siendo común que el sector energético estatal, no logre en su totalidad el autoabastecimiento de energía eléctrica, y por ello la empresa mexicana de

abastecimiento de energía eléctrica, Comisión Federal de Electricidad (CFE) ha tenido que recurrir a la importación de energía como alternativa para cubrir la demanda. La *gráfica 1.9* muestra como en 13 de los 21 años comprendidos entre 1990 y 2010 la generación de electricidad ha sido insuficiente para cubrir la demanda estatal y por ello, la CFE ha tenido que recurrir a la importación de energía eléctrica desde el país vecino del norte.



Gráfica 1.9 Satisfacción de la demanda punta 1990 – 2010  
(Gráfica propia con datos de: Muñoz, G., Campbell, H. E., Díaz, E., & Quintero, M., 2012) [24]

El consumo de energía eléctrica del municipio de Mexicali, marcado fuertemente por su incremento en los meses de verano y sus consecuencias del desabasto energético temporal en el estado, pone de manifiesto la urgente necesidad de implementar sistemas en la industria (en especial la de alto consumo energético), que se enfoquen en la mejora continua de la eficiencia energética en toda la cadena de operación de las organizaciones y con ellos bajar el consumo energético. Es un hecho que la problemática de desabasto se puede resolver por medio de otras iniciativas (como el proyecto anunciado por CFE, que pretende conectar la red eléctrica estatal de Baja California, con la red eléctrica nacional), sin embargo, estas soluciones no van dirigidas a la reducción de la demanda de energía, sino al incremento de la oferta energética. A diferencia de esto, la implementación masiva de sistemas de gestión de la energía como el SGen ISO 50001, podrían ofrecer una alternativa verde, o ambientalmente sustentable a la problemática del desabasto energético.

La condición del escandaloso incremento de la factura energética que la industria en el municipio de Mexicali paga en los meses de verano, es también un factor de gran peso, que pone de manifiesto la necesidad local de implementar programas o sistemas que

logren un ahorro considerable del consumo energético, tal como lo es el SGEN ISO 50001, cuya esencia se centra en una búsqueda permanente de la eficiencia para el ahorro de energía.

Ling J.C. (2012) [25] realizó un estudio de eficiencia energética industrial, donde validó las posibilidades de ahorro de energía aplicando mejoras aisladas de eficiencia en los procesos (mejoras por tri-generación, que consisten en la generación conjunta de energía eléctrica, energía térmica en forma de calor y energía térmica en forma de frío; cambio de equipos de refrigeración para mejorar eficiencia; mejora en sistemas de bombeo e iluminación). El resultado que obtuvo Ling es muy alentador y representa una premisa del potencial de ahorro que tiene la industria en Mexicali; sus análisis mostraron que la implementación de estas mejoras aisladas podría reducir la tendencia de crecimiento en prospectiva hasta el año 2030 en este sector (industrial), de un 3% a un 1.73%, es decir; un ahorro pronosticado de \$3,995 millones de pesos acumulados de ahorro posible. Esta perspectiva de ahorro energético y monetario puede ser maximizada con la implementación masiva de la norma ISO 50001, ya que este sistema cambia la cultura empresarial del ahorro energético a través de iniciativas aisladas, por una nueva cultura de la búsqueda de la eficiencia energética constante a través de un sistema, con metodologías de selección, para lograr una mejora permanente y sistemática de la eficiencia energética de la organización.

Algunas empresas mexicalenses han avanzado en este camino de la implementado iniciativas o acciones aisladas para el ahorro de energía (incrementar la eficiencia de algún equipo particular, cambio de luminarias, etc.) que si bien, han logrado ahorros significativos en la factura energética, no explotan todo el potencial de ahorro posible. La necesidad de la industria mexicalense para generar ahorros significativos y permanentes de energía se pudiera cubrir con la implementación de un SGEN, integrado a la estrategia principal de la empresa y que, como sistema, gestione el uso de la energía en toda la cadena su productiva. El SGEN ISO 50001:2011 es una norma de vanguardia que especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión que logre resultados importantes en cuanto al ahorro y la eficiencia de los energéticos y que, aplicado en la industria en Mexicali, pudiera lograr la seguridad energética y la disminución de la factura que la industria paga por el servicio.

El sector energético se ha convertido en un factor decisivo para la competitividad (entendida como la capacidad que tiene una organización, de obtener y mantener ventajas comparativas que le permitan alcanzar, sostener y mejorar una determinada posición en el entorno socioeconómico) del sector industrial, así lo expresa la Agencia Internacional de Energía (por sus siglas en inglés International Energy Agency, IEA) en su reporte International Energy Outlook 2013 [26]: *“En la mayoría de los sectores y de los países, la energía es un componente relativamente secundario del cálculo de la competitividad, pero el gasto energético puede revestirse en la máxima importancia en las industrias con gran consumo energético, como plantas químicas, de aluminio, cemento, acerías, papel, vidrio o refino de petróleo, especialmente si los bienes producidos se comercializan a escala internacional. Los sectores con un alto consumo de energía representan en el mundo una quinta parte del valor añadido industrial, una cuarta parte del empleo industrial y el 70% de la utilización industrial de energía”*. Esto es una realidad en el sector industrial mexicalense ya que la factura eléctrica afecta de manera importante su competitividad. Urge pues que las empresas implementen sistemas que les permitan ahorrar y eficientizar el uso de la energía de manera efectiva y permanente.

#### **1.2.7 Los cambios actuales y futuros en la regulación energética mundial.**

El año 2015 fue testigo de una marcada tendencia a incrementar las actividades de eficiencia energética a nivel mundial, esto debido a un mayor reconocimiento de la importancia de la ésta la reducción de las emisiones de GEI relacionadas con la energía y otros beneficios adicionales incluidos en la eficiencia energética.

Cada vez son más los países que cuentan con alguna regulación vigente en eficiencia energética o bien con políticas y objetivos relacionados con este indicador. A finales del año 2015, al menos 146 países contaban con alguna política de eficiencia energética, y al menos 128 tenían uno o más objetivos de eficiencia energética [27]. Este hecho marca una acción global sin precedentes, orientada hacia un camino más estrecho en la regulación para el aprovechamiento de la energía.

En la figura 1.1 se presenta de manera gráfica la distribución mundial de países con algún tipo de política y objetivos en cuanto a su eficiencia energética al año 2015, destacando que, a la fecha, son muy pocos los países que no han regulado su eficiencia energética o que no tiene objetivos al respecto.

En países como en Japón, la implementación del SGen ISO 50001 no es opcional, ya que recientemente el gobierno ha impuesto el uso de esta norma en su política energética nacional. [12] La Unión Europea por su parte, tiene una fuerte regulación energética que obliga a las empresas a realizar auditorías energéticas periódicas, evaluadas por certificadores externos, esto aunado a una compleja serie de incentivos sobre impuestos al sector energético, ha derivado en que la suma de certificados ISO 50001 que han alcanzado los países que integran esta unión, sustentan alrededor del 80% del total de certificados emitidos en el mundo del SGen ISO 50001:2011.

Empujados por la realidad de los problemas derivados del cambio climático y los compromisos internacionales cada vez más fuertes relacionados con el consumo de energía, se tiene la necesidad de implementar eficazmente las acciones que pueden mitigar el calentamiento global, por lo que la mayoría de los países están usando la legislación en el área de energía como una manera de forzar la ejecución de las propuestas nacionales e internacionales. El panorama en las próximas décadas se visualiza cada vez más crítico en el sentido de los problemas ambientales [3], por lo se espera que también la regulación energética sufra cambios en el mismo sentido, para asegurar la implementación de las acciones que puedan mitigar el calentamiento global, tales como la transición energética y la eficiencia energética.

En el sector industrial, ISO 50001 es la mejor herramienta actualmente disponible para alcanzar la eficiencia energética y cumplir con las legislaciones vigentes a nivel nacional e internacional que regulan el sector energético, por lo que podemos concluir que los cambios en la legislación energética mundial y su panorama futuro, justifican la implementación de un SGen basado en esta norma.

#### **1.2.8 Legislación y normatividad del cambio climático y la transición energética en México.**

En México se encuentran en vigor un conjunto de leyes nacionales que convergen en objetivos comunes, relacionados con el tema del consumo energético y una nueva visión y preocupación por el cuidado del medio ambiente. Entre otras destacan:

- Ley General del Cambio Climático (LGCC)
- Ley de Transición Energética (LTE)

- Ley de la Industria Eléctrica (LIE)
- Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE).

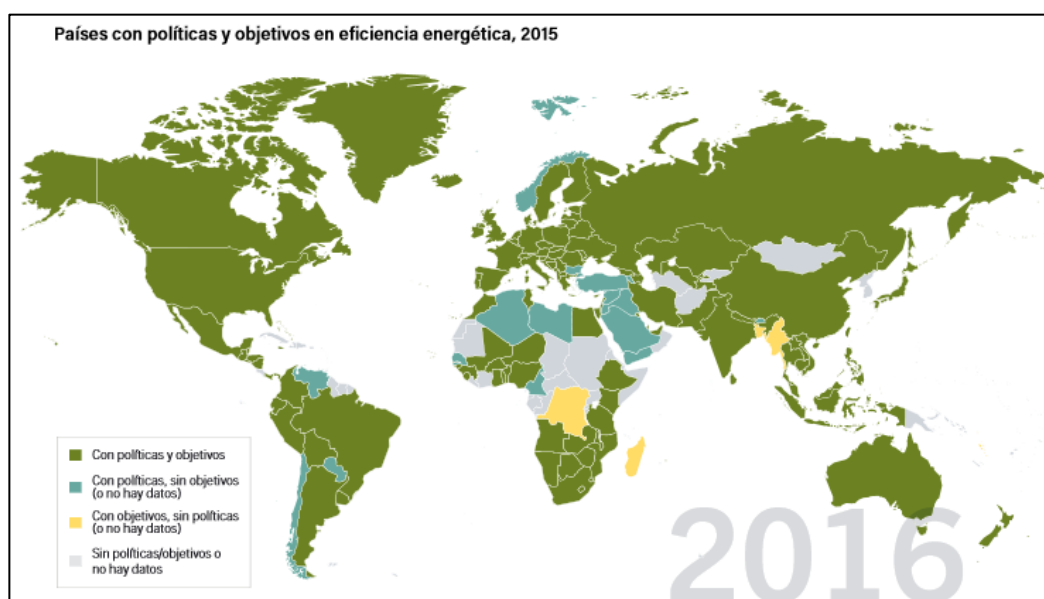


Figura 1.1 Mapa mundial de países con políticas y objetivos en eficiencia energética 2015  
(Fuente: *Energías Renovables 2016 Reporte de la Situación Mundial*, 2016) [27]

#### 1.2.8.1 Compromisos de la Ley General del Cambio Climático en México

La Ley General de Cambio Climático (LGCC), entro en vigor en México en octubre del 2008 y es el marco legal que establece las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático en el país. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico. Los principales objetivos señalados en esta ley son: [28]

1. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.
2. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención

Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (ahora la COP21) [9] y demás disposiciones derivadas de la misma.

3. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático.
4. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno.
5. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático.
6. Establecer las bases para la concertación con la sociedad.
7. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.

Los objetivos generales de mitigación de esta ley son el reducir un 30% de emisiones de GEI respecto a la línea base en 2020 y 50% en 2050 en relación con las emisiones del año 2000. Para lograr estas metas, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) ha creado junto con otras estancias la “*Estrategia Nacional de Cambio Climático Versión 10 – 20 – 40 (ENCC)*”, la cual, es el instrumento que guía las acciones del país para combatir el fenómeno del cambio climático a lo largo de 40 años. [29]

La ENCC cuenta con cinco grandes ejes estratégicos; dos de ellos están estrechamente relacionados con el campo de aplicación del SGen ISO 50001, a decir de ellos: el “*Acelerar la Transición Energética*” y el “*Reducir la Intensidad Energética Mediante Esquemas de Eficiencia y Consumo Responsable*”. [29] Para que las acciones que se desprenden de estos dos ejes aporten de manera eficaz y efectiva para el logro de las metas de reducción de emisiones de GEI se tienen que implementar con toda su fuerza y potencial, principalmente en los sectores de mayor aportación a las emisiones, en especial los grandes consumidores energéticos.

En el sector industrial, los SGen son fundamentales para lograr las estrategias planteadas por esto dos ejes de la ENCC, ya que este sistema empuja a las organizaciones a reducir su intensidad energética a través de la eficiencia en el uso y consumo de energía; aunado a esto, como sistema que trabaja en el ciclo de mejora continua, en una búsqueda permanente por incrementar la EE, el SGen empujará también al cambio a tecnologías

más eficientes que usan energías de bajo carbono, impulsando la “Transición Energética” desde la gestión interna de las organizaciones la transición energética.

Tabla 1.3. Principales hitos de la ENCC a 10, 20 y 40 años  
(Fuente: *Estrategia Nacional de Cambio Climático, 2013*) [29]

| <b>Principales hitos en los próximos 10, 20 y 40 años que permitirían a México llegar a la visión planteada</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rubro</b>                                                                                                    | <b>10 años</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>20 años</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>40 años</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Energía</b>                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Tecnologías limpias integradas al desarrollo productivo nacional.</li> <li>* Esquemas socioeconómicos incentivan el uso de energías limpias.</li> <li>* Sistema de incentivos promueve las mayores ventajas del uso de combustibles no fósiles, la eficiencia energética, el ahorro de energía y el transporte público sustentable con relación al uso de los combustibles fósiles.</li> <li>* Cerca de alcanzar el 35% de la generación eléctrica proveniente de fuentes limpias.</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Al menos 40% de la generación de energía eléctrica proviene de fuentes limpias.</li> <li>* La generación de electricidad mediante fuentes limpias crea empleos, incluyendo a los sectores vulnerables.</li> <li>* Los sectores residencial, turístico e industrial utilizan fuentes diversas de energía limpia, esquemas de eficiencia energética y ahorro de energía.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* La generación de energía limpia soporta el desarrollo económico de todos los sectores productivos de forma equitativa y sustentable.</li> <li>* Al menos el 50% de la generación de energía eléctrica proviene de fuentes limpias.</li> </ul> |
| <b>Emisiones</b>                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Reducción de 30% de emisiones respecto a línea base.</li> <li>* México reduce sustancialmente las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta.</li> <li>* Las industrias paraestatales energéticas implementan esquemas de eficiencia energética en todas sus operaciones y aumentan el uso de energías renovables.</li> <li>* Los centros urbanos con más de cincuenta mil habitantes cuentan con infraestructura para el manejo de residuos que evita emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) a la atmósfera.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Crecimiento económico desacoplado de la dependencia a combustibles fósiles y sus impactos ambientales.</li> <li>* Se minimizan las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta.</li> </ul>                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Reducción del 50% de emisiones respecto a las emisiones del año 2000.</li> </ul>                                                                                                                                                              |
| <b>Sector privado/industria</b>                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Las empresas incorporan criterios de cambio climático en sus proyectos productivos.</li> <li>* Las principales fuentes emisoras de GEI reportan su componente de emisiones en el Registro Nacional de Emisiones.</li> <li>* Las empresas reducen sus emisiones de gases y compuestos y aprovechan las oportunidades de eficiencia energética, ahorro de energía y uso de energías limpias y renovables.</li> </ul>                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Las empresas manejan integralmente sus residuos.</li> <li>* Se implementan esquemas de producción y consumo sustentable.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Las empresas tienen ciclos sustentables de producción.</li> </ul>                                                                                                                                                                             |

En la *tabla 1.3* están representadas las principales líneas de acción empujadas por la ENCC en plazos de 10, 20 y 40 años. En ella se pueden observar que la EE juega un rol prioritario en el sector industrial y otros sectores para alcanzar los objetivos establecidos. Los SGen (desde el 2011, la ISO 50001) son una herramienta de vanguardia usada y probada ya en muchas partes del mundo, eficaz y efectiva para mejorar la eficiencia energética de las organizaciones (en especial de la industria), permitiendo el ahorro de

energía y la mejora ambiental al disminuir las emisiones de GEI como consecuencia de la reducción del consumo energético.

Los compromisos de la LGCC y las estrategias anunciadas en la ENCC justifican los esfuerzos por crear una metodología que se enfoque en agilizar el proceso de implementación de un SGen ISO 50001:2011.

#### *1.2.8.2 Compromisos de la Ley de Transición Energética en México*

La LTE fue publicada en el *DOF* el 24 de diciembre de 2015 y tiene por objetivo establecer la regulación nacional para el aprovechamiento sustentable de la energía, establecer las obligaciones en materia de energías limpias, además de reducir las emisiones de contaminantes de la industria eléctrica. Las metas establecidas en esta ley son; una participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 25% para el año 2018, del 30% para 2021 y del 35% para 2024. [30] Estas metas están sustentadas primeramente en la capacidad del país hacia la transición a energías limpias para influir en la matriz energética y en segundo lugar en el potencial de la eficiencia energética de los equipos, instalaciones y procesos de los principales consumidores

En el artículo 2 de esta ley, se establecen nueve funciones primordiales ligadas al quehacer de la misma; cuatro de estas funciones están relacionadas de manera directa o indirectamente al sector industrial nacional en términos de su EE:

- Facilitar el cumplimiento de las metas de Energías Limpias y Eficiencia Energética establecidos en esta Ley de una manera económicamente viable;
- Establecer mecanismos de promoción de energías limpias y reducción de emisiones contaminantes;
- Apoyar el objetivo de la Ley General de Cambio Climático, relacionado con las metas de reducción de emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero y de generación de electricidad provenientes de fuentes de energía limpia;
- Promover el aprovechamiento sustentable de la energía en el consumo final y los procesos de transformación de la energía;

En el Artículo 75 de la LTE, referido a la “Investigación Científica, la Innovación y el Desarrollo Tecnológico”, establece que La Secretaría de Energía y el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL), con la participación del Consejo Nacional

de Ciencia y Tecnología (CONACyT), promoverán la investigación aplicada y el desarrollo de tecnologías para el cumplimiento de las Metas en materia de Energías Limpias y Eficiencia Energética a partir de, entre otros, los siguientes criterios: El fomento al desarrollo de nuevos conocimientos, materiales, técnicas, procesos, servicios y tecnologías en materia de Energías Limpias y Eficiencia Energética.

El artículo 111 y 112 de la LTE referentes a la Participación Voluntaria, especifican que la Secretaría de Energía, a través de la CONUEE, podrá celebrar acuerdos voluntarios con participantes de los sectores productivos que tengan consumos significativos de energía por cada unidad de producción física, a fin de reducir la intensidad energética en sus actividades. Esto acuerdos voluntarios deben especificar la meta de reducción en la intensidad energética que se comprometen a implementar los participantes durante la vigencia del acuerdo. [30]

Durante las últimas décadas, los “Acuerdos Voluntarios (AVs)” han representado a nivel mundial (en más de 30 países) el esquema más eficaz en el sector industrial para el ahorro de energía. Los países con mejores resultados son aquellos que han implementado un esquema obligatorio o bien permiten un esquema voluntario con incentivos de diversos tipos, que van desde incentivos fiscales, hasta financiamiento y reconocimientos. [Reporte de AV 2017]. [31]

En el “*Primer Reporte de Evaluación sobre los Acuerdos Voluntarios 2017*” emitido por la CONUEE, sobresale el hecho de que, al 30 de junio de ese año, todavía no se había firmado ningún AV al que se refiere la LTE, sin embargo, se espera que antes de finalizar el año 2017 se firmen los primeros AVs entre la CONUEE e importantes empresas mexicanas.

La reducción de la intensidad energética a la que se refieren los AVs, es un indicador de la EE; promovida y ejecutada exitosamente en muchos países en los sectores industrial y comercial a través de la implementación de SGEN, derivado de esto, la CONUEE ha identificado que el SGEN en la industria es la base para el inicio de las actividades de los AVs en México, por esta razón, el desarrollo del Programa de AVs se planteó según se muestra en la *tabla 1.4*, donde podemos observar que en el SGEN ISO 50001 es el principal promotor de la EE de dicho programa. [31]

Tabla 1.4 Plan inmediato para el desarrollo de los AVs en México  
(Fuente: Primer Reporte de Evaluación sobre los Acuerdos Voluntarios, 2017) [31]

| Etapas planteadas para el desarrollo del "Programa de AVs" |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                             |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| AVs                                                        | Etapa 1 (2017-2018)                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                             |
| Dirigido a                                                 | <b>Piloto</b><br>* 10 a 20 UPACs (u otros consumidores)                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Nacional</b><br>* Todos los UPACs y otros consumidores industriales o comerciales (200+) |
| Esquema                                                    | * 100% voluntario<br>* Enfoque en oportunidades de EE con alto costo-beneficio e implementación de un SGen<br>* Opcional, certificación ISO 50001                                                                                                                                                               |                                                                                             |
| Obligaciones del participante                              | * Proponer una meta de EE anual en un periodo de 3 años<br>* Preparar un plan de acción para EE y SGen/ISO 50001 basado en la auditoria energética realizada.<br>* Proponer una fecha para la certificación en ISO 50001 (opcional)<br>* Reportar sobre los avances de implementación y los resultados a CONUEE |                                                                                             |

La LTE definió tres instrumentos de planeación para la política nacional energética en materia de energías limpias y eficiencia energética:

1. Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios (ETPUTCL)
2. Programa Especial de la Transición Energética (PETE)
3. Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE)

La ETPUTCL se constituye como el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo en materia de obligaciones de Energías Limpias, Aprovechamiento sustentable de la energía y mejora en la productividad energética en su caso, de reducción económicamente viable de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica. Para ello, la LTE definió tres los objetivos de la Estrategia:

1. Establecer las metas y la Hoja de Ruta para la implementación de dichas metas.
2. Fomentar la reducción de emisiones contaminantes originadas por la Industria Eléctrica.
3. Reducir, bajo criterios de viabilidad económica, la dependencia del país de los combustibles fósiles como fuente primaria de energía.

Las acciones emanadas de la estrategia deberán ser ejecutadas mediante los programas (PETE y PRONASE) a fin de cumplir los objetivos y metas de la ley. Las metas a

mediano y largo plazo en relación a la EE establecidas en la ETPUTCL, en relación al consumo final de energía se muestran en la *tabla 8*.

Tabla 1.5 Metas de eficiencia energética de la ETPUTCL  
(Fuente: *Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, 2016*) [32]

| <b>Metas de Eficiencia Energética</b>                                                            |                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2016-2030</b>                                                                                 | <b>2031-2050</b>                                                                                 |
| Tasa anual promedio de 1.9% de reducción de la intensidad energética de consumo final de energía | Tasa anual promedio de 3.7% de reducción de la intensidad energética de consumo final de energía |

Esta LTE le confiere a la Secretaría de Energía y a la CONUEE la responsabilidad de establecer una “*Hoja de Ruta*” para el logro de las metas indicadas en la ley y además establecidas en la ETPUTCL, dicha Hoja de Ruta establece las siguientes iniciativas a realizar en el mediano plazo en cuanto a “*Regulaciones y Políticas*” concernientes al sector industrial:

- Fortalecer la política fiscal con criterios de eficiencia energética y uso de energías limpias. según el ámbito de su respectiva competencia, que en el caso de competen al sector industrial (2019-2024).
- Homologar la regulación ambiental y de desempeño energético con socios comerciales (2019-2025)
- Desarrollar programas de incentivos, acreditaciones y reconocimientos para promover los Sistemas de Gestión de Energía (SGEn). (2019-2030)
- Fortalecer y ampliar los programas de promoción para eficiencia energética y uso de energías limpias en MiPyMEs. (2019-2030).

En cuanto a “*Instituciones*” concernientes al sector industrial, la hoja de ruta señala entre otras la iniciativa de:

- Fortalecer los sistemas y los programas asociados a certificaciones internacionales en materia de EE y protección al ambiente aplicados a la industria. (2018-2030)

En cuanto a “*Capacidades Técnicas y Recursos Humanos*” concernientes al sector industrial, la hoja de ruta señala entre otras, las iniciativas de:

- Establecer programas de gran alcance para el desarrollo de capacidades nacionales para la implantación y certificación de SGEN. (2017-2018)

En cuanto a “*Mercados y Financiamientos*” concernientes al sector industrial, la hoja de ruta señala entre otras, las iniciativas de:

- Establecer programas para la adopción de tecnología que mejora la eficiencia energética y reduce el impacto ambiental, y la implementación de SGEN en industrias (2017-2018).
- Desarrollar mecanismos de mercado para impulsar la eficiencia energética (2018-2025).

En cuanto a “*Investigación, Desarrollo e Innovación*” concernientes al sector industrial, la hoja de ruta señala entre otras, las iniciativas de:

- Desarrollar y fortalecer capacidades de investigación, adopción y asimilación tecnológica asociadas a materiales, equipos, sistemas y procesos de carácter industrial orientados a las necesidades de la industria nacional (2018-2050)

Con este desglose de la LTE y los mecanismos previstos para hacerla efectiva, en el ámbito del sector industrial, podemos fácilmente llegar a la conclusión de que la implementación de un SGEN ISO 50001:2011 en este sector es prioridad para alcanzar los objetivos de EE trazados en su “*Hoja de Ruta*” de esta ley. Es claro que la EE no es más un bien deseado, sino que es un bien requerido debido a muchas realidades actuales de carácter energético y climático. La importancia de la implementación de los SGEN resaltada en la LTE justifica sustancialmente los trabajos de investigación para desarrollar una metodología que agilice el proceso de desarrollo e implementación de los requisitos de la norma ISO 50001:2011 dentro de un SGA ya en operación en la industria en México.

#### *1.2.8.3 Compromisos de la Ley de la Industria Eléctrica en México*

En agosto del 2014 entró en vigor la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) en México. Esta tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades de la industria eléctrica, teniendo por finalidad promover el desarrollo

sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes.

Esta ley se enfoca en el control del mercado eléctrico nacional establecido en el nuevo esquema de operación de la “*Reforma energética*”, donde la dinámica oferta-demanda juega un rol fundamental en el llamado “*mercado eléctrico mayorista*”, donde los suministradores de energía de precios más bajos serán los primeros en ser seleccionados para el despacho de energía por parte del CENACE. Esta es una forma estratégica de empujar el cumplimiento de los objetivos trazados en la política nacional, que tiene metas crecientes de energías limpias y de diversificación de fuentes primarias de energía:

- La LTE tiene como metas incrementar el porcentaje de energías limpias en la matriz energética a 25% al 2018, 30% al 2021, 35% al 2024. [30]
- La LAERFTE tiene como metas incrementar el porcentaje de energías no fósiles en la matriz energética 40% en 2035 y 50% en 2050). [33]

Las centrales generadoras de energías limpias generalmente tienen costos variables menores a los de las centrales generadoras a base de energías fósiles, de tal manera que estas podrán tener prioridad en el despacho por parte del CENACE. Ello supone que, siempre que estén en capacidad de generar, las centrales generadoras de energías limpias serán seleccionadas primero en el orden de despachos.

Un incentivo adicional que prevé la LIE es la compra-venta de “*Certificados de Energías Limpias (CELs)*”, que representarán un ingreso adicional para los generadores de energías limpias, convirtiendo a estos certificados en un promotor vigente de la transición energética en el país.

Los CELs son un título que acredita la producción de energía eléctrica limpia, los generadores recibirán un CEL por cada mega watt-hora de energía limpia generado para vender en el mercado, la producción limpia será validada por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) según los criterios establecidos por la Secretaría de Energía (SE). De igual forma, los grandes consumidores de electricidad, es decir Usuarios Calificados y Suministradores y demás participantes obligados, requieren que un porcentaje de la energía eléctrica que consumen provenga de fuentes limpias. El Requisito de Certificados

de Energías Limpias para los usuarios obligados correspondiente al periodo de obligación 2018 será de 5% [34], 5.8% en el 2019 [35], 7.4% en el 2020, 10.9% en el 2021 y 13.9% en 2022 [36]. Los consumidores finales tendrán que demostrar ante la CRE que tienen una generación de energía limpia equivalente a estos porcentajes según el año o de lo contrario tendrán que comprar CELs por el total equivalente a dicho porcentaje de su consumo.

El sector industrial y en especial aquel que es ACEn se verá afectado por estas regulaciones enmarcadas en la LIE y se verán empujados de manera gradual hacia la implementación de SGen de manera que, desde su propia gestión interna de energía, puedan cubrir la legislación de manera de alto costo-efectiva

Las obligaciones que la LIE establecen a los usuarios de energía eléctrica en el país justifican los esfuerzos por diseñar una metodología para agilizar la implementación de un SGen ISO 50001:2011 en la industria, ya que esta energía es actualmente el segundo energético usado por la industria y va camino a convertirse en el primer energético usado por el sector industrial a nivel nacional.

### **1.2.9 Aportaciones de la investigación.**

El desarrollo y los resultados de la presente investigación permitieron alcanzar las siguientes aportaciones a la industria nacional y local:

1. La Metodología de Integración es una herramienta que permite desarrollar e implementar un SGen ISO 50001 integrándolo a un SGA ISO 14001:2004 ya existente en cualquier organización. Esta herramienta puede ser aplicada en cualquier organización, de cualquier tipo, en cualquier lugar que tenga implementado y operando un SGA basado en la norma ISO 14001.
2. En esta investigación no solo se desarrolló la metodología, sino que la puso a prueba en una Empresa UPAC en el municipio de Mexicali, Baja California México. Por lo que las organizaciones pueden tener una referencia de los beneficios logrados por medio de la implementación de la Metodología y por la operación del SGen en una empresa clasificada como de alto consumo energético. Los resultados que se alcanzaron demuestran los siguientes beneficios:
  - a) Beneficios derivados del uso de la Metodología de Integración:

- Reducción en cuanto a los requisitos de documentación del SGen, derivados del compartir la documentación existente en el SGA.
  - Reducción en el Recurso Humano necesario para la implementación del SGen, derivado del uso compartido del sistema, estructura y funciones del SGA, al momento de integrar el SGen.
  - Reducción de los tiempos requeridos para desarrollar los requisitos de la norma ISO 50001:2011.
  - Seguir los pasos de la Metodología de Integración permite alcanzar la certificación en la Norma ISO 50001:2011.
- b) Beneficios derivados de la operación del SGen:
- Beneficios Energéticos importantes, ya que la operación del SGen asegura la mejora constante de la eficiencia energética con ello el ahorro de los energéticos, que dependen de los planes de acción que se hayan implementado.
  - Beneficios Económicos. Con la mejora en la eficiencia energética de una organización, van de la mano los beneficios económicos, que pueden ser tan altos como la organización se comprometa con el SGen.
  - Beneficios Ambientales. El incremento en la eficiencia energética trae como consecuencia directa la eliminación de los GEI que la cantidad de energético no consumido podría haber emitido a la atmósfera. La cuantificación de estas emisiones evitadas representa un beneficio ambiental consecuencia del SGen.
3. Los resultados de esta investigación adicionalmente permiten, tener información real y actualizada sobre los beneficios energéticos, económicos y ambientales resultantes en la implementación del SGen ISO 50001:2011 en la ECE.
4. El análisis de los resultados y la extrapolación a la industria UPAC mexicalense permite dimensionar los beneficios energéticos y ambientales que podría conseguir este sector de la industria con la implementación del SGen basado en la ISO 50001:2011, mediante:
- Cuantificar los beneficios en términos de los kWh que podrían ser ahorrados (evitar su consumo) en la implementación de un SGen en toda la industria UPAC mexicalense.

- Convertir esos beneficios energéticos a términos económicos, cantidad de dinero que potencialmente la industria UPAC mexicalense podría ahorrar con la implementación del SGen ISO 50001:2011.
- Convertir esos beneficios energéticos a términos ambientales, toneladas de CO2 que potencialmente la industria UPAC mexicalense podría evitar emitir a la atmósfera si implementara el SGen ISO 50001:2011.

5. Otras aportaciones de la investigación son:

- Tener una visión del proceso de integración de la norma ISO 50001:2011 con el SGA y sus beneficios.
- Tener una referencia con respecto a la integración con otros Sistemas de Gestión de la industria con los que la ISO 50001:2011 puede integrarse.
- Esta investigación es una aportación importante al “saber hacer”, al desarrollar una investigación de gran contenido, puesta a disposición de quienes estén interesados.

### **1.2.10 Uso de los resultados**

#### **1. Uso en el sector industrial, comercial y de servicios.**

- La Metodología de Integración desarrollada y propuesta por este trabajo de investigación puede ser usada por cualquier organización industrial o comercial o de cualquier tipo que teniendo ISO 14001 implementado, esté interesado en implementar el SGen basado en la norma ISO 50001:2011.
- La Metodología de Integración puede también servir de referencia para cualquier organización teniendo cualquier otros Sistema de Gestión (en especial de las normas ISO) implementado, esté interesado en implementar el SGen basado en la norma ISO 50001:2011.
- El Sector Industrial clasificado como de Alto Consumo Energético tiene en este trabajo de investigación, un marco de referencia en cuanto a los beneficios de la implementación de un SGen ISO 50001:2011.
- Las organizaciones y las personas cuya función es asesores para la implementación de la norma ISO 50001:2011, tienen en la Metodología de Integración, una herramienta de vanguardia al servicio de sus necesidades.

## 2. Uso en el sector gubernamental.

- Las agencias gubernamentales encargadas de promover la eficiencia energética a nivel nacional (SENER, CRE, CONUEE, SEMARNAT) en los diferentes sectores productivos, tiene en los resultados de este trabajo de investigación, herramientas e información actualizada y confiable que pueden utilizar para el logro de sus objetivos particulares.
- Las agencias gubernamentales de Ciencia y Tecnología como el CONACYT, puede encontrar en los resultados de esta investigación, puntos de interés para sus actividades de investigación y desarrollo

## 3. Uso por otros interesados.

- Las Universidades pueden hacer uso de los resultados de este trabajo de investigación para su proceso de actualización de la enseñanza en la parte energética, o bien utilizarlos como base para crear nuevo conocimiento o aplicación del conocimiento.
- Los Investigadores dedicados al Sector Energético en México, pueden utilizar esta investigación como referencia o base para sus investigaciones.
- El público en general que bajo cualquier circunstancia esté interesado en conocer la norma ISO 50001:2011 en relación a su implementación e integración con otros sistemas de gestión existentes, en especial con el SGA ISO 14001.

## **1.3 Hipótesis**

La adecuación y complementación de un SGA ISO 14001 en operación para cumplir con los requisitos de un SGen ISO 50001:2011, permite ahorrar recursos y agiliza el proceso de certificación en esta norma en la industria.

## **1.4 Objetivo general**

Diseñar y proponer una Metodología de Integración de fácil aplicación, efectiva para desarrollar e implementar los requisitos de un SGen ISO 50001, adecuando y

complementando los requisitos del SGA ISO 14001 en operación, logrando la certificación en la nueva norma.

## **1.5 Objetivos específicos**

- a. Validar la efectividad de la Metodología de Integración, para llevar a la certificación en la norma ISO 50001, al aplicarla en una Empresa Caso de Estudio (ECE).
- b. Identificar los beneficios obtenidos, en términos del ahorro de los recursos requeridos para el desarrollo e implementación de los requisitos de la norma ISO 50001 en la ECE.
- c. Identificar y cuantificar los beneficios energéticos (incremento en la eficiencia energética o ahorro de energía) que acompañan a la operación de un SGen en la ECE y extrapolar dichos resultados a la industria mexicalense de alto consumo energético.
- d. Identificar y cuantificar los beneficios económicos que acompañan a la operación de un SGen en la ECE y extrapolar dichos resultados a la industria mexicalense de alto consumo energético.
- e. Identificar y cuantificar los beneficios ambientales que acompañan a la operación del SGen ISO 50001 en la ECE y extrapolar los resultados a la industria mexicalense de alto consumo energético.

## **1.6 Metodología de la investigación**

### Fase 1: Búsqueda documental

- Se aplicó un proceso de búsqueda, selección, análisis e interpretación de información relacionada con el desarrollo de las certificaciones ISO 50001 en la industrial a nivel mundial y en particular en México, buscando datos sobre:
  - Número de empresas certificadas
  - Sector o tipo de industria con mayor número de certificaciones.

Esta primera parte tiene como objetivo central, comparar el avance de las certificaciones en México con respecto al avance de otros países y a nivel mundial.

- Se aplicó un proceso de búsqueda, selección, análisis e interpretación de información relacionada con el desarrollo de las certificaciones ISO 14001 en la industria a nivel mundial y en particular en México, buscando datos sobre:
  - Número de empresas certificadas
  - Sector o tipo de industria con mayor número de certificaciones.

Esta búsqueda tiene como objetivo determinar el campo de aplicación que puede tener la Metodología de Integración.

- Se realizó un “Análisis de Brechas Documentales” entre los requisitos de las normas ISO 50001 e ISO 14001. El resultado de este análisis se convirtió en el fundamento que sustente la Metodología de Integración ya que establece la manera particular en que los requisitos del ISO 14001 cumplen también con los requisitos de la norma ISO 50001:2011.
- Se realizó un proceso de búsqueda, selección, análisis e interpretación de información relacionada con las Metodologías de Integración existentes para implementar un SGen ISO 50001:2011, integrado a otros sistemas de gestión, en especial, con el ISO 14001. La finalidad primordial de esta búsqueda fue el encontrar el punto de partida del diseño de la nueva Metodología de Integración, o bien asegurar la no existencia de una Metodología de Integración que cumpliera con los objetivos planteados.

## Fase 2. Diseño de la Metodología de Integración.

- Se desarrollaron las acciones para cerrar las brechas encontradas en el “Análisis de Brechas Documentales” de la fase 1. El resultado de este paso, constituye un plan de acción, del que básicamente nace la Metodología de Integración.
- Con la información recabada y el resultado de los análisis, se procede a diseñar la Metodología de Integración, haciendo uso del ciclo de mejora continua (ciclo de Deming) “Planear, Hacer, Verificar y Actuar”. La Metodología de Integración se basó en la creación de un procedimiento que permite modificar y complementar la estructura, documentación, sistemas y funciones del SGA ISO 14001 en operación en una organización, para que cumpla también con los requisitos del SGen, formando finalmente un solo sistema integrado para ambas gestiones.

### Fase 3. Selección de la Empresa Caso de Estudio

- Se realizó un proceso de búsqueda, selección, análisis e interpretación de información para seleccionar la sección de la industria mexicalense con alto consumo energético, para ello se utilizaron las siguientes bases de datos:
  - Revisión de estadísticas de la CFE, INEGI y CONUEE y otros organismos a cerca del consumo energético de las empresas mexicalenses.

En esta etapa, el objetivo primordial fue el determinar el universo de empresas mexicalenses cuyos consumos energéticos sean tal que maximicen los resultados de la implementación del SGen.

- Se determinó cuales de las empresas mexicalense con alto consumo energético son los mejores prospectos para convertirse en la ECE para el trabajo de investigación. Para lograr este objetivo, se diseñó y llevó a cabo un paquete de encuestas (herramienta encuesta-entrevista) focalizadas a las empresas mexicalenses clasificadas por la CONUEE como usuarios del padrón UPAC, para obtener, analizar e interpretar información referente a:
  - La existencia de Sistemas, Programas y/o acciones enfocadas al ahorro y la eficiencia energética implementados en la industria UPAC.
  - Encontrar los diferentes sistemas de gestión (ISO 14001, ISO 9000, etc.) implementados en la industria UPAC.
  - Encontrar el nivel de conocimiento de los principales actores energéticos, sobre la norma ISO 50001, su aplicación y ventajas principales.
- Selección de candidatos idóneos y confirmación de la ECE. En esta etapa se realizaron entrevistas con las empresas candidatas idóneas, hasta confirmar que al menos una de ellas permitiera poner a prueba la Metodología de Integración, al desarrollar el SGen en sus instalaciones.

### Fase 4. Implementación de la Metodología de Integración.

- El primer paso de la implementación de la Metodología de Integración, consiste en realizar un “Análisis de Compatibilidad Documentales”, mediante el cual, se identificaron todos los documentos del SGA relacionados con cada uno de los

requisitos del SGen ISO 50001:2011, mismos que serán modificados y completados para cubrir los requisitos de ambos sistemas de gestión.

- Implementación de la Metodología de Integración. Que consiste en el despliegue de las acciones propuestas para desarrollar cada uno de los requisitos del SGen ISO 50001:2011, dentro de los requisitos del SGA ISO 14001:2004.

#### Fase 5. Resultados de la implementación de la Metodología de Integración y de la implementación del SGen en la Empresa Caso de Estudio.

- Se encontraron y analizaron de los beneficios derivados del uso de la Metodología de Integración propuesta al aplicarla en la ECE:
  - Se analizaron y cuantificaron los beneficios documentales.
  - Se analizaron y cuantificaron los beneficios en el tiempo requerido para el desarrollo e implementación del SGen.
  - Se analizaron y cuantificó los beneficios en el recurso humano requerido para desarrollar e implementar los requisitos del SGen.
- Se encontraron y analizaron de los beneficios derivados de la implementación del SGen en la ECE:
  - Se cuantificaron y analizaron los beneficios en términos de ahorro energético y su impacto en la eficiencia energética en la empresa del caso de estudio.
  - Se analizaron los beneficios ambientales derivados de la implementación del SGen.

#### Fase 6. Analizar y extrapolar los resultados de la implementación del SGen.

- Se analizaron los resultados obtenidos en la ECE en cuanto al ahorro energético y los beneficios ambientales, para extrapolarlos a todo el sector mexicalense clasificado UPAC.

# **CAPITULO 2: ESTADO DEL ARTE**

## 2.1 Definiciones.

**Aprovechamiento sustentable de la energía.** El uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo, incluyendo la Eficiencia Energética (LTE)

**Consumo de Energía.** Se refiere a la cantidad de energía utilizada.

**Desempeño Energético.** Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía.

**Eficiencia Energética (EE).** Es Proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía

**Energía.** Es la capacidad de realizar un trabajo (electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido y otros similares)

**Energías fósiles.** Aquellas que provienen de la combustión de materiales y sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso que contienen carbono y cuya formación ocurrió a través de procesos geológicos.

**Energía Limpia.** Es la fuente de energía que no genera residuos al producirse o utilizarse, o en su caso, genera muy poco, como el gas natural.

**Energías Renovables.** Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente y son inagotables a escala humana, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes (viento, radiación solar, hidroeléctrica, energía oceánica, geotérmica y bioenergéticos).

**Equipo de Gestión Energética (EGEn).** Persona(s) responsable(s) de la implementación eficaz de las actividades del sistema de gestión energética y de la realización de las mejoras en el desempeño energético.

**Indicador de Desempeño Energético (IDEn).** Valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo define la organización.

**Línea de Base Energética.** Referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético.

**Política Energética.** Declaración por parte de la organización de sus intenciones y dirección globales en relación a su desempeño energético, formalmente expresada por la alta dirección.

**Revisión Energética.** Determinación del desempeño energético de una organización basado en datos y otro tipo de información, orientada a la determinación de oportunidades de mejora.

**Seguridad Energética.** Disponibilidad de una oferta adecuada de energía a precios asumibles

**Servicios Energéticos.** Actividades y sus resultados relacionados con el suministro y/o uso de la energía.

**Sistema de Gestión Energética (SGEn).** Conjunto de elementos interrelacionados mutuamente que interactúan para establecer una política, objetivos energéticos, procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

**Sustentabilidad (Desarrollo Sustentable).** Se referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras.”

**Uso de la Energía.** Forma o tipo de aplicación de la energía, por ejemplo; ventilación; iluminación; calefacción; refrigeración; transporte; procesos; líneas de producción.

**Uso Significativo de la Energía.** Uso de la energía que ocasiona un consumo potencial de energía y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.

## **2.2 Estado del Arte.**

### **2.2.1 El Nacimiento de la norma ISO 50001:2011 y el estado del arte**

La creación de cualquiera de las normas ISO es considerada, un marco conceptual mundial del contexto de aplicación de dicha norma, esto en consideración al hecho de que el nacimiento de una norma dentro de la organización internacional ISO responde a una necesidad consensada, de carácter mundial, de alto impacto y un alto nivel de urgencia para ser atendido. El trabajo de creación de una nueva norma y/o la modificación de una existente, ha representado un trabajo colaborativo de expertos en el tema a nivel internacional. Tal es el caso de la norma ISO 50001:2011 que nace para responder a la necesidad impostergable de gestionar (ahorrar y eficientar) el consumo energético mundial. Con este objetivo, la organización ISO creó el Comité de Proyecto ISO/PC 242 [37], equipo integrado por expertos de 44 países; este comité concilió normativas energéticas ya existentes en diversos países para finalmente fusionarlas en un mejorado SGEn, creado en la estructura del ciclo de mejora continua de Deming “Planificar, Hacer, Verificar y Actuar” (PHVA) característico de las normas ISO. La creación de la norma ISO 50001 representa en por sí misma, el estado del arte en cuanto a los sistemas de gestión energética se refiere.

Los países que integran la Unión Europea (UE), son pioneros en la implementación de sistemas con enfoque en la eficiencia energética, ejemplo de ello es el desarrollo, creación e implementación en el año 2009, de la norma UNE 216501:2009 [38], que presenta los requisitos para realizar la auditoria energética; la cual se promovía a través de toda la unión por medio de incentivos de diversas índoles, para su implementación. Esta norma UNE 216501:2009, en el año 2010 se convierte en la norma UNE-EN 16001:2010 [39] con algunas mejoras a la norma precedente, pero el mismo enfoque a la eficiencia energética. Estas dos normas anteriores representan el antecedente inmediato (entre muchas otras iniciativas) que permitió en gran medida, el nacimiento de la actual norma ISO 50001:2011, y que por su propuesta e innovación viene a presentar ventajas superiores a las iniciativas anteriores, ya que toma lo mejor del conocimiento y legislación mundial en el tema de la eficiencia energética y lo mejora en un nuevo sistema de vanguardia.

### 2.2.2 La publicación oficial de la norma no integra una metodología para desarrollar e implementar sus requisitos.

La publicación oficial de la norma ISO 50001:2011, *“Sistema de Gestión de la Energía – Requisitos con orientación para su uso”* [4], presenta los requerimientos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar un SGEN, sin embargo, la descripción de cada uno de los requisitos solo pone de manifiesto el requerimiento, pero no así, la forma concreta para desarrollar, cumplir y/o ejecutar dichos requisitos, quedando a libertad y decisión de las organizaciones interesadas, tal acción. Es decir; la norma no presenta una metodología que lleve de la mano, paso a paso a las organizaciones, en el proceso de desarrollo e implementación del SGEN.

En la cláusula “4” de la norma ISO 50001:2011 se enlistan los requisitos que debe de cumplir un SGEN implementado correctamente y funcionando. Son 7 los requisitos tal como se muestran en la *tabla 2.1*. De cada uno de ellos, se despliegan una serie de requerimientos específicos a cumplir (expresados como “debes” de la norma); pero la norma está carente de un procedimiento o metodología para la ejecución.

Tabla 2.1. Requisitos del sistema de gestión energética  
(Fuente: *Tabla propia, elaborada según la norma ISO 50001:2011*) [4].

| NORMA ISO 14001:2011                              |
|---------------------------------------------------|
| 4 requisitos del sistema de gestión de la energía |
| 4.1 Requisitos generales                          |
| 4.2 Responsabilidad de la dirección               |
| 4.3 Política energética                           |
| 4.4 Planificación energética                      |
| 4.5 Implementación y Operación                    |
| 4.6 Verificación                                  |
| 4.7 Revisión por la dirección                     |

### 2.2.3 Manual de la CONUEE, para la implementación de un SGEN ISO 50001, sin una metodología o procedimiento para integrar el SGEN con otros sistemas de gestión.

La Comisión Nacional para el Uso eficiente de la Energía (CONUEE), que es un órgano perteneciente a la Secretaría de Energía en México, creada a través de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía [40], tiene como principal objetivo el

promover la eficiencia energética del país y fungir como órgano técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía. Esta institución, en su búsqueda por promover la eficiencia energética, desarrolla, ejecuta y promueve programas y acciones a nivel nacional, dentro de estos programas, en el año 2014 integró la promoción del SGen ISO 50001. Una de las acciones destacadas de esta iniciativa, fue la publicación en agosto de ese mismo año, de un “Manual para la Implementación de un SGen” [41]. En este manual se consideran los aspectos clave para el desarrollo e implementación de un SGen con base en los requisitos de la Norma Mexicana NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011 [42], equivalente mexicano a la Norma Internacional ISO 50001: 2011.

Se analizó este manual de la CONUEE en busca de una metodología adecuada para desarrollar e integrar un nuevo SGen ISO 50001 dentro de un SGA ISO 14001. Como resultado se pudo constatar que este no presenta ninguna metodología que permita integrar el SGen dentro de otro sistema de gestión, si bien, en este manual se hace mención de la compatibilidad del SGen con otros sistemas de gestión, y sugiere la integración del nuevo sistema con los ya existentes en las organizaciones; el manual esta carente de procedimiento de integración.

En la *figura 2.1* se presentan en forma gráfica los requisitos del SGen a través de las cuatro fases del ciclo de mejora continua PHVA, donde se desarrollan las 8 etapas que se deben llevar a cabo para el desarrollo satisfactorio del sistema. La aportación adicional de este manual con respecto a la norma oficial ISO 50001:2011 consiste en va más allá de exponer los deberes explícitos en la norma, profundizando un poco en cada requisito para guiar al usuario a comprender consideraciones particulares referentes al qué hacer y el cómo hacer, respecto al desarrollo e implementación de los requerimientos del SGen, llegando inclusive a presentar ejemplos concretos para el cumplimiento de algunos requisitos.

Sin embargo, como ya se mencionó, este manual CONUEE y su esquema de 8 pasos no representa ni se acerca a una metodología, que, como herramienta, muestre los pasos para un proceso de integración de un SGen con otros sistemas ya implementados en las organizaciones, como es el caso de ISO 14001:2004.

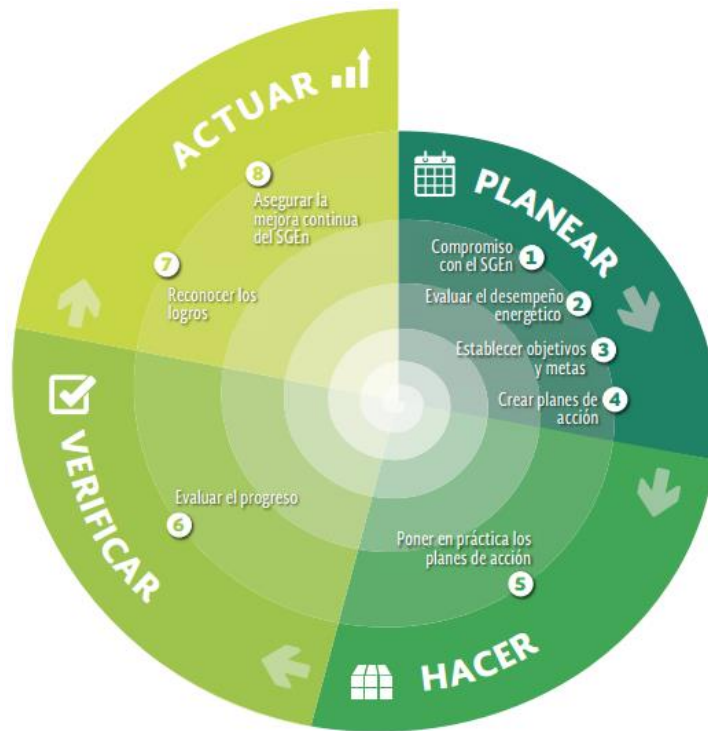


Figura 2.1. Etapas para el diseño e implementación de un SGen en el contexto del ciclo PHVA  
(Fuente: *Manual para la Implementación de un SGen*, CONUEE 2014) [41]

El “*Manual para la Implementación de un SGen*” publicado y promovido por la CONUEE, si aporta algunas referencias novedosas que clarifican y pueden dar un tipo de guía a los interesados, presentando 27 pasos a seguir que aportan una guía explicativa a través de definiciones del que hacer generalizado para el desarrollo de los requisitos (ver figura 2.2).

El resultado final del análisis de este manual es que no cuenta con metodología o procedimiento para la integración del SGen con cualquier otro sistema de gestión en las empresas.

#### 2.2.4 Un procedimiento para la planificación energética en Cuba

En el proceso de búsqueda de información sobre procedimientos y/o metodologías ya existentes para desarrollar e integrar un SGen ISO 50001 dentro de un SGA ISO 14001 ya en operación, se encontraron los trabajos de un grupo de investigadores cubanos del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, de la Habana, Cuba: Correa Soto, Jenny; Borroto Nordelo, Anibal E.; Alpha Bah, Mamadou; González Álvarez, Roxana; Curbelo Martínez, Maidelis; Díaz Rodríguez, Ana M., quienes integraron un equipo de

| PASOS PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SGEN                                                        |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br><b>PLANEAR</b>     | <b>ETAPA</b><br><b>1 COMPROMISO CON EL SGEN</b>                 | <b>Paso 1.1</b> Designar un representante de la dirección<br><b>Paso 1.2</b> Establecer un equipo de gestión de la energía<br><b>Paso 1.3</b> Definir una política energética<br><b>Paso 1.4</b> Definir alcance y límites del SGEN                                                                                                                                                                |
|                                                                                                         | <b>2 EVALUAR EL DESEMPEÑO ENERGÉTICO</b>                        | <b>Paso 2.1</b> Identificar y evaluar requisitos legales y otros<br><b>Paso 2.2</b> Recopilar datos energéticos<br><b>Paso 2.3</b> Establecer la línea de base energética<br><b>Paso 2.4</b> Analizar datos energéticos<br><b>Paso 2.5</b> Realizar evaluaciones técnicas y auditorías<br><b>Paso 2.6</b> Establecer puntos de referencia<br><b>Paso 2.7</b> Desarrollar un sistema de seguimiento |
|                                                                                                         | <b>3 ESTABLECER OBJETIVOS Y METAS</b>                           | <b>Paso 3.1</b> Determinar el marco de trabajo<br><b>Paso 3.2</b> Estimar el potencial de mejora<br><b>Paso 3.3</b> Definir objetivos y metas                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                         | <b>4 CREAR PLANES DE ACCIÓN</b>                                 | <b>Paso 4.1</b> Definir etapas y fines<br><b>Paso 4.2</b> Asignar funciones y destinar recursos                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <br><b>HACER</b>       | <b>ETAPA</b><br><b>5 PONER EN PRACTICA LOS PLANES DE ACCIÓN</b> | <b>Paso 5.1</b> Elaborar un plan de comunicación<br><b>Paso 5.2</b> Sensibilizar al personal<br><b>Paso 5.3</b> Fortalecer competencias<br><b>Paso 5.4</b> Motivar al personal                                                                                                                                                                                                                     |
| <br><b>VERIFICAR</b> | <b>ETAPA</b><br><b>6 EVALUAR EL PROGRESO</b>                    | <b>Paso 6.1</b> Dar seguimiento y control<br><b>Paso 6.2</b> Medir los resultados<br><b>Paso 6.3</b> Revisar los planes de acción                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <br><b>ACTUAR</b>    | <b>ETAPA</b><br><b>7 RECONOCER LOGROS</b>                       | <b>Paso 7.1</b> Proporcionar reconocimiento interno<br><b>Paso 7.2</b> Recibir el reconocimiento externo                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                         | <b>8 ASEGURAR LA MEJORA CONTINUA DEL SGEN</b>                   | <b>Paso 8.1</b> Realizar revisiones por la dirección<br><b>Paso 8.2</b> Tomar decisiones para mejorar el SGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Figura 2.2 Pasos para el diseño e implementación de un SGEN  
(Fuente: Manual para la Implementación de un SGEN, CONUEE 2014) [43]

trabajo para realizar investigación científica con enfoque en la eficiencia energética. En conjunto, desarrollaron un trabajo de investigación práctico dentro del ámbito del desarrollo y la implementación de un nuevo SGEN basados en los requisitos de la norma ISO 50001. Sin embargo; dentro de sus líneas de investigación no realizaron propuesta alguna sobre procedimientos, metodologías o pasos a seguir para integrar un SGEN ISO 50001:2011 dentro de un SGA ISO 14001.

Correa, J., Borroto, A. E., Alpha, M., Gonzalez, R., Curbelo, M., Diaz, A. M. (2013). En su publicación; *“Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011”* [44]., desarrollaron un procedimiento para realizar la etapa de Planificación Energética (requisito 4.4) del SGEN ISO 50001:2011 en su modalidad de adaptación cubana de la norma energética emitida por la ISO. En este procedimiento los autores integraron otras normas mundiales existentes, referentes a la gestión de la energía y gestión de la calidad, tales como:

- UNE 216301:2007. Sistema de Gestión Energética
- DIN EN 16001. Energy Management System in Practice A Guide for Companies and Organizations
- ANSI/MSE 2000:2008 Management System for Energy
- ISO 9001:2008 Sistema de Gestión de la Calidad

Los trabajos que como equipo desarrollaron estos investigadores cubanos estuvieron centrados en el diseño y la aplicación de un procedimiento exclusivo para la etapa de “Planificación Energética” que es solo una parte de los requisitos del SGEN ISO 50001:2011 (clausula 4.4 de la norma), dejando fuera los demás requisitos.

Este trabajo científico de desarrollo y puesta en marcha de un procedimiento para el proceso de Planificación Energética en el contexto de los trabajos de despliegue de los requisitos del SGEN ISO 50001, representa una aportación vanguardista y de gran utilidad para aquellas organizaciones que están iniciando la etapa de Planificación Energética. Sin embargo; este procedimiento está limitado a la etapa de Planificación Energética, y no se extiende a los otros requisitos del SGEN.

El procedimiento propuesto por los autores cubanos se establece en 5 etapas consecutivas que integran el proceso de planificación energética. Estas etapas van desde la planeación, hasta la definición de los planes de acción a seguir para alcanzar los objetivos y metas propuestas. En la *figura 2.3* se muestran las etapas del procedimiento y los resultados esperados en cada una de ellas. Para cada una de las etapas, los autores presentan herramientas y guías para orientar el proceso de planificación energética, sin embargo, este procedimiento no hace ninguna propuesta o aportación para el caso de que el desarrollo del nuevo SGEN contemple la integración con algún otro sistema de gestión ya implementado.

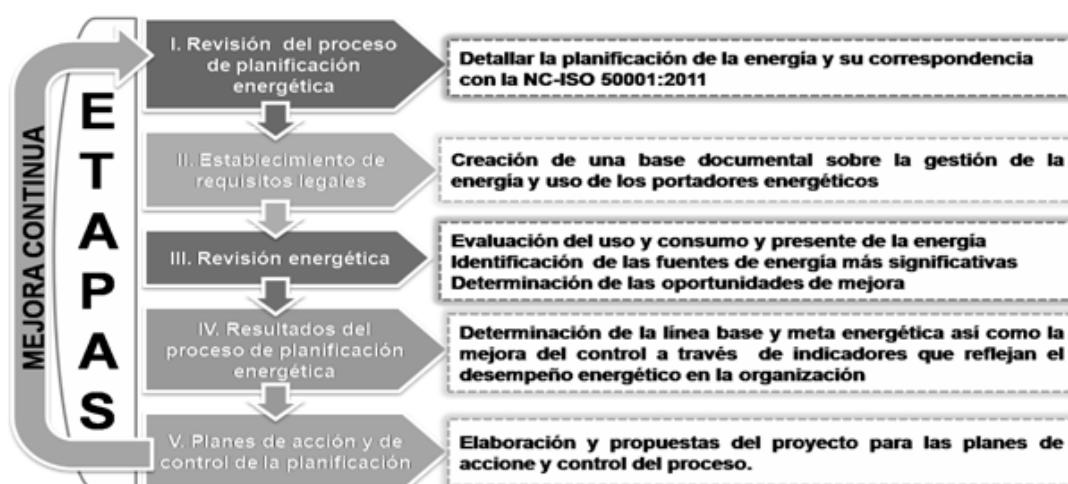


Figura 2.3 Procedimiento y resultados esperados para la planificación energética  
(Fuente: Correa J., Borroto A.E., Alpha, M, Gonzalez, R., Cuebello, M., Díaz, A. M., 2013) [44]

La síntesis del procedimiento para llevar a cabo el proceso de “Planificación Energética” se describe en las 5 etapas enumeradas a continuación:

#### Etapa I: Revisión del proceso de planificación energética.

Objetivo: Realizar una revisión del proceso de “Planificación Energética” en operación actual, en correspondencia con los requisitos del SGen ISO 50001: 2011. Desarrollada en tres pasos:

##### Paso 1. Formar el equipo de trabajo.

Este paso, es un proceso de decisión que toma las consideraciones necesarias para la correcta integración del equipo que llevará a cabo la revisión del proceso de “Planificación Energética” en operación en la organización. En este paso, se asegura que todos los integrantes de este equipo estén facultados para aportar información precisa, participen en todas las etapas de la investigación, y puedan realizar la toma de decisiones pertinentes. Las dos acciones principales de este paso son:

- Se define el número de participantes en el equipo de trabajo para el proceso de revisión de la Planeación Energética. Tomando en cuenta el tamaño de la organización, la complejidad, etc.
- Se definen los integrantes del equipo. De preferencia, deben ser un grupo de expertos del tema de la Planificación Energética e interesados en el mismo, considerando su capacidad para trabajar en equipo y espíritu de colaboración, años de experiencia en el cargo, etc.

*Paso 2. Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección.*

En este paso, se presenta ante la alta dirección el grupo de trabajo seleccionado, junto a los criterios de selección, para su aprobación.

*Paso 3. Revisión del proceso de planificación energética.*

Este es el paso de la realización de la revisión del proceso de Planificación Energética propiamente dicho, realizado en una secuencia de tres acciones en secuencia:

- El equipo realiza la selección de las técnicas y herramientas a utilizar para el proceso.
- Aplicación de las herramientas y desarrollo de la revisión.
- Desarrollo del análisis de correspondencia con el requerimiento del SGen ISO 50001: 2011 y la Planificación Energética Actual (usar lista de chequeo para la revisión de la planificación energética diseñada a partir de la *Energy management system checklist*. DIN EN 16001: Energy Management Systems in Practice A Guide for Companies and Organizations y la lista de chequeo ISO 50001. Grupo de Gestión Eficiente de la Energía de la Universidad del Atlántico, Colombia.)

Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos.

Objetivo: Análisis que lleva a la recopilación de los requisitos internacionales, nacionales, regionales o locales que están dentro del alcance del sistema de gestión energética relacionados con la energía.

- Investigación de los requisitos legales aplicables al SGen
- Llevar a cabo una evaluación del cumplimiento de los requisitos legales aplicables al SGen (es conveniente evaluar, a intervalos planificados, el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos)

Etapa III: Revisión energética.

Objetivo: En esta etapa se analiza el uso y consumo de energía en la organización, se identifican las áreas de uso y consumo significativo de la energía y se identifican las oportunidades de mejora del desempeño energético.

*Paso 1. Análisis del uso y consumo de energía.*

Análisis detallado de los usos de todos los diferentes tipos de energía de la organización y la cuantificación de los diferentes consumos. Para este paso se proponen las siguientes herramientas:

- Diagrama energético-productivo.
- Gráfico de consumo y producción vs tiempo.
- Gráfico de control.
- Estabilidad del proceso.
- Análisis de capacidad del proceso.
- Gráfico de Tendencia de Sumas Acumulativas (CUSUM).

*Paso 2. Identificación de áreas de uso significativo de la energía y consumo.*

Durante este paso se lleva a cabo la selección de los usos de energía y consumos sobresalientes. Para el cumplimiento de este objetivo se proponen las herramientas siguientes:

- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de causa y efecto o Ishikawa.
- Estratificación.

*Paso 3. Identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético.*

En este paso, se identifican las oportunidades de mejora del desempeño energético encontradas durante la revisión. Para el cumplimiento de este objetivo se proponen las herramientas y/o técnicas siguientes:

- Análisis del modo de falla y efecto.
- Diseño de experimentos (DOE).
- Técnica UTI (Urgencia, Tendencia e Impacto).

**Etapas IV: Resultados del proceso de planificación energética.**

Objetivo: Determinar la línea de base energética, la línea meta del desempeño energético y mejorar, diseñar o incorporar indicadores de desempeño energético. La línea base y línea meta se determinan mediante el análisis de dispersión lineal o modelos alternos. Para ello es obligatorio tomar como referencia datos de más de 3 años cuando se posee información mensual, sin embargo, cuando la información es diaria se pueden considerar los datos de un año. Para el cumplimiento de este objetivo, se proponen las herramientas siguientes:

- Diagrama de dispersión.
- Comparación de modelos alternos.
- CUSUM y CUSUM tabular.

- Diagrama índice de consumo vs. Producción.

#### Etapa V: Planes de acción y de control de la planificación energética.

Objetivo: Proponer acciones de mejora para el proceso de planificación energética y establecer planes de control para el proceso. Para el cumplimiento de este objetivo, se proponen las herramientas siguientes:

- 5Ws y 2Hs.
- Planes de control del proceso.

Esta metodología propuesta es una buena herramienta para desarrollar la etapa de planificación energética en la y realizar un análisis para adecuarla a la realidad y condiciones de la industria mexicalense. Se debe considerar también sacar una metodología apropiada a la realidad de este sector.

El resultado del análisis de la propuesta de Correa Soto, Jenny; Borroto Nordelo, Anibal E.; Alpha Bah, Mamadou; González Álvarez, Roxana; Curbelo Martínez, Maidelis; Díaz Rodríguez, Ana M. se encontró ya una metodología con guía paso a paso y descripción de herramientas propuestas para desarrollar el proceso de Planificación Energética, sin embargo; no se encontró ninguna metodología que considerara los pasos a seguir para desarrollar un SGen ISO 50001:2011 integrándolo a un SGA ISO 14001:2004.

#### **2.2.5 Relación de documentación del SGen, SGA y SGC**

Fernández P. (2013) [45], En su libro “Como Implementar un Sistema de Gestión de la Energía Según la Norma ISO 50001:2011”, realiza un análisis del desarrollo e implementación del SGen en el vasto sector industrial español, escribiendo sus hallazgos en este libro, mediante el cual, propone una serie de aspectos claves para una correcta implementación de la norma ISO 50001:2011. Su trabajo está básicamente centrado en desplegar los requisitos de la norma ISO 50001:2011 a través del ciclo de mejora PHVA, haciendo una serie de sugerencias para el cumplimiento de cada requisito del SGen. Lo que sobresale en su publicación, como diferenciación de los requisitos de la norma, es la adición de dos nuevas propuestas, que él señala como aspectos claves para el correcto desarrollo del SGen y que no están propiamente incluidos en los requisitos de la norma:

- a. *Realizar un Benchmarking Energético*, Se refiere a un estudio comparativo para conocer el estado de consumo energético de varias empresas del mismo sector o giro y comparar de manera sistemática las distintas características del consumo energético entre la empresa interesada y organizaciones externas. Este estudio permitirá a las empresas tener referencia para la implementación y medición de la mejora de su eficiencia energética.
- b. *Integrar el nuevo SGen con otros modelos de gestión*. Es una realidad que la serie de requisitos que establece la norma ISO 50001:2011 se pueden integrar de manera confiable y ligera con otros modelos de gestión ya implementados por las organizaciones, como es el caso de las normas ISO 9001 e ISO 14001, entre otras. La integración se facilita debido a que la norma ISO 50001:2011 comparte un alto porcentaje (superior al 50%) de la estructura documental y requerimientos de otras normas.

Al exponer la iniciativa que propone integrar el nuevo SGen con otros modelos de gestión, Fernández P. presenta la relación de documentación de tres sistemas de gestión: SGen, SGA y SGC. Estos listados que contiene la relación documental de los diferentes sistemas, ponen al descubierto los posibles beneficios que se pudieran alcanzar al desarrollar un nuevo SGen dentro de cualquiera de los dos sistemas relacionados en cuestión cuando estos ya se encuentren en operación. La publicación oficial de la norma, incluye esta correspondencia en una tabla que se encuentra en la tabla de “Correspondencia entre las normas ISO 50001:2011, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 e ISO 22000:2005”; localizada en el “Anexo B” del documento. Sin embargo, su trabajo de investigación se limita solo a señalar la posibilidad de integración y los beneficios, pero está carente de cualquier propuesta de procedimiento o metodología que señale como realizar dicho proceso de integración del SGen dentro de otro sistema de gestión.

### **2.2.6 Análisis de brechas entre el sistema de gestión implementado y el SGen, la propuesta chilena.**

La Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), es una organización que forma parte del Ministerio de Energía del país chileno. La misión de esta agencia es promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía, a través de iniciativas público-privadas en los distintos sectores de consumo energético, contribuyendo al desarrollo

competitivo y sustentable del país. Los programas y proyectos de esta agencia, están dirigidos a la disminución del consumo energético, centrando los esfuerzos hacia los principales sectores de consumo: Industria y minería, transporte y edificación. Dentro de sus programas con enfoque a los principales consumidores energéticos, se encuentra la promoción y empuje a la implementación del nuevo SGen ISO 50001:2011, como una herramienta vanguardista para lograr la mejora continua en la eficiencia energética en las organizaciones, en un contexto de operación sistemática.

Como parte de los esfuerzos de la agencia por promover la norma ISO 50001:2011, en el año 2012 la AChEE desarrolló y publicó la segunda edición de su manual llamado: ***“Guía de Implementación de Sistema de Gestión de la Energía Basado en la ISO 50001”*** [43], en el cual se presenta los requisitos para desarrollar un SGen, agregando una serie de recomendaciones e información adicional que guía al usuario en la ejecución del cumplimiento de cada uno de los requisitos. Una recomendación novedosa y de gran valor integrada por esta guía chilena, es la propuesta de realizar un análisis llamado: ***“Análisis de brechas”***, que se presenta como una herramienta de apoyo al inicio del desarrollo de los requisitos del SGen.

La finalidad del Análisis de Brechas es establecer la compatibilidad o similitud (o diferencias) entre cualquier sistema de gestión ya implementado en la organización al que el SGen pretende ser integrado. En dicho análisis, la organización cuantifica y documenta las brechas existentes en relación a los requerimientos específicos de procesos, procedimientos, documentación y registro de los dos sistemas de gestión (SGEn y el otro en análisis). El resultado del análisis de brechas manifiesta:

1. La cantidad de procesos, procedimientos, documentación y registros que hay que crear para cumplir con los requisitos del SGen basado en la ISO 50001.
2. La cantidad de procesos, procedimientos, documentación y registros que hay que solamente adaptar (modificar) dentro del sistema de gestión ya implementado en la organización, para cumplir con los requisitos del SGen basado en la ISO 50001.
3. Un plan de acción para el cierre de todas las brechas encontradas, hasta lograr el cumplimiento de los requisitos del SGen.
4. La complejidad del trabajo de integración de los dos sistemas.

La guía chilena incluye además un formato genérico como propuesta para la realización de este proceso de análisis de brechas, en la *tabla 2.2* se muestra el formato en su forma básica. El trabajo del análisis de brechas se desarrolla en dos etapas sucesivas:

1. *Etapas de diagnóstico:* la cual comienza con la identificación de las áreas responsables para cada uno de los requerimientos de la ISO 50001, y continúa con la identificación de brechas detectadas entre la realidad del sistema actual y los requerimientos de los requisitos, y concluye con un plan de acción para el cierre de todas las brechas, es decir; el cumplimiento con el estándar.
2. *Etapas de implementación:* que cumple el rol de registro del plan de acción, documentando los estados de avance de la implementación, para lo cual cuenta con una columna de estado de avance de cada compromiso en el plan. Esta etapa del análisis documenta también las dificultades en el camino y una sección de documento/ registro que almacena todos los documentos originados.

Tabla 2.2 Formato para el análisis de brechas propuesto por AChEE  
(Fuente: Guía de Implementación del SGen Basado en la ISO 50001:2011, AChEE 2012) [43]

|                                                                                          | Requerimiento ISO 50001 | Etapas de diagnóstico |                     |                          | Etapas de implementación |             |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|----------------------|
|                                                                                          |                         | Área responsable      | Brecha identificada | Plan de cierre de brecha | Estado de implementación | Comentarios | Documento / registro |
| 4.1 <b>Requerimientos generales</b>                                                      |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.2 Responsabilidad de la gerencia                                                       |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.2.1 Alta gerencia                                                                      |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.2.2 Representante de la gerencia                                                       |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.3 Política energética                                                                  |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.4 <b>Planificación energética</b>                                                      |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.4.1 General                                                                            |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.4.2 Requerimientos legales y de otro tipo                                              |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.4.3 Revisión energética                                                                |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.4.4 Línea base energética                                                              |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.4.5 Indicadores de desempeño energético                                                |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y plan de acción de gestión de la energía |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.5 <b>Implementación y operación</b>                                                    |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.5.1 General                                                                            |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.5.2 Competencias, entrenamiento y sensibilización                                      |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.5.3 Comunicación                                                                       |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.5.4 Documentación                                                                      |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.5.5 Control operacional                                                                |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.5.6 Diseño                                                                             |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.5.7 Compra de servicios energéticos, productos, equipos y energía                      |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.6 <b>Verificación</b>                                                                  |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.6.1 Monitoreo, medición y análisis                                                     |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.6.2 Evaluación de cumplimiento con los requerimientos legales y de otro tipo           |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.6.3 Auditoría interna del sistema de gestión de la energía                             |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.6.4 No-conformidad, corrección, acción correctiva y acción preventiva                  |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.6.5 Control de registros                                                               |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.7 <b>Revisión de la gerencia</b>                                                       |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.7.1 General                                                                            |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.7.2 Input a la revisión de la gerencia                                                 |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |
| 4.7.3 Output de la revisión de la gerencia                                               |                         |                       |                     |                          |                          |             |                      |

Esta novedad del *Análisis de Brechas* representa un avance significativo en la disponibilidad de herramientas efectivas que faciliten a las organizaciones el desarrollo e implementación de cada uno de los requisitos del SGen basado en la ISO 50001, sobre todo para aquellas organizaciones que pretenden integrarlo a otros sistemas ya en operación en sus procesos.

Si bien, el manual de la AChEE es un documento de apoyo de mucha utilidad al momento de clarificar los requerimientos del SGen ISO 50001, e incluye además una herramienta con enfoque a la integración del SGen con el sistema ya existente en la organización, este

manual no incluye metodología alguna que señale los pasos a seguir para la integración del SGen ISO 50001:2011 con el SGA ISO 14001.

## **2.3 Conclusiones del estado del arte.**

Los resultados del proceso de búsqueda, selección y análisis de información, referentes a la existencia de una metodología apropiada para integrar el SGen ISO 50001 al SGA ISO 14001 permiten concluir que no existe hasta el momento tal metodología. Mucha información referente a ISO 50001:2011 está disponible por cualquiera de los medios de difusión de la información, sin embargo, los temas comunes al respecto son entre otros:

- Los beneficios de la implementación del sistema en términos del ahorro de energía y los beneficios económicos derivados de dicho ahorro energético.
- Los beneficios ambientales derivados de la disminución del consumo de energía.
- Los impactos del SGen en los programas, planes y políticas gubernamentales.
- La compatibilidad de los requisitos de la norma ISO 50001:2011 con otras normas de la familia ISO, en especial con tres de ellas; SGA ISO 14001, SGC ISO 9001.
- Adaptaciones de la norma oficial ISO 50001:2011 a las diferentes normativas particulares de cada país.
- La relación de ISO 50001 y la legislación energética

La conclusión a la que nos llevan los resultados de esta búsqueda de información es que no existe aún, una Metodología de Integración que lleve a la implementación del SGen ISO 50001:2011 al integrarlo SGA ISO 14001 en operación.

## **CAPITULO 3: MARCO TEORICO**

### 3.1 La norma ISO 50001:2011, Sistema de Gestión de la Energía.

El trabajo de creación de una nueva norma y/o la modificación de una existente, ha representado un trabajo colaborativo de expertos en el tema a nivel internacional. Tal es el caso de la norma ISO 50001:2011 que nace para responder a la necesidad impostergable de gestionar (ahorrar y hacer más eficiente) el consumo energético mundial. Con este objetivo, la organización ISO creó el Comité de Proyecto ISO/PC 242 [37], equipo integrado por expertos de 44 países; este comité concilió normativas energéticas ya existentes, para finalmente fusionarlas en un mejorado SGen. Así es como en junio del 2011 la organización ISO emitió la norma ISO 50001:2011 creada en la estructura del ciclo de mejora continua de Deming “PHVA” [37] característico de las normas ISO.

Los beneficios esperados en una organización al implementar la norma ISO 50001:2011 enumerados por la CONUEE en su “Manual Para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía” son [46]:

- Ayuda a identificar, priorizar y seleccionar acciones para la mejora del desempeño energético.
- Reduce costos al aprovechar al máximo los recursos energéticos.
- Impulsa la productividad y el crecimiento (eliminación del desperdicio)
- Promueve las mejores prácticas de gestión energética.
- Facilita la integración a sistema de gestión ya existentes.
- Genera una cultura organizacional orientada a la gestión de la energía.
- Otros beneficios.

Aunado a estos beneficios, el ahorro energético está permanentemente vinculado a la reducción de emisiones de GEI, derivándose en beneficios para el cuidado del medio ambiente.

La publicación oficial de la norma ISO 50001:2011, “***Sistema de Gestión de la Energía – Requisitos con orientación para su uso***” [4], presenta los requerimientos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar un SGen, En la sección (cláusula) “4” de la norma se enlistan los requisitos que debe de cumplir un SGen implementado correctamente y funcionando. Son 7 los requisitos tal como se muestran en la *tabla 3.1*. De cada uno de ellos, se despliegan una serie de requerimientos específicos a cumplir

(expresados como “debes” de la norma); pero la norma está carente de un procedimiento o metodología para la ejecución.

Tabla 3.1 Requisitos del sistema de gestión energética  
(Fuente: Tabla propia, elaborada según la norma ISO 50001:2011) [4].

| NORMA ISO 14001:2011                              |
|---------------------------------------------------|
| 4 requisitos del sistema de gestión de la energía |
| 4.1 Requisitos generales                          |
| 4.2 Responsabilidad de la dirección               |
| 4.3 Política energética                           |
| 4.4 Planificación energética                      |
| 4.5 Implementación y operación                    |
| 4.6 Verificación                                  |
| 4.7 Revisión por la dirección                     |

Los requisitos de la norma están basados en el ciclo de mejora continua de Edwards Deming: “Planificar, Hacer, Verificar y Actuar”, en consecuencia, el nuevo SGEEn se puede incorporar fácilmente a las prácticas habituales de las organizaciones, que generalmente están inmersas en ciclos de mejora continua.

En el contexto de la gestión energética, los requisitos del SGEEn según el enfoque PVHA se establecen de la siguiente manera:

- **Planificar:** Esta etapa consiste en llevar a cabo una Revisión Energética con la finalidad de establecer la Línea de Base Energética (LBEn), los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn), los Objetivos, las Metas y los Planes de Acción necesarios para lograr los resultados que mejorarán el desempeño energético de acuerdo con la Política Energética de la organización.
- **Hacer:** En esta etapa se ejecuta la implementación de los Planes de Gestión de la Energía, se realiza el entrenamiento, se documenta el sistema y se establecen los Controles Operacionales para asegurar cumplir con los objetivos
- **Verificar:** Es la etapa para realizar el Seguimiento y la Medición de los procesos y de las características clave de las operaciones que determinan el desempeño energético en relación a las políticas y objetivos energéticos e informar sobre los resultados.
- **Actuar:** Tomar acciones para mejorar en forma continua el desempeño energético y el SGEEn.

La norma ISO 50001:2011 está diseñada al igual que la mayoría de la familia de normas de esta organización ISO, siguiendo la estructura del ciclo de mejora continua PHVA, que al adaptarse al SGen queda estructurada de la siguiente manera:

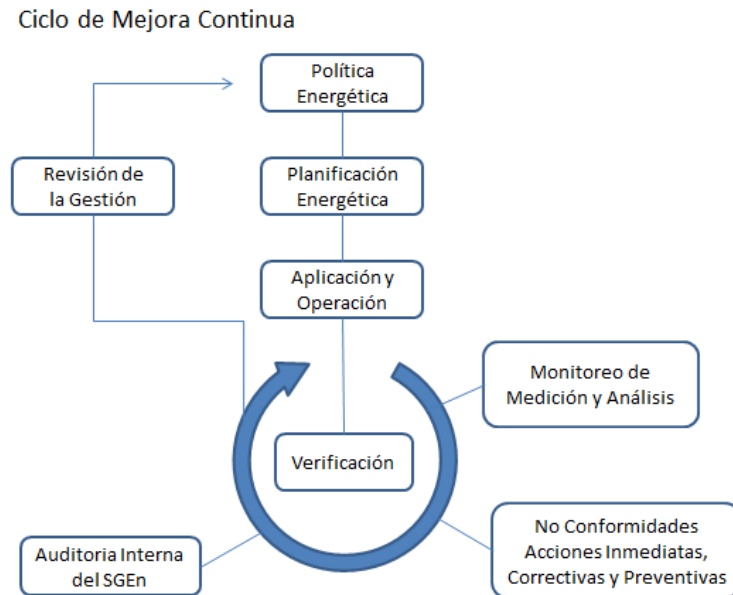


Figura 3.1 Modelo del sistema de gestión energética  
(Fuente: Pagina WEB oficial ISO (2014)) [37]

A continuación, se enlistan los principales estándares que dieron origen a la norma ISO 50001:2011, pero antes de continuar se establecen algunos conceptos para aclarar su significado y dimensión, para evitar confusiones con las diferentes percepciones o entendimiento de dichos términos (se seleccionaron los términos más apropiados al lenguaje global de la gestión de energía):

- **Gestión Energética.** Se entiende como la coordinación proactiva, organizada y sistemática de adquisición, conversión, distribución y uso de energía para cumplir con requisitos, teniendo en cuenta los objetivos ambientales y económicos. [Alemania VDI]
- **Eficiencia Energética.** Es la proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía. [4]
- **Sistema de Gestión Energética.** Se entiende como el conjunto de elementos interrelacionados mutuamente o que interactúan para establecer una política

y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos, en un ambiente de mejora continua. [4]

A partir de los años 70's, y motivados por la crisis energética mundial que se estaba viviendo (causada por la crisis del petróleo), hubo una movilización mundial hacia la reducción de los consumos energéticos en especial en la industria. En *tabla 3.2* se encuentran enumeradas las principales normas de Gestión Energética que antecedieron a la ISO 50001:2011:

Tabla 3.2. Historia de los sistemas de gestión energética en el mundo  
(Fuente: *Manual para la Implementación de un SGen, CONUEE 2014*) [41]

| HISTORIA DE LOS SGEN |                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Año                  | Desarrollo                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1970                 | Crisis del petróleo. Gestión de la producción y compra de energía, servicios energéticos y conservación de la energía.                                                                                                                                                       |
| 1988                 | Las industrias comienzan a desarrollar programas de eficiencia energética.                                                                                                                                                                                                   |
| 1990                 | Australia: AS 3595. Programas de Gestión Energética – Guía para evaluación financiera de proyectos.                                                                                                                                                                          |
| 1992                 | Australia: AS 3596. Programas de Gestión Energética – Guía para definición y análisis de ahorro de energía y costos.                                                                                                                                                         |
| 1995                 | EE. UU.: ANSI 739. IEEE Recomendación práctica para la Gestión Energética en instalaciones industriales y comerciales.<br>Canadá: Plus 1140. Guía para la gestión energética voluntaria.<br>China: GB/T 15587. Guía para la gestión energética en las empresas industriales. |
| 2000                 | EE. UU.: ANSI/MSE 2000: 2000                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2001                 | DS 2403: 2001                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2003                 | Suecia: SS 627750: 2003                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2005                 | Irlanda: I.S. 393: 2005 Holanda: Sistema de Gestión Energética – Guía para uso<br>España: UNE 216301: 2007                                                                                                                                                                   |
| 2007                 | Corea del sur: KSA 4000: 2007<br>Alemania: Gestión energética – Términos y definiciones                                                                                                                                                                                      |
| 2009                 | Sudáfrica: SANS 879: 2009<br>China: GB/T 23331: 2009<br>Europa: EN 16001: 2009                                                                                                                                                                                               |
| 2011                 | Estándar Internacional ISO 50001: 2011<br>México: NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011                                                                                                                                                                                             |

Muchas otras iniciativas fueron creadas en diferentes países en cuanto a Eficiencia Energética y/o ahorro de energía se refiere a lo largo de más de 45 años posteriores a la crisis del petróleo de los 70's; no es la intención de este trabajo enumerar todas ellas, lo que se pretende es esclarecer cuales fueron los principales sistemas que antecedieron a la creación de la norma ISO 50001 y que de alguna manera la fueron construyendo a través de la historia.

En la versión oficial de la norma ISO 50001:2011 se presenta de manera abierta la posibilidad de facilitar el establecimiento e implementación de los requisitos del SGen en las organizaciones donde ya se cuente con otros sistemas ISO implementados, mostrando en su “Anexo B” la correspondencia entre los requisitos del SGen con los

requisitos de otras normas de la familia ISO , como los son la norma del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) ISO 9001, los de la norma del SGA ISO 14001 y con los requisitos del Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria (SGSA) ISO 22000:2005.

### **3.2 La norma ISO 14001:2004, Sistema de Gestión Ambiental.**

La historia de la norma ambiental inicia a comienzos del año 1991, cuando el Consejo Estratégico del Medio Ambiente (SAGE por sus siglas en Ingles; Strategic Advisory Group on Environment), que formaba parte de la ISO, decidiera estudiar los sistemas de gestión ambiental nacionales disponibles y más específicamente, el tema de la etiqueta ambiental. Los principales sistemas presentados y discutidos fueron los existentes en Holanda y el Reino Unido. En marzo de 1993, el SAGE propuso en las Organización de las Naciones Unidas (ONU) la creación del Comité Técnico de Gestión Energética No. 207 (ISO/TC 207) con el objetivo de formular una serie de normas dirigidas hacia la gestión ambiental. El comité se realizó con la participación de representantes de treinta países participantes y catorce observadores, quienes basaron su trabajo en la Norma Británica de Gestión Ambiental BS-7750. La ISO 14000 fue aprobada en septiembre de 1996 y la versión oficial en idioma español de la norma internacional fue publicada en mayo de 1997. Una revisión de la norma se llevó a cabo en el 2004, la cual dio origen a la norma ISO 14001:2004. [47]

Los principales objetivos perseguidos por un SGA basado en la ISO 14001 son los siguientes: [48]

- Aumento de la eficacia ambiental.
- Disminución de costes con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Facilitar la satisfacción de sus clientes y aumentar su confianza.
- Aumentar la confianza de otras partes interesadas como por ejemplo accionistas, inversores, trabajadores, proveedores, distribuidores etc.
- Situar a la empresa en un nuevo puesto ventajoso frente a sus competidores en el mercado.
- Mejora de la relación con la Administración local y Medioambiental, lo que conlleva mayor facilidad a la hora de acceder a ayudas y subvenciones públicas.

La ISO 14001 al igual que la norma ISO 50001: Sistema de Gestión Ambiental, Requisitos con Orientación para su Uso [49], está estructurada en el ciclo de mejora continua “PHVA”. Prácticamente todas las normas sobre los distintos sistemas de gestión ISO funcionan bajo este principio.

El enfoque PHVA funcionaría de la siguiente forma en contexto con la norma ISO 14001:

- Planificar. Llevar a cabo una revisión ambiental e identificar en que aspectos afectará a la organización. Definir cada uno los objetivos de la organización, metas y planes de acción para mejorar su desempeño ambiental, todo alineado a la política ambiental.
- Hacer. Implantar cada uno de los planes de acción de la gestión ambiental.
- Verificar. Monitorear y medir los procesos y operaciones contra los objetivos de la compañía e informar de los resultados.
- Actuar. Adoptar las medidas para mejorar el desempeño ambiental de manera regular y con una mayor frecuencia.

La siguiente figura (*figura 3.2*) Muestra el modelo de mejora continua que da estructura al SGA basado en la norma ISO 14001:

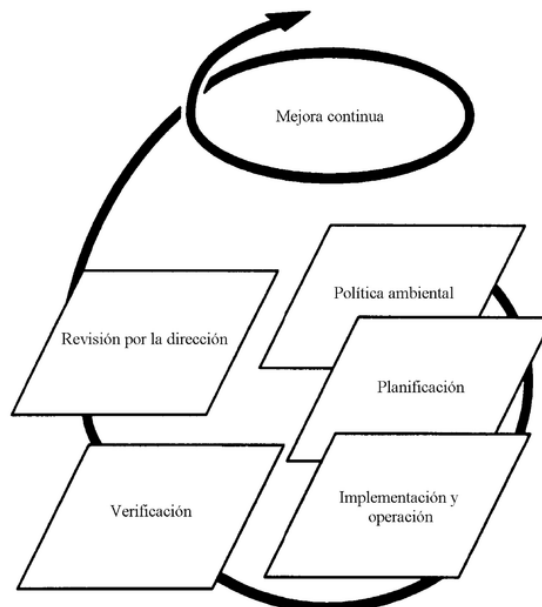


Figura 3.2 Modelo del sistema de gestión ambiental  
(Fuente: Pagina WEB oficial ISO (2015)) [50]

En la *tabla 3.3* que se presenta a continuación, están enlistadas los requisitos de la norma ISO 14001:2004 desde la cláusula 4.1 a la 4.6, que representan el contenido del proceso completo de diseño e implementación de un SGA dentro de una organización.

Tabla 3.3 Requisitos del SGA ISO 14001:2004 (clausulas incluidas en la sección “4”)  
(Fuente: *Tabla propia, elaborada según la norma ISO 14001:2004*) [49]

| <b>Requisitos del sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004</b> |                                                             |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 4.1 Requisitos generales                                          |                                                             |
| 4.2 Política ambiental                                            |                                                             |
| 4.3 Planificación                                                 |                                                             |
|                                                                   | 4.3.1 Aspectos ambientales                                  |
|                                                                   | 4.3.2 Requisitos legales y otros requisitos                 |
|                                                                   | 4.3.3 Objetivos, metas y programas                          |
| 4.4 Implementación y operación                                    |                                                             |
|                                                                   | 4.4.1 Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad      |
|                                                                   | 4.4.2 Competencia, formación y toma de conciencia           |
|                                                                   | 4.4.3 Comunicación                                          |
|                                                                   | 4.4.4 Documentación                                         |
|                                                                   | 4.4.5 Control de documentos                                 |
|                                                                   | 4.4.6 Control operacional                                   |
|                                                                   | 4.4.7 Preparación y respuesta ante emergencias              |
| 4.5 Verificación                                                  |                                                             |
|                                                                   | 4.5.1 Seguimiento y medición                                |
|                                                                   | 4.5.2 Evaluación del cumplimiento legal                     |
|                                                                   | 4.5.3 No conformidad, acción correctiva y acción preventiva |
|                                                                   | 4.5.4 Control de los registros                              |
|                                                                   | 4.5.5 Auditoría interna                                     |
| 4.6 Revisión por la dirección                                     |                                                             |

### **3.3 Ciclo de mejora continua Deming: Planear, Hacer, Verificar y Actuar.**

El ciclo de mejora continua conocido como ciclo “PHVA” que es el acrónimo de Planear, Hacer, Verificar y Actuar, fue desarrollado originalmente por Walter Shewhart quien inicio los trabajos del control de calidad estadístico, pero fue popularizado por Edwards Deming, por ello es conocido también como “Ciclo de Deming”. [51]

Las cuatro palabras: Planear, Hacer, Verificar y Actuar, describen cuatro procesos o etapas que sistematizan la mejora continua.

1. Planear. Proceso que determina las metas los métodos para alcanzar esas metas.
2. Hacer. Educar y poner en práctica el cambio.
3. Verificar. Consiste en verificar los efectos del cambio realizado. Contesta a la pregunta: ¿se han alcanzado las metas?, de no ser así, volver a la etapa de Planear.
4. Actuar. Empezar la acción apropiada para institucionalizar el cambio.

El círculo es normalmente la figura que representa este ciclo PHVA, ya que un ciclo completo debe concluir para reiniciar de nuevo en una movilidad permanente hacia la mejora continua. Todo proceso o sistema estructurado en el ciclo PHVA permanece en constante cambio hacia la mejora, porque es precisamente este principio de mejora continua el que lo moviliza desde el hacer, a la verificación y de ahí al actuar de nuevo para iniciar el proceso de planeación.

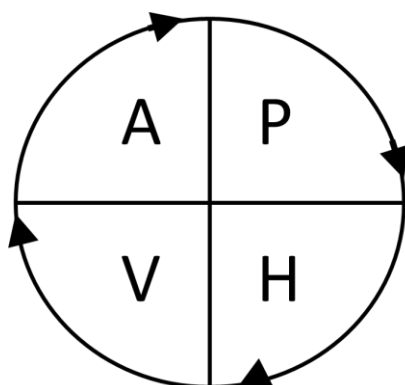


Figura 3.3 Ciclo de mejora continua PHVA, característico de las normas ISO  
(Fuente: Figura propia del autor, elaborada según el ciclo de mejora continua)

### 3.4 Formulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones GEI.

Para realizar los cálculos de las emisiones de GEI evitadas a consecuencia del ahorro energético o el incremento en la eficiencia del consumo derivados de la implementación del SGen, se utilizan las fórmulas propuestas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT, que es la secretaría de estado del poder ejecutivo federal de México encargada de todo lo relacionado con la protección, conservación y

aprovechamiento de los recursos naturales del país y de la conformación de la política ambiental nacional para desarrollo sustentable [52]. Las fórmulas actualizadas para este propósito al año 2016-2017 se encuentran registradas en el documento “Acuerdo que Establecen las Particularidades Técnicas y Formulas para la Aplicación de Metodologías para el Cálculo de Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero” [53], publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de septiembre del 2015.

En los resultados del caso de estudio se consideró solo el consumo de energía eléctrica, por tal motivo, solo se tomaron las fórmulas para los cálculos relacionados a este energético, referidas a la generación indirecta de CO<sub>2</sub>:

$$E_{CO_2e} = W_{Elect} * FE_{Elect}$$

Donde:

$E_{CO_2e}$  Emisión de bióxido de carbono equivalente proveniente del consumo de energía eléctrica (toneladas de CO<sub>2</sub> e).

$W_{Elect}$  Consumo de energía eléctrica (MWh).

$FE_{Elect}$  Factor de emisión por consumo de energía eléctrica (Toneladas CO<sub>2</sub>/MWh).

La Comisión Reguladora de Energía (CRE) en acuerdo con la SEMARNAT determina el Factor de Emisiones del Sector Eléctrico Nacional, que deberán usarse para el cálculo de las emisiones de GEI derivadas del consumo de energía eléctrica anual en todo el territorio mexicano, expresado como toneladas de CO<sub>2</sub> por cada mega watts-hora. Para efectos de esta investigación, se tomaron los factores determinados para los años 2016 y 2017:

- El Factor “ $FE_{Elect}$ ” para el ciclo 2016 fue el mismo que el ciclo anterior (2015); 0.458 toneladas de CO<sub>2</sub>/MWh. [54]
- El Factor “ $FE_{Elect}$ ” para el ciclo 2017 fue de 0.582 toneladas de CO<sub>2</sub> / MWh. [55]

### 3.5 Tarifas eléctricas en Baja California

Las tarifas eléctricas aplicadas a la industria de media tensión se calculan a través de una metodología particular con precios definidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito

Público (SHCP) para las diferentes regiones del país: Baja California, Baja California Sur, Central, Noreste, Noroeste, Norte, Peninsular y Sur.

Los componentes tarifarios aplicados por CFE para calcular la factura mensual en conexión de media tensión “HM” vigentes en el tiempo de esta investigación hasta el mes de noviembre del 2017 son los siguientes: [56]

- Cargo por kilo watt de demanda facturable
  - Cargo por kilo watt-hora de energía punta
  - Cargo por kilo watt-hora de energía intermedia
  - Cargo por kilo watt-hora de energía base
1. *Aplicación.* Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda de 100 kilo watts o más.
  2. *Cuotas Aplicables.* Cada mes, la SHCP define los precios que se aplicarán como cargos por concepto de: la Demanda Facturable, por la Energía Punta, por la Energía Intermedia y por la Energía Base.
  3. *Mínimo Mensual.* El importe que resulta de aplicar el cargo por kilo watt de demanda facturable al 10% de la demanda contratada.
  4. *Demanda Contratada.* La demanda contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% de la carga total conectada, ni menor de 100 kilo watts o la capacidad del mayor motor o aparato instalado. En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90%.
  5. *Horario.* Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizarán los horarios locales oficialmente establecidos. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial.

Los periodos de punta, intermedio y base se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año, como se describe a continuación:

Tabla 3.4 Tarifas horarias aplicadas en Mexicali 2016-17  
(Fuente: tabla propia del autor, elaborada con datos de CFE, 2016) [56]

| Tarifas horarias en tarifa HM aplicadas en Baja California 2016-2017, CFE |                   |               |               |               |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| Periodo                                                                   | Día de la semana  | Base          | Intermedio    | Punta         |
| Del 1ro de mayo al sábado anterior al último domingo de octubre           | lunes a viernes   |               | 0:00 - 14:00  | 14:00 - 18:00 |
|                                                                           |                   |               | 18:00 - 24:00 |               |
|                                                                           | sábado            |               | 0:00 - 24:00  |               |
|                                                                           | domingo y festivo |               | 0:00 - 24:00  |               |
| Del último domingo de octubre al sábado anterior al 30 de abril           | lunes a viernes   | 0:00 - 17:00  | 17:00 - 22:00 |               |
|                                                                           |                   | 22:00 - 24:00 |               |               |
|                                                                           | sábado            | 0:00 - 18:00  | 18:00 - 21:00 |               |
|                                                                           |                   | 21:00 - 24:00 |               |               |
|                                                                           | domingo y festivo | 0:00 - 24:00  |               |               |

1. *Demanda facturable.* La demanda facturable se define como se establece a continuación:

$$DF = DP + FRI \times \max (DI - DP, 0) + FRB \times \max (DB - DPI, 0) \text{ [56]}$$

Donde:

DF es la demanda facturable

DP es la demanda máxima medida en el periodo de punta

DI es la demanda máxima medida en el periodo intermedio

DB es la demanda máxima medida en el periodo de base

DPI es la demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio

max se refiere al valor máximo

FRI y FRB son factores de reducción, y que la SHCP determina su valor por regiones tarifaras del país. Para Baja California los valores de estos factores en los periodos 2016-2017 fue:

Tabla 3.5 Valor de los factores de reducción FRI y FRB para Baja California 2016-17  
(Fuente: tabla propia del autor, elaborada con datos de CFE, 2016) [56]

| Región          | FRI   | FRB  |
|-----------------|-------|------|
| Baja California | 0.141 | 0.07 |

Derivado de la *reforma energética* aprobada en el 2013, la CRE tiene la responsabilidad y autoridad para determinar el esquema tarifario a aplicar para el cobro de la electricidad. A partir de diciembre de 2017 esta comisión pone en marcha el nuevo esquema tarifario, con un periodo de transición o adaptación de cuatro meses (diciembre de 2017 a marzo de 2018).

A continuación, se presenta el nuevo esquema para el cobro en la tarifa HM, que ahora se nombra como Gran Demanda en Media Tensión Horaria (GDMTH) vigente en el mes de diciembre del 2017, durante el periodo de transición, reportado por CFE:

1. *Aplicación.* Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda igual o mayor a 100 kilowatts.
2. *Mínimo mensual.* El importe que resulta de aplicar el cargo por la operación del Suministrador de Servicios Básicos aplicable a esta categoría tarifaria y el cargo de distribución expresado en \$/kW-mes es equivalente a la demanda máxima registrada medida en kilowatts, dentro de los doce meses anteriores.
3. *Demanda contratada.* La demanda contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% de la carga total conectada, ni menor de 100 kilowatts o la capacidad del mayor motor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90%.

4. *Horario.* Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizarán los horarios locales oficialmente establecidos. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial.
5. *Periodos de punta, intermedio y base.* Estos periodos se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año. La definición de periodos no sufrió cambios en el nuevo esquema, por lo que se seguirán los mismos horarios mostrados en la *tabla 3.4*
6. *Demanda máxima coincidente en el periodo de punta.* El cobro por la capacidad se aplicará con base a la demanda máxima coincidente con el periodo de punta. En los casos en que no exista periodo de punta en la división tarifaria

en determinada temporada del año, el cargo se aplicará a la demanda máxima medida.

Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente.

- Cualquier fracción de kilowatt de demanda facturable se tomará como kilowatt completo.
- Cuando el usuario mantenga durante 12 meses consecutivos valores de demanda inferiores a 100 kilowatts, podrá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa GDMTO.

Con base en el Acuerdo núm. A/058/2016 [57] por el que la Comisión Reguladora de Energía define entre otros criterios, el criterio de interpretación administrativa en relación con las tarifas aprobadas para el servicio público de distribución correspondientes a los años 2016-2018 contenidas en el Acuerdo A/074/2015 [57], el cargo de distribución expresado en \$/kW-mes es equivalente a la demanda máxima registrada medida en kilo watts, dentro de los doce meses anteriores. Los doce meses se contarán a partir del mes inmediato anterior al del día que se trate.

7. *Energía de punta, intermedia y de base.*

- Energía de punta es la energía consumida durante el periodo de punta.
- Energía intermedia es la energía consumida durante el periodo intermedio.
- Energía de base es la energía consumida durante el periodo de base.

8. *Depósito de garantía.* Será de 2 veces el importe que resulte de aplicar el cargo por capacidad a cada kilo watt de demanda contratada.

### **3.6 Nueva norma ISO 14001:2015 en la escena**

El pasado 15 de septiembre del 2015, la organización ISO publicó la tercera edición de la norma del SGA, ISO 14001:2015. El comité técnico responsable de la actualización de esta norma fue el ISO/TC 207, Gestión ambiental, en el que participan representantes de

los organismos nacionales de normalización y representantes del sector empresarial de los siguientes países: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, España, Estados Unidos de América, México, Perú y Uruguay, además participan representantes de COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas) e INLAC (Instituto Latinoamericano de la Calidad). [58]

Esta tercera edición anula y sustituye a la segunda edición (norma ISO 14001:2004), sin embargo, los usuarios certificados tienen un periodo de 3 años para realizar las adaptaciones para la certificación en esta nueva norma, por lo que la fecha límite es el 15 de septiembre del 2018.

La Metodología de Integración se diseñó para integrar el SGen dentro de un SGA según la versión 2004, por lo que se tuvo que realizar un análisis para validar que los cambios en la nueva versión no afecten los resultados de este trabajo. Debido al hecho de que la mayor parte del proceso de integración es documental y estructural, ese fue el enfoque hacia donde se dirigió el análisis:

1. *Cambios en los requisitos de documentación.* Los cambios en los requisitos de la documentación entre la segunda y la tercera versión de la norma ISO 14001 son más de forma que de contenido; ya que los requisitos de documentación y registros se mantienen, solo que ahora reciben el nombre de “Información Documentada”, término que da más libertad para mantener información no solo en papel sino en forma electrónica y otros medios posibles. Los requisitos 4.4.4 Documentación, 4.4.5 Control de documentos y 4.5.4 Control de registros de la versión 2004 de la norma, cambian por los siguientes de la versión 2015: 7.5 Información documentada, 7.5.1 General, 7.5.2 Creación y Actualización y el 7.5.3 Control de la información documentada, los cuales son prácticamente equivalentes.

Los requerimientos de información documentada se mantienen, por lo que los beneficios en cuanto a la integración documental no se verían afectados por la entrada en vigor de la nueva norma:

Este es el listado de los requisitos de información documental en la norma ISO 14001:2015 [59]

4.3 Alcance del SGA

5.2 Política ambiental

6.1.1 Proceso documentado general para satisfacer las necesidades de información necesaria para tener la confianza en que los procesos se han llevado a cabo según lo planificado.

6.1.2 Necesidad de mantener información documentada sobre:

- los criterios usados para determinar sus aspectos ambientales significativos
- los aspectos ambientales e impactos ambientales asociados;
- los aspectos ambientales significativos

6.1.3 Información documentada de las obligaciones de cumplimiento

6.1.4 Información documentada del riesgo asociado a amenazas y oportunidades que es necesario tratar

6.2.1 Información documentada sobre los objetivos ambientales

7.2 Información documentada como evidencia de la competencia

7.4.1 Información documentada como evidencia de la comunicación

7.5.1 La información documentada requerida por esta norma internacional, así como la información documentada que la organización ha determinado que es necesaria para la eficacia del sistema de gestión ambiental.

7.5.3 La información documentada de origen externo que la organización ha determinado que es necesaria.

8.1 La información documentada necesaria para tener la confianza en que los procesos se han llevado a cabo según lo planificado.

9.1.1 Evidencia de los resultados del seguimiento, la medición, el análisis y la evaluación.

9.1.2 Evidencia de los resultados de la evaluación del cumplimiento

9.2.2 Evidencia de la implementación del programa de auditoría y de los resultados de ésta.

9.3 Información documentada como evidencia de los resultados de las revisiones por la dirección.

10.1 Información de la naturaleza de las no conformidades y cualquier acción posterior tomada y de los resultados de cualquier acción correctiva.

2. Cambios en la estructura. La estructura de la versión 2004 de la norma se mantiene y solo se actualiza al agregar nuevos elementos más sofisticados en la nueva versión

2015, mismos que van encaminados a facilitar el proceso de integración de los sistemas de gestión existentes.

Los requisitos realmente nuevos en la ISO 14001:2015 son:

- 5 Liderazgo
- 5.1 Liderazgo y compromiso, alineado a la dirección estratégica.
- 6.1.2 Tener en cuenta el Ciclo de Vida en los aspectos ambientales.
- 6.1 Acciones para tratar el riesgo y las oportunidades (que elimina el concepto de “acciones preventivas”)

Los requisitos que se finaron en la nueva norma fueron:

- 5.2 Política ambiental, que incluye un cierto compromiso para la protección del medio ambiente y que incluye la mejoran de su desempeño ambiental
- 5.3 Roles de la organización, responsabilidades y autoridades.
- 7.4 Comunicación
- 7.4.1 Generalidades
- 7.4.2 Comunicación Interna
- 7.4.3 Comunicación Externa

Conclusión: Los cambios en la tercera edición de la norma, ISO 14001:2015 que reemplaza a la ISO 14001:2004 no afectan al desarrollo ni los resultados del presente trabajo de investigación.

## **CAPITULO 4: DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **4.1 Análisis de compatibilidad de los requisitos de las normas ISO 50001:2011 e ISO 14001:2004**

Desde su emisión, la norma ISO 50001:2011 se ha dado a conocer como una norma compatible con otros sistemas de gestión, de hecho, el documento oficial publicado de la norma, presenta un su “nexo B”, una tabla que muestra la correspondencia de cada uno de los requisitos o cláusulas de la norma ISO 50001:2011, con sus correspondientes en las normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 e ISO 22000:2005. Sin embargo, dicha tabla, no muestra el grado de compatibilidad entre los requisitos; solo muestra como un requisito de la norma ISO 50001, tiene correspondencia con otro requisito de las normas comparadas. La correspondencia entonces, no implica igualdad de requerimiento, sino igualdad en la estructura de la norma.

Con la finalidad de encontrar el grado de compatibilidad entre los requisitos de la norma ISO 50001 y la ISO 14001, se realizó un análisis profundo de los requerimientos de cada una de estas dos normas, para encontrar requerimientos comunes, que pudieran ser compartidos por los dos sistemas al operar de manera conjunta. El análisis consistió en la interpretación del requerimiento de cada cláusula en ambas normas, de manera que se expusieron las similitudes y las diferencias entre los requerimientos. Cabe mencionar, que este análisis fue realizado por un analista que tiene el conocimiento y a experiencia para interpretar el requerimiento en las normas involucradas.

En la *tabla 4.1* se presenta el formato utilizado para el análisis de compatibilidad entre los requisitos de las normas ISO 50001:2011 y los requisitos de la norma ISO 14001:2004. La aplicación o llenado de este formato y en análisis de cada uno de los requisitos llevó al resultado sobre el grado de compatibilidad clasificados en tres categorías o grados:

1. *Requisitos Compatibles*. Que se refiere a aquellos requisitos que son exigidos de igual manera en ambas normas analizadas. También se pueden considerar en esta clasificación los requisitos del sistema huésped (SGEn) que son excedidos en los requisitos del sistema anfitrión (SGA).
2. *Requisitos Parcialmente Compatibles*. Referidos a aquellos requisitos del sistema huésped (SGEn) que se cumplen parcialmente con los requerimientos del requisito del sistema anfitrión (SGA), pero que para cumplir al 100% se

deberá realizar algún tipo de acción complementaria para lograr el cumplimiento.

3. Requisitos no Compatibles o inexistentes. En esta clasificación se consideran aquellos requisitos del sistema huésped (SGEn) que no están requeridos en los requisitos del sistema anfitrión (SGA), por lo que para dar cumplimiento a estos requisitos en el nuevo sistema, se deberá realizar el desarrollo completo del requisito.

Tabla 4.1 Formato propuesto para realizar el análisis de compatibilidad de requisitos.  
entre las normas ISO 50001 e ISO 14001  
(Fuente: Tabla propia del autor)

| <b>FORMATO DE ANALISIS DE COMPATIBILIDAD DE REQUISITOS</b> |               |                  |                       |               |                |                               |                                 |                       |
|------------------------------------------------------------|---------------|------------------|-----------------------|---------------|----------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| <b>ISO 50001:2011</b>                                      |               |                  | <b>ISO 14001:2004</b> |               |                | <b>Resultado del análisis</b> |                                 |                       |
| <b>Sección</b>                                             | <b>Título</b> | <b>Requisito</b> | <b>Requisito</b>      | <b>Título</b> | <b>Sección</b> | <b>Compatibles</b>            | <b>Parcialmente Compatibles</b> | <b>No Compatibles</b> |
|                                                            |               |                  |                       |               |                |                               |                                 |                       |
|                                                            |               |                  |                       |               |                |                               |                                 |                       |
|                                                            |               |                  |                       |               |                |                               |                                 |                       |
|                                                            |               |                  |                       |               |                |                               |                                 |                       |
|                                                            |               |                  |                       |               |                |                               |                                 |                       |
|                                                            |               |                  |                       |               |                |                               |                                 |                       |
|                                                            |               |                  |                       |               |                |                               |                                 |                       |
|                                                            |               |                  |                       |               |                |                               |                                 |                       |

EL resultado de este “Análisis de Compatibilidad de Requisitos” es la base sobre la que sustenta al diseño y la aplicación de la “Metodología de Integración”, ya que la propuesta de ésta, es implementar en SGEn ISO 50001:2011 integrado a un SGA ISO 14001:2004 ya en operación, para obtener ventajas significativas al hacer uso de los sistemas, programas, documentación y estructura del sistema ambiental. El grado de compatibilidad de estas normas es una medida de la simplificación que tendrá lugar en la etapa del desarrollo e implementación de los requisitos del nuevo SGEn, al integrarse al SGA.

En la *tabla 4.2* que se muestra a continuación, se presenta un ejemplo de la utilización del “Formato de Análisis de Compatibilidad de Requisitos” realizado para esta investigación, Para ejemplificar el desarrollo del análisis, se presenta la revisión de los primeros requisitos (las secciones 4.1, 4.2.1 y 4.2.2) de la norma ISO 50001:2011.

Tabla 4.2 Desarrollo del análisis de compatibilidad de requisitos entre las normas ISO 50001 e ISO 14001  
(Fuente: Tabla propia del autor)

| APLICACIÓN DEL FORMATO DE COMPATIBILIDAD DE REQUISITOS |                                    |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                               |                                |          |   |    |           |  |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|---|----|-----------|--|
| ISO 50001:2011                                         |                                    |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                               | ISO 14001:2004                 |          |   |    | Resultado |  |
| Clá                                                    | Título                             | Requisito                                                                                                                    | Requisito                                                                                                                                                                                     | Título                         | Clá      | C | PC | NC        |  |
| 4.1                                                    | Requisitos Generales               | 1. Debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un SGen                                                      | Establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un SGA                                                                                                                                | Requisitos Generales           | 4.1      | X |    |           |  |
|                                                        |                                    | 2. Debe definir y documentar el alcance y límites del SGen                                                                   | Definir y documentar el alcance del SGA                                                                                                                                                       |                                |          | X |    |           |  |
|                                                        |                                    | 3. Debe definir como se cumplirá los requisitos de la norma, para lograr la mejora del desempeño energético y el SGen.       | Determinar cómo se cumplirán los requisitos de la norma                                                                                                                                       |                                |          | X |    |           |  |
| 4.2.1                                                  | Alta Dirección (AD)                | La AD debe demostrar su compromiso de apoyo al SGen y la mejora continua al:                                                 | Múltiple                                                                                                                                                                                      | Múltiple                       | Múltiple |   | X  |           |  |
|                                                        |                                    | 1. Definir, establecer, implementar y mantener una política energética                                                       | 1. La alta dirección debe definir una política ambiental                                                                                                                                      | Política Ambiental             | 4.2      | X |    |           |  |
|                                                        |                                    | 2. Designar un Rep. de la Dirección para el SGen y Aprobar la creación de un EGen                                            | 2. La alta dirección debe designar uno o varios representantes de la dirección para el SGA                                                                                                    | Rec., func., resp. y autoridad | 4.4.1    | X |    |           |  |
|                                                        |                                    | 3. Suministra los recursos necesarios para la mejora del SGen y el desempeño En.                                             | 3. La dirección debe asegurar la disponibilidad de recursos esenciales para el SGA.                                                                                                           | Rec., func., resp. y autoridad | 4.4.1    | X |    |           |  |
|                                                        |                                    | 4. Identifica el alcance y los límites del SGen                                                                              | 4. La organización debe Identifica el alcance y los límites del SGen                                                                                                                          | Requisitos generales           | 4.1      | X |    |           |  |
|                                                        |                                    | 5. Comunica la importancia del SGen a toda la organización                                                                   | Debe establecer y mantener uno o varios procedimientos para concienian                                                                                                                        | Comp., form. y conciencia      | 4.4.2    |   | X  |           |  |
|                                                        |                                    | 6. Se asegura que se establecen objetivos y metas energéticas                                                                | Debe establecer, implementar y mantener objetivos y metas ambientales, documentadas                                                                                                           | Objetivos, metas y programas   | 4.3.3    |   | X  |           |  |
|                                                        |                                    | 7. Se asegura que los IDEns sean apropiados para la Organización                                                             |                                                                                                                                                                                               |                                |          |   |    | X         |  |
|                                                        |                                    | 8. Considera el Desempeño Energético a largo plazo.                                                                          |                                                                                                                                                                                               |                                |          |   |    | X         |  |
|                                                        |                                    | 9. Asegura que los resultados se midan e informen a intervalos definidos                                                     | Debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para seguimiento y medición de características fundamentales que puedan tener un impacto significativo al medio ambiente. | Seguimiento y Medición         | 4.5.1    |   | X  |           |  |
| 4.2.2                                                  | Representante de la Dirección (RD) | La alta dirección debe asignar uno o varios representantes de la dirección con responsabilidad y autoridad para:             | La alta dirección debe designar uno o varios representantes de la dirección con responsabilidad y autoridad para:                                                                             | Rec., func., resp. y autoridad | 4.4.1    | X |    |           |  |
|                                                        |                                    | 1. Asegurar que el SGen se establece, implementa, mantiene y mejora continuamente de acuerdo a los requisitos de esta norma. | 1. Asegurar que el SGA se establece, implementa, mantiene y mejora de acuerdo a los requisitos de la norma                                                                                    | Rec., func., resp. y autoridad | 4.4.1    | X |    |           |  |
|                                                        |                                    | 2. Identificar a las personas con autorización para trabajar con él, en el apoyo a las actividades del SGen.                 | Se deben definir, documentar y comunicar las funciones, las responsabilidades y la autoridad para el SGA                                                                                      | Rec., func., resp. y autoridad | 4.4.1    | X |    |           |  |
|                                                        |                                    | 3. Informar sobre el desempeño energético a la alta dirección                                                                | Incluido el desempeño ambiental en el punto 2                                                                                                                                                 | Rec., func., resp. y autoridad | 4.4.1    |   | X  |           |  |
|                                                        |                                    | 4. Informar sobre el desempeño del SGen a la alta dirección                                                                  | 2. Informar a la alta dirección sobre el desempeño del SGA, incluyendo las recomendaciones para la mejora                                                                                     | Rec., func., resp. y autoridad | 4.4.1    | X |    |           |  |
|                                                        |                                    | 5. Asegura que la planificación de actividades del SGen se diseña para apoyar la política energética de la organización      |                                                                                                                                                                                               |                                |          |   |    | X         |  |
|                                                        |                                    | 6. Definir y comunicar responsabilidad y autoridad para la Gen.                                                              | Las funciones, la responsabilidad y la autoridad se deben definir, documentar u comunicar                                                                                                     | Rec., func., resp. y autoridad | 4.4.1    | X |    |           |  |
|                                                        |                                    | 7. Definir los criterios y métodos para asegurar que la operación y el control del SGen sean eficaces                        |                                                                                                                                                                                               |                                |          |   |    | X         |  |
|                                                        |                                    | 8. Promover la toma de conciencia de la política energética y de los objetivos a todos los niveles de la organización        | Todas las personas sean conscientes de la política ambiental, el SGA y los Aspectos Ambientales                                                                                               | Comp., form. y conciencia      | 4.4.2    |   | X  |           |  |
|                                                        |                                    | Clá= Cláusula; C = Compatible; PC = Parcialmente Compatible NC = No Compatible                                               |                                                                                                                                                                                               |                                |          |   |    |           |  |

El desarrollo del “Análisis de Compatibilidad de Requisitos” realizado a través de este formato, abarcó todas las secciones o cláusulas del capítulo 4 de la norma ISO 50001:2004, desde la cláusula 4.1, hasta la 4.7.3; es decir, todos los requisitos para la implementación de un SGen basado en esta norma ISO 50001:2011. A continuación, en la *tabla 4.3* se presenta un concentrado de los resultados del “Análisis de Compatibilidad de los Requisitos”.

Tabla 4.3 Resultados del análisis de compatibilidad de requisitos entre las normas ISO 50001 e ISO 14001  
(Fuente: Tabla propia del autor)

| <b>Análisis de compatibilidad de los requisitos de la norma ISO 50001:2011 con los requisitos de la norma ISO 14001:2004</b> |                            |                   |                                             |                                 |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| <b>Requisitos de la norma ISO 50001</b>                                                                                      |                            |                   | <b>Requisitos compatibles con ISO 14001</b> |                                 |                       |
| <b>Sección</b>                                                                                                               | <b>Título</b>              | <b>Requisitos</b> | <b>Compatibles</b>                          | <b>Compatibles parcialmente</b> | <b>No compatibles</b> |
| 4.1                                                                                                                          | Requisitos generales       | 3                 | 3                                           | 0                               | 0                     |
| 4.2                                                                                                                          | Alta dirección             | 20                | 10                                          | 6                               | 4                     |
| 4.3                                                                                                                          | Política energética        | 10                | 8                                           | 0                               | 2                     |
| 4.4                                                                                                                          | Planificación energética   | 42                | 13                                          | 0                               | 29                    |
| 4.5                                                                                                                          | Implementación y operación | 38                | 30                                          | 0                               | 8                     |
| 4.6                                                                                                                          | Verificación               | 34                | 26                                          | 2                               | 6                     |
| 4.7                                                                                                                          | Revisión por la dirección  | 16                | 11                                          | 1                               | 4                     |
| <b>Total</b>                                                                                                                 |                            | <b>163</b>        | <b>101</b>                                  | <b>9</b>                        | <b>53</b>             |

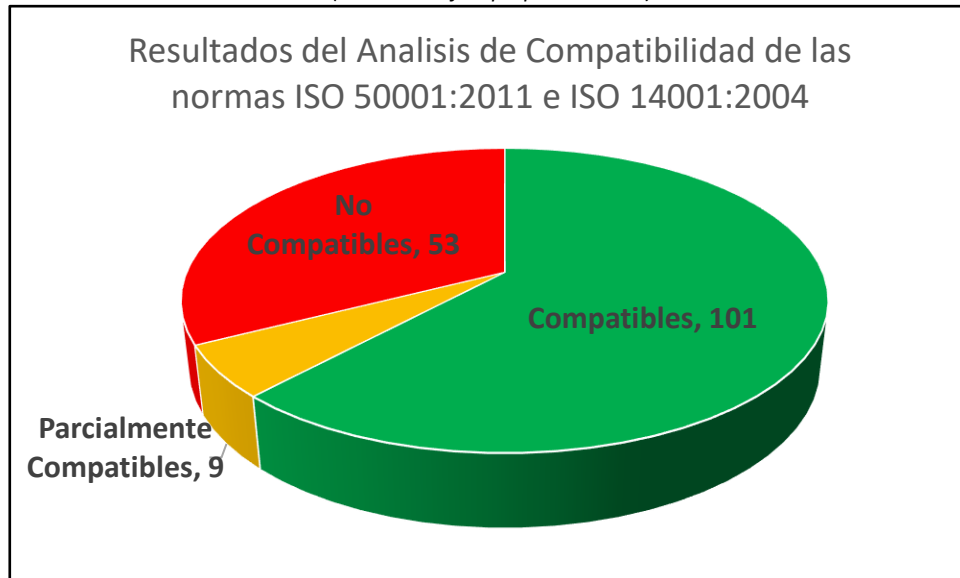
Los resultados resumidos en esta tabla son muy alentadores, en términos de presentar ventajas para el desarrollo e implementación del nuevo SGen:

- 101 de los 163 requisitos (62%) de la norma ISO 50001:2011 son compatibles con algún requerimiento de la norma ISO 14001:2004
- 9 de los 163 requisitos (5.5%) de la norma ISO 50001:2011 son parcialmente compatibles con algún requisito de la norma ISO 14001:2004, por lo que para cumplir con estos requisitos solo se requerirán complementos.
- 53 de los 163 requisitos (32.5) de la norma ISO 50001:2011 no son compatibles con algún requisito de la norma ISO 14001:2004, por lo que para cumplir con estos requisitos se deberán de desarrollar completamente.

En la representación gráfica de los resultados (*gráfica 4.1*) observamos que los requisitos que resultaron ser compatibles son mayoría, además de una sección importante de requisitos parcialmente compatibles. Estos resultados son ya una promesa de que, con

mucha probabilidad, habrá ventajas significativas en al momento de poner en uso una metodología para desarrollar el SGEN dentro de un SGA.

Gráfica 4.1 Representación gráfica de los resultados del análisis de compatibilidad de requisitos.  
entre las normas ISO 50001 e ISO 14001  
(Fuente: Gráfica propia del autor)



#### **4.2 Desarrollo de la “Metodología” para implementar el SGEN ISO 50001:2011, integrándolo al SGA ISO 14001:2004.**

El desarrollo de este trabajo de investigación tiene como punto central la creación de una “metodología” innovadora que permite desarrollar e implementar un SGEN ISO 50001 dentro de un SGA ISO 14001 ya en operación; la cual conoceremos como “Metodología de Integración”. Esta metodología está sustentada en la estructura del “Ciclo de Mejora Continua” de cuatro pasos: Planificar (P), Hacer (H), Verificar (V) y Actuar (A), misma que sustenta a las dos normas ISO que ésta pretende integrar.

La Metodología de Integración fue diseñada y desarrollada en una serie de seis pasos o etapas consecutivas, que fueron preparando el camino para crear una propuesta innovadora y de fácil aplicación, que puedan utilizar aquellas organizaciones que teniendo un SGA ISO 14001 operando, estén interesadas en desarrollar un SGEN basado en la norma ISO 50001:2011.

En la *tabla 4.4* se presentan en forma resumida la serie de seis etapas que fueron ejecutadas para desarrollar la Metodología de Integración. Los beneficios ofrecidos por esta, están sustentados en el hecho de que las dos normas involucradas tienen un alto porcentaje de requisitos compartidos o comunes; por lo que al desarrollar un nuevo SGEN, haciendo uso del sistema, estructura, documentación y otros recursos existentes en el SGA la organización puede lograr beneficios tales como:

- Reducir el tiempo necesario para desarrollar el nuevo SGEN.
- Reducir la cantidad de recursos.
- Realizar una integración del nuevo SGA de manera más suave

Tabla 4.4 Plan de seis pasos para desarrollar la Metodología de Integración, que permitirá implementar un SGEN ISO 50001 dentro del SGA ISO 14001 ya en operación  
(Fuente: Tabla propia del autor)

| Pasos para desarrollar la Metodología de Integración |                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Paso                                                 | Acciones Desarrolladas                                                                                                            |
| 1                                                    | Análisis de los requisitos documentales de la norma ISO 14001:2004                                                                |
| 2                                                    | <i>Análisis comparativo</i> de los requerimientos documentales entre las normas ISO 14001:2004 e ISO 50001:2011.                  |
| 3                                                    | Análisis de <i>la brecha entre los requisitos</i> documentales del SGA ISO 14001:2011 y el SGEN ISO 50001:2011                    |
| 4                                                    | Propuesta de <i>Plan para cierre de brechas</i> entre los requisitos documentales del SGA ISO 14001:2011 y el SGEN ISO 50001:2011 |
| 5                                                    | Análisis de <i>Compatibilidad de los Requisitos</i> de las normas ISO 14001:2004 e ISO 50001:2011                                 |
| 6                                                    | Armado de la Metodología y Diseño del Diagrama de Integración                                                                     |

#### 4.2.1 Análisis de los requisitos documentales de la norma ISO 14001:2004

El primer paso para desarrollar la Metodología de Integración consiste en analizar los requisitos documentales de la norma ISO 14001 la cual se convertirá en la norma anfitrión (que recibirá a la norma ISO 50001 que se convertirá en huésped). El analizar dichos requisitos documentales permitirá como punto de partida, conocer con claridad que requisitos de la norma anfitrión exigen estar documentados, cuales exigen procedimientos sin documentar y aquellos que exigen procedimientos documentados, incluyendo los registros, que serán la base donde se desarrollarán los requisitos del SGEN ISO 50001.

El documento de donde se realizó este análisis fue la publicación oficial de la norma: “Norma Internacional ISO 14001:2004, Sistema de Gestión Ambiental – Requisitos con

Orientación para su Uso, Traducción Certificada”. El resultado del análisis que consistió en interpretar el requerimiento de documentación de cada uno de los requisitos de la norma se representa en la *tabla 4.5*. Estos son los requisitos documentales del SGA:

Tabla 4.5 Requisitos de documentación de la norma ISO 14001:2004.  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con datos de la norma ISO 14001:2004)

| <b>REQUERIMIENTOS DE DOCUMENTACIÓN<br/>NORMA ISO 14001:2004</b>                  |                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Punto de la norma</b>                                                         | <b>Requerimiento</b>                        |
| 4.1 Alcance del SGA                                                              | Documentado                                 |
| 4.2 Política Ambiental                                                           | Documentado                                 |
| 4.3.1 Identificación y evaluación de aspectos ambientales,                       | Procedimiento(s) *                          |
| 4.3.2 Identificación requisitos legales y otros requisitos                       | Procedimiento(s) *                          |
| 4.3.3 Objetivos metas y programas                                                | Documentado                                 |
| 4.4.1. Funciones, responsabilidad y autoridad                                    | Documentado                                 |
| 4.4.2 Competencia, formación y toma de conciencia                                | Procedimiento(s) y registros *              |
| 4.4.3 Comunicación interna y externa                                             | Procedimiento(s) *                          |
| 4.4.5 Control de los documentos                                                  | Procedimiento(s) *                          |
| 4.4.6 Control operacional.                                                       | <i>Procedimiento documentado</i> *          |
| 4.4.7 Preparación ante emergencias                                               | Procedimiento(s) *                          |
| 4.5.1 Seguimiento y medición                                                     | Procedimiento(s) y registros *              |
| 4.5.2.1 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos | Procedimiento(s), registros *               |
| 4.5.3 No conformidades, acciones correctivas y acciones preventivas              | Procedimiento(s) y registros *              |
| 4.5.4 Control de los registros                                                   | Procedimiento(s) *                          |
| 4.5.5 Auditoría                                                                  | Procedimiento(s), programa(s) y registros * |
| 4.6 Revisión por la dirección                                                    | Registros                                   |

\* Requisito de la norma que exige procedimiento. Solo uno de estos pide ser documentado

#### **4.2.2 Comparativo de los requerimientos documentales entre las normas ISO 50001:2011 e ISO 14001:2004.**

El segundo paso para el diseño de la metodología fue el realizar un análisis comparativo entre los requisitos documentales de las normas anfitrión y huésped. El resultado de este análisis nos presentó un primer panorama de la compatibilidad entre los requisitos de

ambas normas; la compatibilidad documental. En la *tabla 4.6* se enlista el resultado del análisis comparativo, donde se constata una gran compatibilidad documental.

Tabla 4.6 Requisitos de documentación del SGen ISO 50001:2011 vs SGA ISO 14001:2004.  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con datos de las normas ISO 14001:2004 e ISO 50001:2011)

| PRINCIPALES DOCUMENTOS DEL SGA VS SGen                                                                    |                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sistema de Gestión Ambiental (SGA)                                                                        | Sistema de Gestión Energética (SGEn)                                                                                                             |
| Manual del sistema                                                                                        | Documento que describe como se cumplen los requisitos del SGen                                                                                   |
| Documento de la política ambiental                                                                        | Documento de la política energética                                                                                                              |
| Documento del alcance del SGA                                                                             | Documento del alcance del SGen                                                                                                                   |
| Procedimiento para identificar y evaluar aspectos ambientales                                             |                                                                                                                                                  |
|                                                                                                           | Documento que describe la metodología y criterios para realizar la evaluación energética                                                         |
|                                                                                                           | Documento que describe la metodología para determinar y actualizar los IDEns                                                                     |
| Documento que describe el establecimiento de objetivos y metas ambientales                                | Documento que describe el establecimiento de objetivos y metas energéticas                                                                       |
| Documento que describe el establecimiento de programas para cumplir con los objetivos y metas ambientales | Documento que describe el establecimiento de planes de acción para cumplir con los objetivos y metas energéticas                                 |
| Procedimiento para requisitos legales y otros requisitos                                                  | Documento que describe como se cumplen los requisitos legales y otros requisitos                                                                 |
| Procedimiento para competencia, formación y toma de conciencia                                            | Documento que describe la competencia, formación y toma de conciencia del SGen                                                                   |
| Procedimiento de comunicación                                                                             | Documento que describe el proceso de comunicación interna y externa                                                                              |
| Procedimiento para control de la documentación                                                            | Procedimiento para control de la documentación                                                                                                   |
| Procedimiento para las operaciones asociadas a aspectos significativos: prevención, desviaciones          | Identificar y planificar las operaciones relacionadas al uso significativo de la energía                                                         |
|                                                                                                           | Identificar las oportunidades que el diseño aporta al desempeño energético y los controles operacionales del SGen                                |
|                                                                                                           | Documento que describe las especificaciones para la adquisición de energía y servicios energéticos                                               |
| Procedimiento para respuesta a situaciones de emergencia                                                  |                                                                                                                                                  |
| Procedimiento para seguimiento y medición                                                                 | Seguimiento, medición y análisis de las características claves para el desempeño del SGen. Registro que contiene los resultados del seguimiento. |
| Procedimiento para evaluación del cumplimiento legal                                                      | Documento de registro de las evaluaciones del cumplimiento legal                                                                                 |
| Procedimiento para no conformidades, acción correctiva y acción preventiva                                | Seguimiento a las no conformidades, acción correctiva y acción preventiva. Registro que contiene las AC y AP.                                    |
| Procedimiento para gestión de los registros                                                               | Definir e implementar controles para la identificación, recuperación y retención de registros.                                                   |
| Procedimiento para auditoría interna                                                                      | Desarrollar el Plan y cronograma de auditorías internas. Registro que contiene los resultados de auditorías                                      |

#### 4.2.3 Análisis de brechas documentales entre ISO 50001 e ISO 14001.

El tercer paso para el desarrollo de la Metodología de Integración consistió en utilizar una de las herramientas encontradas en el estado del arte: el “Análisis de Brechas”; herramienta que propone la agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) en su manual “*Guía de Implementación de Sistema de Gestión de la Energía Basado en la ISO 50001*” [43]. La AChEE recomienda realizar un “*Análisis de brechas*” en la etapa inicial del proceso de implementación del SGen.

El Análisis de brechas realizado en la manera en que lo propone la AChEE se realiza para analizar el estado real actual de la organización que pretende desarrollar el SGEn en relación al cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 50001:2011, encontrando de esta manera, la brecha que separa la realidad actual de la organización y el estado ideal para el cumplimiento de los requisitos del nuevo SGEn ISO 50001. Es decir, una medición generalizada de los esfuerzos que serán requeridos para desarrollar el nuevo sistema, partiendo del o los sistemas ya operando en la organización.

Al realizar el Análisis de Brechas lo que se buscó fue encontrar las brechas entre los requisitos documentales entre la norma huésped y la anfitriona, aplicando el comparativo a los requerimientos de ambas normas involucradas. Si bien, en el paso dos encontramos un comparativo de los requisitos documentales entre las normas ISO 14001 e ISO 50001, en este Análisis de Brechas, adicionalmente encontramos son las brechas entre uno y otro sistema, es decir; aquellos requerimientos de documentación exigidos por la norma huésped (SGEn) y que no se encuentran desarrollados en la norma anfitrión (SGA) y que deberán ser desarrollados para el cumplimiento del nuevo SGEn.

El análisis de brechas entre los requisitos documentales de la norma ISO 14001 e ISO 50001 permitió establecer la compatibilidad (a partir de las diferencias reconocidas como brechas) entre ambas normas y dimensionar así la documentación que un SGA basado en la norma ISO 14001 que pudiera ser compartida al desarrollar el SGEn basado en la norma ISO 50001. El resultado del análisis de brechas nos permite:

1. Reconocer los procesos, procedimientos, documentación y registros requeridos por la norma ISO 50001:2011 que no están incluidos en los requisitos de la norma ISO 14001:2004. Estos se tendrán que desarrollar completamente.
2. Reconocer los procesos, procedimientos, documentación y registros requeridos por la norma ISO 50001:2011 que están parcialmente incluidos por la norma ISO 14001:2004 que solamente hay que adaptar (modificar) para que cumplan con ambas normas.
3. Reconocer los procesos, procedimientos, documentación y registros requeridos por la norma ISO 50001:2011 que están prácticamente incluidos por la norma ISO 14001:2004 que cumplen con los requerimientos de ambas normas.

En la *tabla 4.7* se documentó el resultado del Análisis de Brechas realizado a los requisitos documentales de ambas normas, en esta, podemos encontrar las brechas identificadas y el plan de cierre para dichas brechas.

Tabla 4.7 Análisis de brechas documentales entre las normas ISO 50001 – ISO 14001  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con información del formato de Análisis de Brechas) [43]

| IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS ISO 50001:2011 - ISO 14001:2004                         |                                                                                          |                                     |                                        |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|
| Descripción del requisito                                                         | Requerimientos ISO 50001                                                                 | Requerimientos ISO 14001            | Brecha Identificada                    | Plan de cierre de brecha |
| 4.1 Alcance del SGEn                                                              | Documentar alcance                                                                       | Documentar alcance                  | GEn no incluida                        | Modificar, incluir GEn   |
| 4.2 Responsabilidad de la dirección                                               | Demostrar compromiso                                                                     | Demostrar compromiso                | GEn no incluida                        | Incluir Gen              |
| 4.3 Política energética                                                           | Documentar Política                                                                      | Documentar política                 |                                        | Modificar, incluir GEn   |
| 4.4 Planificación energética                                                      | Documentar Proceso                                                                       | Procedimiento (Ambiental)           | GEn no incluida                        | Desarrollar              |
| 4.4.2 Requisitos legales y otros requisitos                                       | Identificados e implementados                                                            | Procedimiento                       | Ok                                     | Modificar, incluir Gen   |
| 4.4.3 Revisión energética (RE)                                                    | Documentar metodología y criterios de RE, y las oportunidades de mejorar el desempeño En | N/A                                 | Falta realizar                         | Desarrollar              |
| 4.4.4 Línea de base energética                                                    | Registrar y mantener                                                                     | N/A                                 | Falta realizar                         | Desarrollar              |
| 4.4.5 Indicadores de desempeño energético                                         | Documentar metodología para determinar IDEns y las Revisiones                            | N/A                                 | Falta realizar                         | Desarrollar              |
| 4.4.6 Objetivos, metas y planes para Gen                                          | Documentados, Revisarse                                                                  | Documentado (ambientales)           | GEn no incluida                        | Modificar, incluir Gen   |
| 4.5.2 Competencia, formación y toma de conciencia                                 | Registros                                                                                | Procedimientos y registros          | GEn no incluida                        | Modificar, incluir Gen   |
| 4.5.3 Comunicación                                                                | Documentar decisión y de ser un sí; documentar el Método.                                | Procedimientos                      | GEn no incluida (integrar la decisión) | Modificar, incluir Gen   |
| 4.5.4 Documentación                                                               | Procedimiento de control de documentos                                                   | Procedimiento                       | GEn no incluida                        | Modificar, incluir Gen   |
| 4.5.5 Control operacional                                                         | Identificar y planificar las Operaciones relacionadas con uso significativo de la En.    | Procedimiento documentado           | GEn no incluida                        | Modificar, incluir Gen   |
| 4.5.6 Diseño                                                                      | Registrar resultados de las actividades de diseño                                        | N/A                                 | Falta realizar                         | Desarrollar              |
| 4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía           | Documentar especificaciones de adquisición de la En.                                     | N/A                                 | Falta realizar                         | Desarrollar              |
| 4.6.1 Seguimiento, medición y análisis                                            | Registro de los resultados, Registro de calibraciones                                    | Procedimiento y registros           | GEn no incluida                        | Modificar, incluir GEn   |
| 4.6.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos | Registro de evaluación de cumplimiento                                                   | Procedimiento y registros           | GEn no incluida                        | Modificar, incluir GEn   |
| 4.6.3 Auditoría interna del sistema de gestión de la energía                      | Plan y cronograma, registrar resultados e informe a la dirección                         | Procedimiento, programa y registros | GEn no incluida                        | Modificar, incluir GEn   |
| 4.6.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva         | Registros de acciones correctivas y acciones preventivas, y revisión de la eficiencia    | Procedimiento y registros           | GEn no incluida                        | Modificar, incluir GEn   |
| 4.6.5 Control de los registros                                                    | Implementar controles                                                                    | Procedimientos                      | GEn no incluida                        | Modificar, incluir GEn   |
| 4.7 Revisión por la dirección                                                     | Registros                                                                                | Registros                           | GEn no incluida                        | Modificar, incluir GEn   |

Las secciones sombreadas del plan de cierre de brechas representan la coincidencia de los requisitos en ambas normas, donde el cumplimiento documental solo exigirá el esfuerzo mínimo, el necesario para el acogimiento del SGEn al SGA existente, esto, por lo tanto; representa una modificación a los procesos, procedimientos, o registros aplicables en cada caso. La sección no sombreada del plan de cierre de brechas integra los requerimientos

documentales del nuevo SGen que no están incluidos en el sistema de gestión anfitrión (SGA) y que por lo tanto deberán ser desarrollados e implementados completamente por ser inexistentes.

El resultado del análisis de brechas entre ISO 50001 e ISO 14001 y el plan de acción de este mismo, integra el fundamento de la creación de la metodología o procedimiento para desarrollar e implementar un SGen basado en ISO 50001:2011 integrándolo a un SGA ISO 14001:2004 ya existente en cualquier organización.

#### **4.2.4 Creación del “Plan Específico para Cerrar las Brechas” entre el SGA y el SGen.**

El cuarto paso para el desarrollo de la Metodología de Integración consiste en desarrollar un “Plan específico para cerrar las brechas” existentes entre los requisitos del sistema anfitrión y los requisitos del sistema huésped. En este plan se declaran las acciones particulares que se deberán de llevar a cabo para el cierre de cada una de las brechas documentales encontradas, de manera que se cumplan satisfactoriamente los requisitos del nuevo sistema.

Con base en la información recopilada en las guías existentes para implementar un SGen, la interpretación de cada uno de los requisitos de ambas normas (ISO 14001 e ISO 50001) y al resultado del análisis de brechas entre los sistemas SGen y SGA, se desarrolló formalmente dicho plan.

El resultado del plan se presenta en la *tabla 5.8*. En esta tabla de resultados, las secciones no sombreadas representan aquellos requisitos que prácticamente están incluidos en ambos sistemas de gestión, por lo que las acciones a llevar a cabo para que lo establecido en el SGA cumpla con los requisitos de ambas normas son muy pequeñas o casi nulas, las secciones sombreadas con un color gris claro, son aquellas donde el requisito en operación de sistema anfitrión cumple parcialmente con el o los requisitos correspondientes en el sistema huésped, por lo se deberán de llevar acciones que complementen el requisito de manera que se dé cumplimiento a ambas normas.

Finalmente, las secciones sombreadas en color gris oscuro son aquellas donde el requisito del sistema huésped no está incluido en el sistema anfitrión, por lo que, para dar

cumplimiento al nuevo sistema, se tendrá que desarrollar completamente en nuevo requisito.

Tabla 4.8 Plan específico para cerrar las brechas entre el SGA y el SGEN.  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con el formato de Análisis de Brechas)

| PLAN ESPECIFICO PARA EL CIERRE DE BRECHAS |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ISO 50001:2011                            |                                                                             | Plan de Acción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Cap.                                      | Título                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4.1                                       | Requisitos Generales                                                        | Incluir la GEN en el alcance del SGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4.2.1                                     | Alta dirección                                                              | Completar, demostrar el cumplimiento de los incisos 5,6,7,8 y 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4.2.2                                     | Representante de la dirección                                               | Completar estos requisitos, dando cumplimiento a los incisos 3,5,7,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4.3                                       | Política Energética                                                         | 1. Incluir la GEN a la Política del SGA.<br>2. Completar, revisando y asegurando que se cumplan los incisos 3 y 6                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4.4.1                                     | Generalidades                                                               | Desarrollar y Documentar el PPE, cumpliendo con los 3 Debes asociados                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4.4.2                                     | Requisitos Legales y otros requisitos                                       | Integrar la GEN, Analizar los Requisitos Legales Energéticos aplicables e incluirlos                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4.4.3                                     | Revisión Energética (RE)                                                    | 1. Desarrollar, Registrar y Mantener una RE.<br>2. Asegurar el cumplimiento de los 3 "Debes" y 9 "Incisos" asociados                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4.4.4                                     | Línea de base energética (LBE)                                              | 1. Establecer, Mantener y Registrar la LBE.<br>2. Asegurar el cumplimiento de los 4 "Debes" y 3 "Incisos" asociados                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4.4.5                                     | Indicadores de desempeño energético (IDEn)                                  | 1. Identificar los IDEns apropiados.<br>2. Asegurar el cumplimiento de los 2 "Debes" asociados                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4.4.6                                     | Objetivos, metas y planes para GEN                                          | 1. Incluir los Objetivos y Metas del SGEN a los Objetivos y Metas del SGA.<br>2. Asegurar que las Metas del SGEN sean coherentes con los Objetivos de mismo sistema                                                                                                                                                                                                           |
| 4.4.6                                     | Objetivos, metas y planes para GEN                                          | 1. Incluir los Planes de Acción del SGEN a los Programas del SGA.<br>2. Asegurar el cumplimiento de los "Incisos" 3 y 4 de los planes de acción                                                                                                                                                                                                                               |
| 4.5.2                                     | Competencia, formación y conciencia                                         | Incluir la GEN en la Competencia, Formación y Toma de Conciencia del SGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4.5.3                                     | Comunicación                                                                | 1. Incluir la GEN en la Comunicación del SGA.<br>2. Asegurar de incluir un proceso para Comentarios y Sugerencias.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4.5.4.1                                   | Requisitos de la documentación                                              | 1. Incluir la GEN en los Requisitos de la Documentación del SGA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4.5.4.2                                   | Control de los Documentos                                                   | Incluir la GEN en el Control de los Documentos del SGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4.5.5                                     | Control Operacional                                                         | Incluir la GEN en los Controles Operacionales del SGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4.5.6                                     | Diseño                                                                      | Desarrollar e Implementar los 3 "Debes" Asociados al Diseño                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 4.5.7                                     | Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía           | Desarrollar e Implementar los 3 "Debes" Asociados a la Adquisición de Servicios de Energía, Productos, Equipos y Energía                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4.6.1                                     | Seguimiento, medición y análisis                                            | 1. Incluir el Seguimiento, Medición y Análisis de las Características Claves para el DEn del SGEN, en el Seguimiento, Medición y Análisis de las Características Claves del SGA.<br>2. Asegurar el cumplimiento de los "Incisos" 1, 2, 3 y 5 asociados<br>3. Asegurar que se defina y revise periódicamente las necesidades de medición de la Características Claves del SGEN |
| 4.6.1                                     | Seguimiento, medición y análisis                                            | Definir e Implementar un Plan de Medición Energética.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4.6.1                                     | Seguimiento, medición y análisis                                            | Integrar la GEN al proceso de Calibración del SGA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4.6.1                                     | Seguimiento, medición y análisis                                            | Investigar y Responder a desviaciones significativas del Desempeño Energético                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4.6.1                                     | Seguimiento, medición y análisis                                            | Incluir el Gen en el registro de las actividades de Seguimiento, Medición y Análisis del SGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4.6.2                                     | Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos | Incluir la GEN a la Evaluaciones del Cumplimiento de los Requisitos Legales y Otros Requisitos del SGA                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4.6.3                                     | Auditoria interna del sistema de gestión de la energía                      | 1. Incluir la GEN en los requisitos de Auditoria Interna del SGA.<br>2. Asegurar la validación del cumplimiento de los Objetivos y Metas Establecidos                                                                                                                                                                                                                         |
| 4.6.4                                     | NC, C, AC Y AP                                                              | Integrar la GEN al Proceso de NC, C, AC y AP del SGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4.6.5                                     | Control de los registros                                                    | Incluir la GEN en el Control de los Registros del SGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4.7.1                                     | Generalidades                                                               | Incluir la GEN en el proceso de Revisión por la Dirección del SGA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4.7.2                                     | Información de entrada para la RD                                           | 1. Incluir la GEN en la Información de Entrada en la revisión por la dirección del SGA.<br>2. Asegurar el cumplimiento de los "Incisos" 3 y 8                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4.7.3                                     | Resultados de la RD                                                         | 1. Incluir la GEN en los resultados de la revisión por la dirección del SGA.<br>2. Asegurar que se cumplan los "Incisos" 1, 3 y 5                                                                                                                                                                                                                                             |

#### 4.2.5 Diseño de la Metodología de Integración para desarrollar un SGen ISO 50001:2011 integrándolo a un SGA ISO 14001:2004 ya en operación.

El diseño de la metodología se sustentó en el ciclo de mejora continua de cuatro pasos: “PHVA”. Las dos normas ISO que esta metodología pretende unir, están también sustentadas en la dinámica de este ciclo de mejora, tal como podemos observar en las *tablas 4.9 y 4.10*. Cada uno de los requisitos de las normas ISO están orientados a cubrir el círculo del ciclo PHVA, de manera que cuando un sistema de gestión de esta naturaleza se implementa y mantiene, se convierte en un sistema vivo, que mejora constantemente y que tiene capacidad de madurar a través del aprendizaje en el tiempo.

Tabla 4.9 Clasificación de los requisitos de la norma ISO 14001:2004 en el ciclo PHVA.  
(Fuente: Tabla propia del autor)

| <b>NORMA ISO 14001:2004 EN EL CICLO PHVA</b>                                     |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Requisito de la norma</b>                                                     | <b>Ciclo PHVA</b> |
| 4.1 Alcance del SGA                                                              | Planificar        |
| 4.2 Política Ambiental                                                           |                   |
| 4.3.1 Identificación y evaluación de aspectos ambientales                        |                   |
| 4.3.2 Identificación requisitos legales y otros requisitos                       |                   |
| 4.3.3 Objetivos metas y programas                                                |                   |
| 4.4.1. Funciones, responsabilidad y autoridad                                    | Hacer             |
| 4.4.2 Competencia, formación y toma de conciencia                                |                   |
| 4.4.3 Comunicación interna y externa                                             |                   |
| 4.4.5 Control de los documentos                                                  |                   |
| 4.4.6 Control operacional.                                                       |                   |
| 4.4.7 Preparación ante emergencias                                               | Verificar         |
| 4.5.1 Seguimiento y medición                                                     |                   |
| 4.5.2.1 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos |                   |
| 4.5.4 Control de los registros                                                   | Actuar            |
| 4.5.5 Auditoría                                                                  |                   |
| 4.5.3 No conformidades, acciones correctivas y acciones preventivas              |                   |
| 4.6 Revisión por la dirección                                                    |                   |

Tomando como base el resultado de cada uno de los cinco pasos descritos anteriormente y considerando además los hallazgos en la investigación documental sobre trabajos anteriores respecto a metodologías para la implementación del SGen o el SGA (el estado del arte), se logró diseñar una metodología innovadora cuyo objetivo es la implementación del SGen ISO 50001:2011 integrado a un SGA ISO 14001:2004 en operación en una organización. La *figura 4.1* presenta el “Diagrama general de la Metodología de Integración” que sintetiza los pasos a seguir para lograr la integración de los sistemas.

Tabla 4.10 Clasificación de los requisitos de la norma ISO 50001:2011 en el ciclo PHVA.  
(Fuente: Tabla propia del autor)

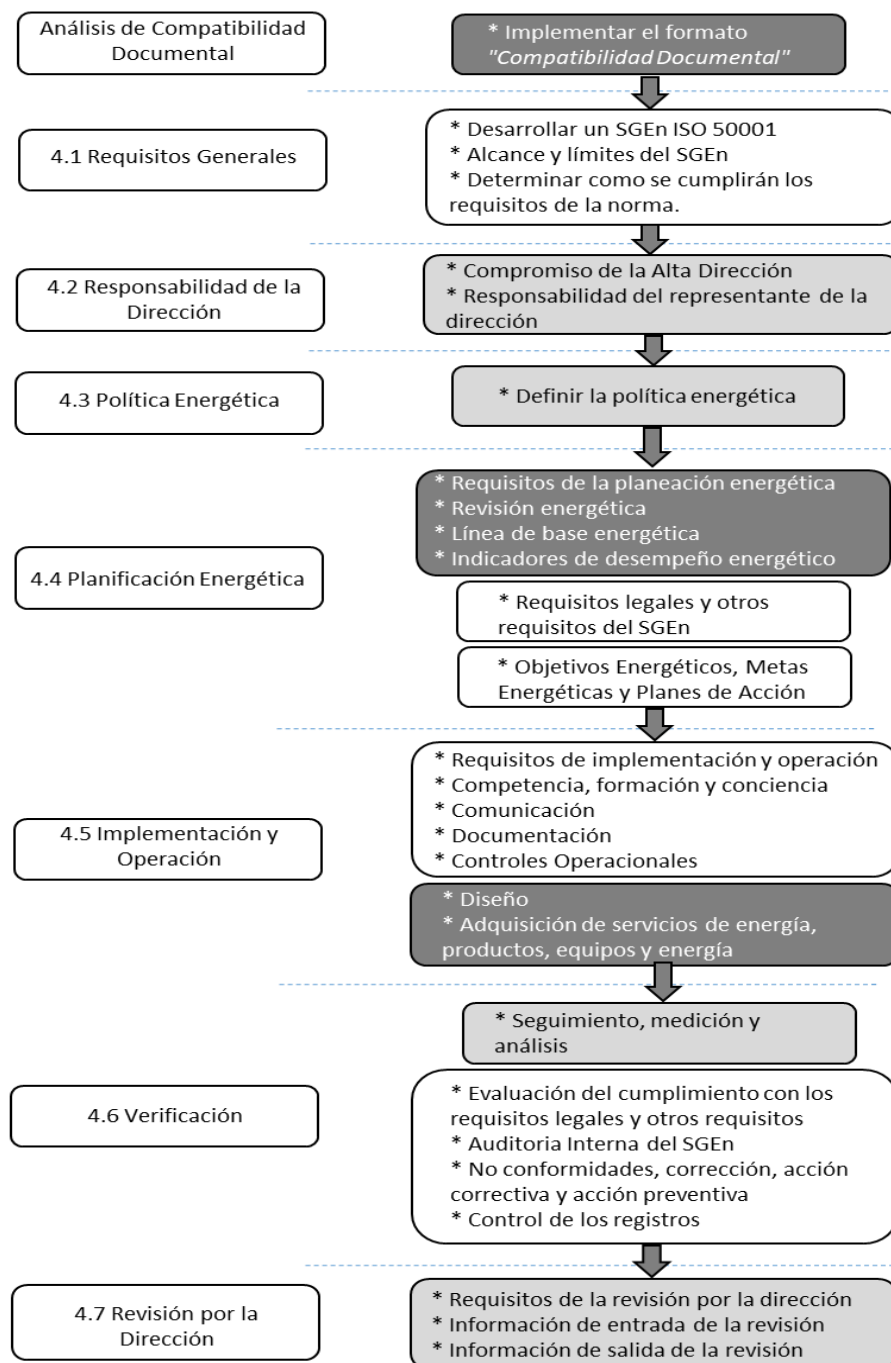
| NORMA ISO 50001:2011 EN EL CICLO PHVA                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Requisito de la norma                                                             | Ciclo PHVA |
| 4.1 Alcance del SGEN                                                              | Planificar |
| 4.2 Responsabilidad de la Dirección                                               |            |
| 4.2.1 Alta dirección                                                              |            |
| 4.4.2 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                                                         |            |
| 4.4.4 Línea de base energética                                                    |            |
| 4.4.5 Indicadores de desempeño energético                                         |            |
| 4.4.6 Objetivos, metas y planes para la gestión energética                        |            |
| 4.5 Implementación y operación                                                    | Hacer      |
| 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                                                                      |            |
| 4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía           |            |
| 4.6 Verificación                                                                  | Verificar  |
| 4.6.1 Seguimiento, medición y análisis                                            |            |
| 4.6.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos |            |
| 4.6.3 Auditoría interna del sistema de gestión de la energía                      |            |
| 4.6.5 Control de los registros                                                    | Actuar     |
| 4.6.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva         |            |
| 4.7 Revisión por la dirección                                                     |            |

El código de sombreado en el “Diagrama General de la Metodología de Integración” especifica la siguiente característica del requisito:

- Sin sombreado. Son los requisitos comunes entre las dos normas, donde los esfuerzos para integrar el nuevo requisito serán mínimos ya que solo consiste en integrar la intención energética al requisito existente en el SGA.
- Sombreados en gris claro. Son los requisitos que existen parcialmente en el SGA, por lo que los esfuerzos para integrar el nuevo requisito serán medianos, ya que solo implicarán complementar el requisito existente en el SGA.
- Sombreados en gris oscuro. Son los requisitos del SGEN que no son requeridos en el SGA en operación, por lo que los esfuerzos para integrar el nuevo requisito serán altos, ya que implicarán desarrollar completamente un requisito inexistente.

La Metodología de Integración inicia con la realización de un “Análisis de Compatibilidad Documental” entre el SGA ISO 14001 implementado en la organización

## DIAGRAMA PARA IMPLEMENTAR UN SGEN ISO 50001 INTEGRADO A UN SGA ISO 14001



- Existente en el SGA, integrar energía
- Parcialmente Existente en el SGA, Complete requirements and integrate
- Non-existent in the EMS, Develop and implement

Figura 4.1 Diagrama general de la Metodología de Integración de un SGEN ISO 50001 desarrollado dentro de un SGA ISO 14001

(Fuente: Diagrama propio del autor)

y los requisitos del nuevo SGEN a integrar. Para lograr dicho análisis, se desarrolló un formato estándar llamado; “Formato de Compatibilidad Documental”, el cual enlista todos los requisitos de la norma ISO 50001 y documenta la relación de cada requisito con el correspondiente en la norma ISO 14001 para encontrar y registrar la documentación real, actualmente existente dentro del SGA de la organización que cumple o registra dicho requisito. Esta información relacionará cada requisito del sistema huésped (SGEn) con la documentación de cada requisito del sistema anfitrión.

Al concluir este análisis de compatibilidad documental, el EGEN tendrá a su disposición una visión general de la documentación existente en el SGA que podrá ser utilizado para cumplir con los requisitos del nuevo SGEN a implementar.

En la *tabla 4.11* se presenta el “Formato de compatibilidad documental” propuesto en la Metodología de Integración, en él, las secciones sombreadas en gris claro y gris oscuro tienen el mismo significado que el aplicado al “Diagrama de Integración” al igual que las celdas sin sombreado también tienen la misma implicación.

Es importante mencionar que existen algunos requisitos previos (prerrequisitos) con los que la organización deberá contar antes de iniciar con la implementación de la Metodología de Integración si el objetivo es concluir exitosamente la implementación de todos los requisitos de la norma ISO 50001 e incluso llegar a la certificación de su SGEN por un agente externo. Los prerrequisitos generales son:

1. Que la organización esté decidida y comprometida a implementar el SGEN incluyéndolo dentro de su SGA ya en operación.
2. Que la Alta Dirección de la organización haya asignado a uno o más representantes de la dirección, que soporten el liderazgo del SGEN.
3. La organización debe contar con un Equipo de Gestión Energética (EGEn), multifuncional, multidisciplinario formalmente integrado.
4. El EGEN de la organización debe haber recibido un curso de inducción al nuevo SGEN ISO 50001:2011.
5. Que al menos una persona del EGEN pueda interpretar cada uno de los requisitos de la norma ISO 50001:2011 (haber recibido el curso de interpretación de la norma ISO 50001:2011).

Tabla 4.11 Formato de compatibilidad documental propuesto para la etapa inicial de la Metodología de Integración  
(Fuente: Tabla propia del autor)

| FORMATO DE COMPATIBILIDAD DOCUMENTAL |                                                 |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                        |         |                        |       |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------|------------------------|---------|------------------------|-------|
| ISO 50001:2011                       |                                                 |                                                                                                                                        | ISO 14001:2004                                                                                                                                                                                |                                             |       |                        |         |                        |       |
| Sección                              | Título                                          | Requisito                                                                                                                              | Requisito                                                                                                                                                                                     | Título                                      | Cap.  | Manual o Procedimiento | Formato | Instrucción de Trabajo | Otros |
| 4.1                                  | Requisitos Generales                            | 1. Debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un SGEn                                                                | Establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un SGA                                                                                                                                | Requisitos generales                        | 4.1   |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 2. Debe definir y documentar el alcance y límites del SGEn                                                                             | Definir y documentar el alcance del SGA                                                                                                                                                       | Requisitos generales                        | 4.1   |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 3. Debe definir como se cumplirá los requisitos de la norma, con el fin de lograr la mejora del desempeño energético y el SGEn.        | Determinar como se cumpliran los requisitos de la norma                                                                                                                                       | Requisitos generales                        | 4.1   |                        |         |                        |       |
| 4.2.1                                | Alta Dirección (AD)                             | La AD debe demostrar su compromiso de apoyo al SGEn y la mejora continua al:                                                           |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 1. Definir, establecer, implementar y mantener una política energética                                                                 | 1. La alta dirección debe definir una política ambiental                                                                                                                                      | Política Ambiental                          | 4.2   |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 2. Designar un representante de la dirección para el SGEn y Aprobar la creación de un EGen                                             | 2. La alta dirección debe designar uno o varios representantes de la dirección para el SGA                                                                                                    | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 3. Suministra los recursos necesarios para la mejora del SGEn y el desempeño energético.                                               | 3. La dirección debe asegurar la disponibilidad de recursos esenciales para el SGA.                                                                                                           | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 4. Identifica el alcance y los límites del SGEn                                                                                        | 4. La organización debe Identifica el alcance y los límites del SGEn                                                                                                                          | Requisitos generales                        | 4.1   |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 5. Comunica la importancia del SGEn a toda la organización                                                                             | Debe establecer y mantener uno o varios procedimientos para concienian                                                                                                                        | Competencia, formación y toma de conciencia | 4.4.2 |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 6. Se asegura que se establecen objetivos y metas energéticas                                                                          | Debe establecer, implementar y mantener objetivos y metas ambientales, documentadas                                                                                                           | Objetivos, metas y programas                | 4.3.3 |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 7. Se asegura que los IDEns sean apropiados para la Organización                                                                       |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 8. Considera el Desempeño Energético a largo plazo.                                                                                    |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 9. Asegura que los resultados se midan e informen a intervalos definidos                                                               | Debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para seguimiento y medición de características fundamentales que puedan tener un impacto significativo al medio ambiente. | Seguimiento y Medición                      | 4.5.1 |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 10. Lleva a cabo las revisiones por la dirección                                                                                       | 5. Lleva a cabo las revisiones por la dirección                                                                                                                                               | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 |                        |         |                        |       |
| 4.2.2                                | Representante de la Dirección (RD)              | La alta dirección debe asignar uno o varios representantes de la dirección con responsabilidad y autoridad para:                       | La alta dirección debe designar uno o varios representantes de la dirección con responsabilidad y autoridad para:                                                                             | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 1. Asegurar que el SGEn se establece, implementa, mantiene y mejora continuamente de acuerdo a los requisitos de esta norma.           | 1. Asegurar que el SGA se establece, implementa, mantiene y mejora de acuerdo a los requisitos de la norma                                                                                    | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 2. Identificar a las personas con autorización para trabajar con el, en el apoyo a las actividades del SGEn                            | Se deben definir, documentar y comunicar las funciones, las responsabilidades y la autoridad para el SGA                                                                                      | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 3. Informar sobre el desempeño energético a la alta dirección                                                                          | Incluido el desempeño ambiental en el punto 2                                                                                                                                                 | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 4. Informar sobre el desempeño del SGEn la alta dirección                                                                              | 2. Informar a la alta dirección sobre el desempeño del SGA, incluyendo las recomendaciones para la mejora                                                                                     | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 5. Asegura que la planificación de actividades del SGEn se diseña para apoyar la política energética de la organización                |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 6. Definir y comunicar responsabilidad y autoridad para la Gen.                                                                        | Las funciones, la responsabilidad y la autoridad se deben definir, documentar u comunicar                                                                                                     | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 7. Definir los criterios y métodos para asegurar que la operación y el control del SGEn sean eficaces                                  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                        |         |                        |       |
| 4.7.3                                | Resultados de la revisión por la dirección (RD) | Los resultados de la revisión por la dirección deben de incluir las decisiones y acciones relacionadas con:                            | Los resultados de la revisión por la dirección deben de incluir las decisiones y acciones relacionadas con:                                                                                   | Revisión por la dirección                   | 4.6   |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 1. Cambios en el desempeño energético de la organización.                                                                              |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 2. Cambios en la política energética.                                                                                                  | 1. Posibles cambios en la política ambiental.                                                                                                                                                 | Revisión por la dirección                   | 4.6   |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 3. Cambios en los IDEns                                                                                                                |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                        |         |                        |       |
|                                      |                                                 | 4. Cambios en los objetivos y metas u otros elementos del SGEn coherentes con el compromiso de la organización con la mejora continua. | 2. Cambios en los objetivos y metas u otros elementos del SGA coherentes con el compromiso de la mejora continua.                                                                             | Revisión por la dirección                   | 4.6   |                        |         |                        |       |
| 4.7.3                                |                                                 | 5. Cambios en la asignación de recursos                                                                                                |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                        |         |                        |       |

Después de realizar el análisis de compatibilidad documental a través de la implementación del formato diseñado para este propósito (Formato de Compatibilidad Documental), se propone la puesta en marcha de un “Programa de integración paso a paso” que considera la metodología. Este programa es la segunda parte de la Metodología de Integración y representa el plan para integrar cada uno de los requisitos de sistema huésped (SGEn) dentro del sistema, estructura y la documentación del sistema anfitrión (SGA).

El código de sombreado en el “*Programa de Integración Paso a Paso*” al igual que en “*Diagrama General de Integración*”, especifica la siguiente característica del requisito:

- Sin sombreado. Son aquellos requisitos comunes entre las dos normas (50001 y 14001), donde los esfuerzos para integrar el nuevo requisito serán mínimos ya que solo consiste en integrar la intención energética al requisito existente en el SGA. El plan implica solo el esfuerzo por “Incluir” el requisito dentro del sistema, estructura y/o documentación del sistema anfitrión (SGA).
- Sombreados en gris claro. Son los requisitos que existen parcialmente en el SGA en operación, por lo que los esfuerzos para integrar el nuevo requisito serán medianos, ya que solo implicarán complementar el requisito existente en el SGA. El plan en estos casos implica el esfuerzo por “Completar”, modificar el sistema, estructura y/o documentación del sistema anfitrión (SGA), para dar cumplimiento al requisito del SGEn.
- Sombreados en gris oscuro. Son los requisitos del SGEn que no son requeridos en el SGA en operación, por lo que los esfuerzos para integrar el nuevo requisito serán altos, ya que implicarán desarrollar completamente el requisito inexistente. El plan es “Desarrollar” el requisito, documentarlo si es necesario e incluirlo en la estructura del sistema anfitrión (SGA).

#### **4.3 Identificación de la industria mexicana de alto consumo energético**

Cuanto más grande sea el consumo energético de una organización, mayor será el área de oportunidad que presenta para ahorrar y hacer más eficiente su consumo energético, desde luego que esta afirmación se ve limitada por aspectos como la variedad de los procesos en

la industria, la tecnología usada en los mismos y el compromiso-entendimiento de la alta dirección de las organizaciones para gestionar el consumo de sus recursos energéticos.

Tabla 4.12 Programa de integración paso a paso propuesto por la Metodología de Integración  
(Fuente: Tabla propia del autor)

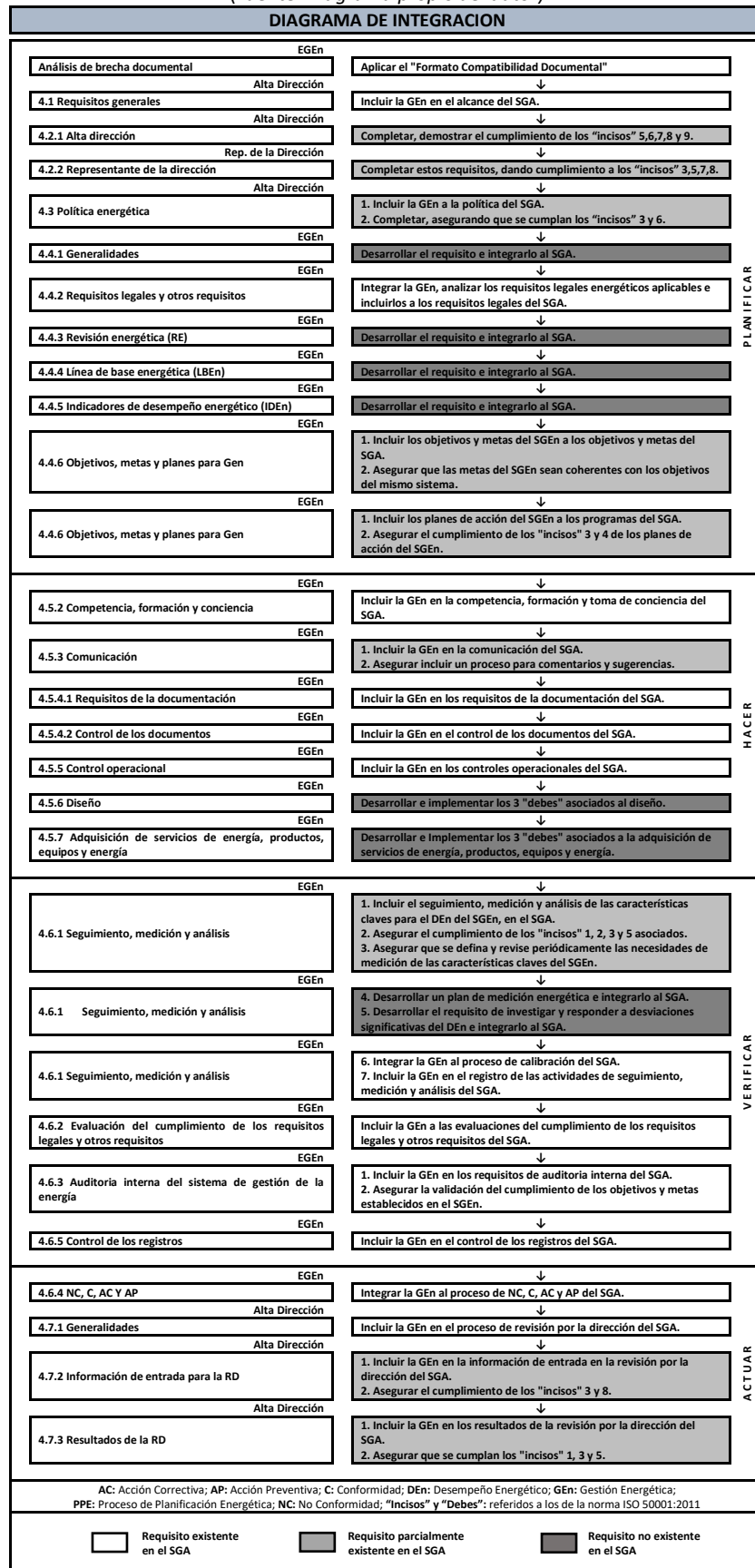
| PROGRAMA DE INTEGRACIÓN PASO A PASO |                                                                   |                     |                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ISO 50001:2011                      |                                                                   | Plan a seguir       | Principales acciones del plan                                                                                                                                       |
| Sección                             | Título                                                            |                     |                                                                                                                                                                     |
| 4.1                                 | Requisitos generales                                              | Incluir             | Incluir la GEN en el alcance del SGA                                                                                                                                |
| 4.2.1                               | Alta dirección                                                    | Completar           | Completar, demostrar el cumplimiento de los "incisos" 5,6,7,8 y 9                                                                                                   |
| 4.2.2                               | Representante de la dirección                                     | Completar           | Completar estos requisitos, dando cumplimiento a los "incisos" 3,5,7,8                                                                                              |
| 4.3                                 | Política energética                                               | Incluir, completar  | 1. Incluir la GEN a la política del SGA.<br>2. Completar, revisando y asegurando que se cumplan los "incisos" 3 y 6                                                 |
| 4.4.1                               | Generalidades                                                     | Desarrollar         | Desarrollar y documentar el PPE, cumpliendo con los 3 "Debes" asociados                                                                                             |
| 4.4.2                               | Requisitos legales y otros requisitos                             | Incluir             | Integrar la GEN, analizar los requisitos legales energéticos aplicables e incluirlos                                                                                |
| 4.4.3                               | Revisión energética (RE)                                          | Desarrollar         | 1. Desarrollar, registrar y mantener una RE.<br>2. Asegurar el cumplimiento de los 3 "Debes" y 9 "Incisos" asociados                                                |
| 4.4.4                               | Línea de base energética (LBEn)                                   | Desarrollar         | 1. Establecer, mantener y registrar la LBEn.<br>2. Asegurar el cumplimiento de los 4 "Debes" y 3 "Incisos" asociados                                                |
| 4.4.5                               | Indicadores de desempeño energético (IDEn)                        | Desarrollar         | 1. Identificar los IDEns apropiados.<br>2. Asegurar el cumplimiento con los 2 "Debes" asociados                                                                     |
| 4.4.6                               | Objetivos, metas y planes para GEN                                | Completar           | 1. Incluir los objetivos y metas del SGEN a los objetivos y metas del SGA.<br>2. Asegurar que las metas del SGEN sean coherentes con los objetivos de mismo sistema |
| 4.4.6                               | Objetivos, metas y planes para GEN                                | Completar           | 1. Incluir los planes de acción del SGEN a los programas del SGA.<br>2. Asegurar el cumplimiento de los "Incisos" 3 y 4 de los planes de acción                     |
| 4.5.2                               | Competencia, formación y conciencia                               | Incluir             | Incluir la GEN en la competencia, formación y toma de conciencia del SGA                                                                                            |
| 4.5.3                               | Comunicación                                                      | Incluir y completar | 1. Incluir la GEN en la comunicación del SGA.<br>2. Asegurar de incluir un proceso para comentarios y sugerencias.                                                  |
| 4.5.4.1                             | Requisitos de la documentación                                    | Incluir             | Incluir la GEN en los requisitos de la documentación del SGA.                                                                                                       |
| 4.5.4.2                             | Control de los documentos                                         | Incluir             | Incluir la GEN en el control de los documentos del SGA                                                                                                              |
| 4.5.5                               | Control operacional                                               | Incluir             | Incluir la GEN en los controles operacionales del SGA                                                                                                               |
| 4.5.6                               | Diseño                                                            | Desarrollar         | Desarrollar e implementar los 3 "Debes" Asociados al diseño                                                                                                         |
| 4.5.7                               | Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía | Desarrollar         | Desarrollar e implementar los 3 "Debes" asociados a la adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                             |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.6.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Seguimiento, medición y análisis                                            | Incluir, completar  | 1. Incluir el seguimiento, medición y análisis de las características claves para el DEn del SGen, en el seguimiento, medición y análisis de las características claves del SGA.<br>2. Asegurar el cumplimiento de los "Incisos" 1, 2, 3 y 5 asociados<br>3. Asegurar que se defina y revise periódicamente las necesidades de medición de las características claves del SGen |
| 4.6.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Seguimiento, medición y análisis                                            | Desarrollar         | Definir e implementar un plan de medición energética.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4.6.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Seguimiento, medición y análisis                                            | Integrar            | Integrar la GEn al proceso de calibración del SGA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4.6.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Seguimiento, medición y análisis                                            | Desarrollar         | Investigar y responder a desviaciones significativas del desempeño energético                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4.6.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Seguimiento, medición y análisis                                            | Incluir             | Incluir la GEn en el registro de las actividades de seguimiento, medición y análisis del SGen                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4.6.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos | Incluir             | Incluir la GEn en las evaluaciones del cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos del SGA                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4.6.3                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Auditoría interna del sistema de gestión de la energía                      | Incluir y completar | 1. Incluir la GEn en los requisitos de auditoría interna del SGA.<br>2. Asegurar la validación del cumplimiento de los objetivos y metas establecidos                                                                                                                                                                                                                          |
| 4.6.4                                                                                                                                                                                                                                                                                                | NC, C, AC Y AP                                                              | Incluir             | Integrar la GEn al proceso de NC, C, AC y AP del SGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4.6.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Control de los registros                                                    | Incluir             | Incluir la GEn en el control de los registros del SGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4.7.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Generalidades                                                               | Incluir             | Incluir la GEn en el proceso de revisión por la dirección del SGA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4.7.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Información de entrada para la RD                                           | Incluir y Completar | 1. Incluir la GEn en la información de entrada en la revisión por la dirección del SGA.<br>2. Asegurar el cumplimiento de los "Incisos" 3 y 8                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4.7.3                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Resultados de la RD                                                         | Incluir y Completar | 1. Incluir la GEn en los resultados de la revisión por la dirección del SGA.<br>2. Asegurar que se cumplan los "Incisos" 1, 3 y 5                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>AC:</b> Acción Correctiva; <b>AP:</b> Acción Preventiva; <b>C:</b> Conformidad; <b>DEn:</b> Desempeño Energético; <b>GEn:</b> Gestión Energética<br><b>"Incisos" y "Debes":</b> referencia a la norma ISO 50001:2011; <b>PPE:</b> Proceso de Planificación Energética; <b>NC:</b> No Conformidad. |                                                                             |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Esta consideración es muy importante al momento de decidir la implementación de un SGen, cuyos beneficios se potencializan en aquellas empresas que consumen grandes cantidades de energía.

Con la finalidad de dirigir la presente investigación hacia el universo de empresas del sector industrial mexicalense, que por su consumo energético deberían de ser las más beneficiadas al implementar el SGen ISO 50001, y por consecuencia las primeras interesadas en su implementación; la segunda parte del desarrollo del proyecto (después de desarrollar la Metodología de Integración) se enfocó en identificar las empresas del sector industrial de Mexicali, Baja California, México, clasificadas como de Alto Consumo Energético (ACEn).

Tabla 4.13 Diagrama Específico de la Metodología para la Integración de un SGEn ISO 50001 desarrollado dentro de un SGA ISO 14001 en operación  
(Fuente: Diagrama propio del autor)



El encontrar las empresas mexicalenses clasificadas como de ACEn, nos permitirá es la siguiente fase, seleccionar al menos una que teniendo implementada la norma ambiental ISO 14001 esté interesada y dispuesta a desarrollar los requisitos de la norma ISO 50001, de manera que se pudiera poner a probar la efectividad de la nueva “metodología propuesta para implementar el SGen ISO 50001 integrándolo al SGA ISO 14001 en operación.

La tarea de identificar y cuantificar las organizaciones clasificadas como de ACEn en algún sector geográfico cualquiera del país (México) es complicada, en parte debido a la relatividad de los criterios que se pueden usar para dicha clasificación y en parte, porque la información de los consumos energéticos de las organizaciones del sector industrial nos está disponible al público por ser de carácter privado y sujeta a reglamentaciones de manejo de información.

El Municipio de Mexicali en Baja California cuenta con una carga industrial integrada por 287 [20] empresas manufactureras con 11 o más empleados, según datos del INEGI en su Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2015), la mayoría de estas empresas están clasificadas con el régimen de maquiladoras. El Directorio de la Industria Maquiladora del Estado de Baja California (DIMEBC, 2015) reporta un total de 236 [60] maquiladoras en el municipio, clasificadas estas en más de 20 giros productivos. *La tabla 4.14* muestra la cantidad de empresas por giro productivo tal como las clasifica el DIMEBC. En esta clasificación de empresas maquiladoras se puede identificar fácilmente que la industria eléctrica, metalmecánica y automotriz lleva la delantera en cantidad de empresas por giro establecidas en Mexicali. Sin embargo; estas clasificaciones (la de DENUE y la de DIMEBC) no aportan información directa sobre el consumo energético o alguna clasificación de dichos consumos, por lo que no son datos que se puedan usar directamente para identificar a las empresas mexicalenses de ACEn.

El Balance Nacional de Energía del año 2013 que presentó la Secretaría de Energía (SENER), menciona que a nivel nacional, las industrias que más consume recursos energéticos son: *“Industria básica del hierro y del acero, fabricación de cemento y productos a base de cemento en plantas integradas, industria química, fabricación de vidrio y productos de vidrio, fabricación de pulpa, papel y cartón, minería de minerales metálicos y no metálicos, elaboración de azúcares, elaboración de cerveza, elaboración de refrescos, hielo y otras bebidas no alcohólicas, y purificación y embotellado de*

*agua, construcción, fabricación de automóviles y camiones, fabricación de productos de hule, fabricación de fertilizantes y elaboración de productos de tabaco*”. De este listado de los giros industriales más consumidores de energía, el municipio de Mexicali cuenta con empresas en los giros de la industria básica del hierro y del acero, fabricación de vidrio y productos de vidrio, fabricación de pulpa, papel y cartón, elaboración de refrescos, hielo y otras bebidas no alcohólicas, construcción, fabricación de automóviles y camiones. Debemos sin embargo mencionar, que el principal consumidor de energía en Mexicali (energía eléctrica) no se encuentra dentro del listado anterior, este es el caso del Acueducto Rio Colorado-Tijuana encabeza la lista de los más consumidores, y es parte de las operaciones de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM).

Tabla 4.14 Giros productivos de la industria mexicalense 2015  
(Fuente: DIMEBC (2015)) [60]

| Giro Productivo       | Empresas | Giro Productivo      | Empresas   |
|-----------------------|----------|----------------------|------------|
| Electrónico           | 32       | Eléctrico            | 8          |
| Metalmecánico         | 26       | Empaques y embalajes | 7          |
| Automotriz            | 19       | Aluminio y vidrio    | 5          |
| Aceros y metales      | 18       | Cables y arneses     | 4          |
| Aeroespacial          | 16       | Muebles              | 4          |
| Terminados / acabados | 16       | Productos químicos   | 4          |
| Medico                | 15       | Textil               | 4          |
| Alimentos y bebidas   | 14       | Artículos deportivos | 1          |
| Plásticos             | 13       | Energías renovables  | 1          |
| Moldeo por inyección  | 10       | Herramientas         | 1          |
| Accesorios            | 8        | Otros varios         | 10         |
| <b>Total</b>          |          |                      | <b>187</b> |

En la búsqueda por identificar y cuantificar las empresas mexicalenses con mayor consumo energético, recurrimos a los primeros criterios que la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía en México (CONUEE) estableció para clasificar a las organizaciones como “Usuarios con Padrón de Alto Consumo de Energía” (UPAC), esta clasificación la realiza con la finalidad de aplicarles algunos compromisos fundamentados en la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE) [40] y en el reglamento de esta ley (RLASE) [61], como es el hecho de que al calificar como UPAC las organizaciones están obligadas a reportar a la CONUEE su consumo energético anual, en un plazo de tres meses de haber cerrado el ciclo anual en cuestión, esto, entre algunas otras obligaciones.

Estos primeros criterios definidos por la CONUEE para que un usuario (consumidor de energía en el territorio nacional) fuera considerado UPAC fueron los que se enlistan a continuación:

- Que su consumo anual de electricidad en el año calendario inmediato anterior haya superado 6 giga watts-hora.
- Que su consumo anual de combustibles en el año calendario inmediato anterior haya superado 9,000 barriles equivalentes de petróleo crudo (BEP), excluyendo combustibles para el transporte.
- Que bajo su nombre, denominación o razón social hayan operado una flota de más de 100 unidades de autotransporte de carga o de pasajeros en el año inmediato anterior

Según los criterios anteriores, la CONUEE tenía registrados para el finalizar el año 2015 un total de 2544 [62] usuarios a nivel nacional clasificadas como UPAC, contabilizados por sector de la siguiente manera:

Estos usuarios UPAC están agrupados en el territorio nacional en las mismas cinco regiones que utiliza la SENER en sus análisis e informes. El estado de Baja California está incluido en la Región Noroeste, junto a los estados de Baja California Sur, Sinaloa y Sonora (ver *figura 4.2*).

Datos actualizados reportado en el Informe de Actividades UPAC 2015 elaborado por la CONUEE, contabilizan en Baja California, en ese año, un registro de 153 UPAC (distribuidas en los municipios de la siguiente manera: 8 en Ensenada, 60 en Mexicali, 5 en Tecate y 80 en Tijuana). De los 60 UPAC mexicalenses, solamente 32 pertenecen al sector Industrial, el resto pertenecen a otros sectores como Inmuebles y Flotas de Transportes. Finalmente tenemos que de estos 32 UPAC del sector industrial mexicalenses, solamente una de ellas clasificó su alto consumo debido a su consumo de gas natural, el resto; las otras 31 empresas consumen energía eléctrica principalmente.

Como parte de la protección de datos y privacidad de la información, la CONUEE no puede proporcionar información sobre la identidad de estas empresas y su consumo energético. Esta investigación requería de la identificación de las empresas UPAC, por lo que, una manera de identificarlas fue considerar los consumos energéticos de las empresas mexicalenses que se encuentran conectadas a la Línea de Alta Tensión de la Comisión

Federal de Electricidad (CFE). Según datos de la CFE, en el 2015, 10 empresas tienen una conexión en alta tensión a sus servicios de la red eléctrica y el resto la tienen en tarifas de media tensión.



Figura 4.2 División del territorio nacional por regiones para clasificación de usuarios UPAC  
(Fuente: Usuarios UPAC, Informe de Actividades 2015) [62]

Estas 31 empresas mexicalenses clasificadas como UPAC por su consumo de energía eléctrica se tomaron como el universo de empresas para la investigación de este trabajo de tesis, seleccionadas por ser las empresas donde la implementación de la norma ISO 50001:2011 puede tener un mayor impacto en términos de ahorro y mejora de la eficiencia energética, que a su vez se pudiera reflejar en beneficios económicos importantes mejorando así la productividad de las mismas.

Aunque la implementación de un SGen según la norma ISO 50001:2011 considera todas las formas y tipos de energía usadas en la organización, para el caso específico del caso de estudio, solamente se considerarán los consumos referentes a la energía eléctrica, con la finalidad de acotar la extensión de la investigación.

De las 31 empresas mexicalenses UPAC se seleccionó a la empresa donde se desarrolló el caso de estudio, que permitió poner a prueba la efectividad de la Metodología de Integración diseñada para desarrollar un nuevo SGen ISO 50001:2011 dentro de un SGA ISO 14001:2004 ya en operación.

Cabe aclarar que con el decreto con el que se expide la Ley de Transición Energética (LTE), [63] quedaron abrogadas la ley LASEA y su reglamento RLASE, sin embargo; el

programa UPAC continua vigente, pero con cambios importantes en los criterios a cumplir para que una organización sea clasificada dentro de este grupo. Dichos cambios fueron publicados en el Reglamento de la Ley de Transición Energética (RLTE), [64] el 04 de mayo del 2017, pero para efectos de este trabajo de investigación, al hacer referencia a los UPAC, están en base a los primeros criterios, los del reglamento RLASE.

#### **4.4 Proceso de selección y aceptación de la Empresa Caso de Estudio**

Los trabajos de esta investigación enfocados al diseño e implementación de una metodología (un procedimiento) para implementar un SGen (ISO 50001) integrado al SGA (ISO 14001) se orientan al sector industrial clasificado como de ACEn, por ello se tomó la decisión de considerar como universo límite de esta investigación, a todas las empresas UPAC del municipio de Mexicali. Esta decisión conlleva retos o dificultades importantes en cuanto a la disponibilidad de información respecto a estas:

1. Se desconoce la identidad de estas 31 empresas UPAC.
2. Se desconoce cuántas y cuáles de estas 31 empresas UPAC están certificadas en la norma ISO 14001:2004.
3. Desconocemos si alguna de estas empresas UPAC mexicalenses estén interesados en implementar un SGen.

El desconocer esa información es una limitante importante para realizar el proceso de búsqueda y selección de una empresa donde se pueda poner a prueba la Metodología de Integración, la cual nombramos como Empresa Caso de Estudio (ECE). La tarea de encontrar al menos una empresa disponible para ser usada como caso de estudio no es sencilla, la búsqueda tiene algunos requisitos indispensables muy fuertes que deben cumplirse para poder que la organización sea un candidato apropiado. A continuación, se enlistan las características primordiales para que una empresa UPAC pueda ser candidata para ser seleccionada como caso de estudio:

1. Tener certificación en el SGA ISO 14001:2004
2. Estar clasificada como UPAC por su consumo de energía eléctrica (no por gas natural u otros energéticos)
3. Estar interesados en Implementar un SGen ISO 50001:2011

La mayor parte de esta información no la podemos encontrar haciendo una investigación documental, por lo que para identificar a las empresas UPAC candidatas a ser

seleccionadas como Caso de Estudio se tomó la decisión de hacer uso de una encuesta, cuyo resultado nos permita obtener la información necesaria para encontrar al menos una organización candidata.

#### **4.4.1 Desarrollo e implementación de la encuesta ISO 50001:2011 al sector industrial clasificado como UPAC en Mexicali.**

El camino para seleccionar la ECE estaba enfrentando el reto de falta de información, por lo que se tomó la decisión de desarrollar y llevar a cabo una encuesta que nos permitiera concluir este proceso de selección. El primer paso fue identificar las empresas UPAC del sector industrial mexicalense, para ello se tomaron las siguientes decisiones:

1. Considerar primero las empresas conectadas a CFE a la red de Alta tensión.  
Uno de los requisitos establece que la empresa a seleccionar esté clasificada como UPAC por su consumo de energía eléctrica. Por simple deducción, es muy probable que todas las empresas conectadas a la red de alta tensión de CFE están dentro de este grupo UPAC.
2. Seleccionar empresas de acuerdo a los giros industriales de mayor consumo energético en México. El “Balance Nacional de Energía 2013” presenta un listado de giros de las empresas que se identifican como las mayores consumidoras de energía de acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte. Haciendo uso de este listado, se puede identificar a aquellas empresas mexicalenses de dichos giros, que puedan ser encuestadas.

Las empresas conectadas a la red de alta tensión en el municipio de Mexicali en el 2015 fueron un total de 9 según datos proporcionados por CFE (ver *tabla 4.15*), donde obtuvimos también el consumo eléctrico de estas empresas, pero no su identidad. Sin embargo; fue una tarea relativamente fácil encontrarlas.

Fueron estas empresas el primer grupo seleccionado para encuestar. El segundo grupo de empresas fue seleccionado a partir del Directorio de la Industria Maquiladora de Baja California, buscando la clasificación por los giros productivos con mayor consumo energético.

Tabla 4.15 Lista de empresas de la industria mexicalense conectadas a la red de alta tensión de CFE en el año 2015

(Fuente: Tabla propia del autor)

| Empresas conectadas a red de alta tensión (HT y HTL) CFE Mexicali |                                                  |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1                                                                 | Accuride International S.A. de C.V.              |
| 2                                                                 | Acueducto Rio Colorado-Tijuana                   |
| 3                                                                 | Fevisa Industrial S.A. de C.V.                   |
| 4                                                                 | Fram Group Operations Mexicali, S.A. de C.V.     |
| 5                                                                 | Honeywell Aerospace de México S. de R.L. de C.V. |
| 6                                                                 | Kenworth S.A. de C.V.                            |
| 7                                                                 | Papelera San Francisco S.A. de C.V.              |
| 8                                                                 | Siderurgica de Baja California S.A. de C.V.      |
| 9                                                                 | Sunpower Corporation México, S. de R.L. de C.V.  |

#### 4.4.1.1 Justificación y uso de los resultados de la encuesta.

La aplicación de una encuesta a la sección de la industria mexicalense clasificada como UPAC se justifica en el propósito que le dio origen; el encontrar al menos una empresa de este grupo que pueda ser seleccionada o candidata a ser la ECE de esta investigación. La manera en que la encuesta ayudará a conseguir este propósito es obteniendo la información necesaria para dicha selección:

1. Identificando empresas que cumplan con los criterios para ser clasificadas como UPAC.
2. Identificar a empresas UPAC que estén certificados en la norma ISO 14001:2004.
3. Encontrar empresas interesadas en la implementación del nuevo SGen ISO 50001:2011.

Adicional a esto, la encuesta buscó información complementaria para cumplir con objetivos secundarios en cuanto a la difusión de la norma en la industria mexicalense y las principales acciones que las empresas encuestadas realizan para el ahorro energético y la eficiencia energética. Esto a través de la siguiente búsqueda:

1. Identificar otros SGen que puedan estar ya implementados en la industria de alto consumo mexicalense.
2. Encontrar el grado de conocimiento o de los encuestados respecto a la norma ISO 50001 y sus beneficios.
3. Conocer el consumo energético anual de las empresas encuestadas.

Los resultados de esta encuesta fueron utilizados como base para la selección de la ECE, de hecho, el resultado principal esperado de esta, es un listado de empresas candidatas para este propósito, idóneas para probar la Metodología de Integración y descubrir su efectividad, encontrando los beneficios asociados.

#### *4.4.1.2 Diseño del cuestionario de la encuesta.*

Para diseñar el cuestionario de manera apropiada, de tal forma que fuera una herramienta efectiva para alcanzar el requerimiento de información, se realizó un diseño por análisis de los siguientes puntos:

- ***Análisis del propósito principal (¿cuál es el objetivo principal de la encuesta?)***

En este punto se analiza lo referente al tipo, cantidad y exactitud de información buscada como objetivo primario de la encuesta.

La búsqueda principal de esta encuesta es encontrar la siguiente información:

1. El consumo energético anual de las empresas encuestadas, para asegurar que las empresas encuestadas estén clasificadas como UPAC.
2. Identificar empresas UPAC certificadas en el SGA.
3. Encontrar empresas UPAC mexicalenses que estén interesados en implementar un SGen ISO 50001:2011 y alcanzar la certificación.

- ***Análisis de los objetivos secundarios (¿cuáles son los objetivos secundarios?)***

Que se refiere a información adicional que complementa al objetivo principal o bien comprueba o corrobora datos obtenidos con antelación.

La información que complementa al objetivo principal está centrada en:

1. Encontrar o conocer si las empresas encuestadas han desarrollado e implementado cualquier otro SGen diferente al ISO 50001:2011.
2. Encontrar los programas, proyectos o acciones concretas implementadas por la empresa encuestada con el fin del ahorro y/o el incremento de la eficiencia energética.
3. Encontrar el grado de difusión de la norma en las empresas mexicalenses clasificadas como de ACEn, al identificar el conocimiento sobre la norma ISO 50001 y sus beneficios de los principales actores de las cuestiones energéticas en las empresas encuestadas.

- ***Análisis del segmento objetivo (¿hacia quien va dirigida la encuesta?)***

Que se refiere a las especificaciones y características del o de los encuestados, que deben de cumplirse para asegurar que la encuesta sea aplicada a la persona correcta de muestra seleccionada del universo. Para el caso particular de esta encuesta, para que la información obtenida tenga sustento y valor verdadero, la encuesta debe ser contestada por los Directores de Mantenimiento, Gerentes de Mantenimiento (área de electricidad y/o edificios), Superintendentes o Supervisores Generales de Mantenimiento, es decir; una persona de nivel gerencial vinculada directamente con el control de los consumos energéticos de la empresa (en especial del consumo eléctrico).

- ***Condiciones que aseguran la información (¿Qué información adicional complementa el ciclo de información requerida?)***

Que se refiere a toda información adicional que debe integrarse a la encuesta para asegurar la autenticidad de las respuestas, la identidad de las organizaciones y los encuestados.

Este punto aborda aspectos como:

1. Identidad del Encuestado.
2. Identidad de la organización donde opera el encuestado
3. Identidad del encuestador
4. Preguntas de aseguramiento de información.

El cuestionario de la encuesta fue diseñado considerando cuidadosamente los cuatro puntos anteriores, en una estructura en 7 secciones, enlistadas a continuación:

- A. Información de la Empresa
- B. Información del encuestado
- C. Conocimiento del Entrevistado Sobre ISO 50001:2011
- D. Programas de Gestión Existentes en la Empresa
- E. Certificaciones en Sistemas de Gestión
- F. Información del Entrevistado.

Las secciones A, B y F hacen referencia a los datos para identificar a las tres entidades participantes en la entrevista; la empresa, el encuestado y el entrevistador quien aplica la encuesta. El cuerpo de la encuesta está formado por las secciones C, D, y E, que despliegan un total de 12 presuntas, cinco de ellas son preguntas “cerradas” de respuestas “Si/No” o bien de opción múltiple, el resto son preguntas abiertas a libre contestación del encuestado.

El *apéndice A*, nos muestra la encuesta, tal y como se aplicó en las entrevistas desarrolladas en campo.

#### 4.4.1.3 Diseño de la aplicación de la encuesta

Una vez que contamos con el cuestionario para la encuesta, se procede a realizar el diseño de la encuesta propiamente dicho (diseño del universo de aplicación), para ello partimos de la base de que el universo de empresas lo forman 31 organizaciones mexicalenses UPAC, de donde debemos obtener una muestra que sea representativa y aplicar en ella la encuesta, de manera que podamos extrapolar los resultados al total del universo.

Considerando que el universo es una población finita, cuyo valor numérico es conocido, se puede hacer uso de la fórmula para determinar el tamaño de muestras de una población finita propuesta por Murray y Larry en su libro; “Estadística, 3ra Edición” [65], donde encontramos que el tamaño de muestra “n” está determinado por:

$$n = \frac{(N)(Z\alpha)^2 (p)(q)}{(d)^2 (N-1) + (Z\alpha)^2 (p)(q)} \quad [65]$$

Dónde:

n = Tamaño de muestra

N = Total de la Población (para este caso N = 32)

Z $\alpha$  = Valor de 1.645 (si la seguridad es del 90%)

p = Proporción esperada (para este caso, según la experiencia del ejecutor, se espera que menos del 10% no tenga implementada la norma ISO 14001:2004, es decir; 0.1, esto derivado de la experiencia en acercamientos previos a la industria)

q = 1-p (para este caso, 1-0.1 = 0.9)

d = Precisión (para este caso usaremos una precisión del 92%, o bien un error del 8%, es decir 0.08)

Sustituyendo en la fórmula:

$$n = \frac{(31)(1.645)^2 (0.1)(0.9)}{(0.08)^2 (31 - 1) + (1.645)^2 (0.1)(0.9)} = 17.33$$

El resultado entonces sobre el tamaño de muestra indicado para aplicar la encuesta es de 18 empresas del total de 31 que contiene el universo de empresas clasificadas como UPAC por su consumo eléctrico en el municipio de Mexicali.

### ***¿Cómo se aplicó la encuesta?***

La entrevista para la aplicación del cuestionario se planeó para ser realizada de manera personalizada y aplicada directamente por el desarrollador de esta investigación, de esta manera se evita el error o sesgo ocasionado por el desconocimiento del tema por parte del entrevistador, ya que será aplicada por un solo entrevistador, el experto en la expectativa de la encuesta. En el *anexo A* de este documento se muestra el cuestionario de la encuesta aplicada.

#### **4.4.1.4 Realización de la Encuesta en Forma Personalizada**

Para realizar las encuestas se usaron los datos de contacto de las empresas seleccionadas registrados en el “*Directorio de la Industria Maquiladora de Baja California*” (DIMBC), donde se obtuvieron teléfonos y correos electrónicos del personal de mantenimiento de dichas empresas. Se gestionaron y concretaron citas para entrevistas durante los meses de septiembre 2015 hasta abril 2016. La encuesta fue aplicada a un total de 21 empresas en total, pero solamente 18 de ellas tenían consumos eléctricos suficientes para ser consideradas como UPAC o bien el entrevistado conformó que afectivamente estaban clasificados como tal. Por lo tanto, solo 18 de los 21 cuestionarios contestados fueron considerados como útiles para el propósito de la encuesta.

Las 18 empresas UPAC mexicalenses encuestados fueron visitadas en sus instalaciones por el encuestador. Los cuestionarios fueron contestados por personal directamente relacionados con los consumos energéticos de dichas organizaciones (gerentes de mantenimiento, supervisores generales de mantenimiento de edificios, o puestos similares). Aunque no todas las preguntas fueron contestadas por cada uno de los encuestados, el resultado fue suficiente para cubrir el propósito que la encuesta perseguía.

#### ***4.4.1.5 Resultados de la encuesta.***

##### **a. Resultados en cuanto al conocimiento del entrevistado en cuanto a la norma ISO 50001:2011.**

La respuesta a la pregunta relacionada con el conocimiento de los encuestados sobre la norma ISO 50001:2011 se clasificó en 4 opciones:

- a. Experto en la norma.*** Que es la persona que ha trabajado en un equipo de implementación de la norma y/o es un auditor en el estándar.

- b. Conoce la norma.** Aquel que ha estudiado la norma, su alcance y despliegue. Quien ha llevado el curso de interpretación del estándar.
- c. Enterado de la norma.** Aquel que ha escuchado de la existencia de la norma en seminarios, cursos o pláticas corporativas, pero no conoce explícitamente la norma y su alcance.
- d. No conoce la norma.** Aquel para quien la norma es completamente desconocida.

Del total de las 18 personas encuestadas estos fueron los hallazgos:

- 1 de 18 (6%) de los encuestados conoce la norma en nivel experto (es auditor interno ISO 50001:2011)
- 0 de 18 (0%) de los participantes se encuentra en nivel de conocimiento de la norma medio identificado en la encuesta como; “Conoce” la norma.
- 4 de 18 (22%) de los encuestados están enterados de la existencia de la norma, pero no la conocen, o bien no se han entrenado en algún taller o curso de interpretación de la norma. El nivel de conocimiento de la norma bajo identificado en la encuesta como; “Enterado” de la norma.
- 13 de 18 (72%), es decir; la mayoría de los encuestados desconocen por completo la norma y sus beneficios.

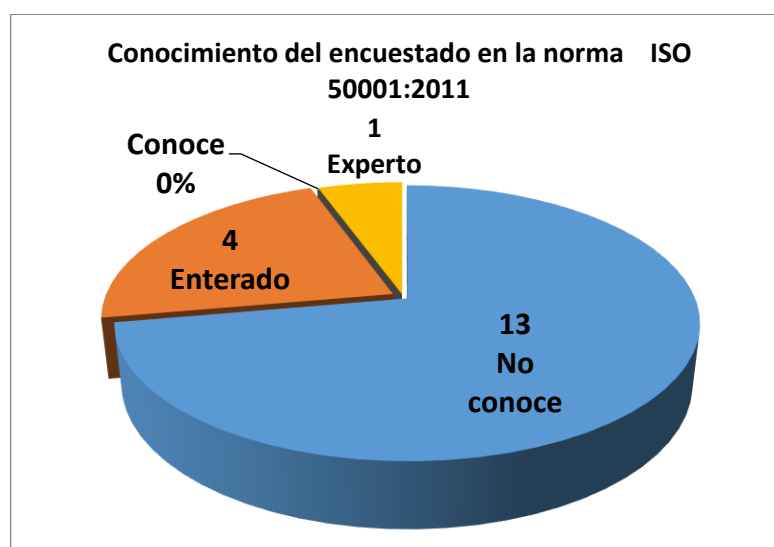
Estos hallazgos están representados en forma esquemática en la *gráfica 4.2 “Conocimiento del encuestado sobre la norma ISO 50001:2011”*, donde sobresale el desconocimiento de la norma ISO 50001 en los encuestados.

#### b. Resultados referentes a la implementación de SGEN en las empresas encuestadas.

Al preguntar por la implementación de otros SGEN, diferentes a ISO 50001:2011, el resultado de la encuesta arrojó que ninguna de las 18 empresas tiene implementado algún SGEN comparado en alcance y aplicación de esta norma ISO 50001:2011, sin embargo; si se encontraron empresas con esfuerzos significativos por el ahorro energético como se ve en los siguientes resultados:

- 4 de 18 (22%) reportaron que tienen una la certificación de la SEMARNAT “Industria Limpia”, que abarca proyectos de ahorro energético, pero esta certificación limpia no es un SGEN, más bien es un programa que pudiera ser incluido dentro del SGEN ISO 50001.

- 18 de 18 (100%) de las organizaciones encuestadas tienen *acciones concretas* encaminadas al ahorro y uso eficiente de los energéticos. Dichas acciones surgen como proyectos o propuestas de mejora sugeridas en algunos casos por expertos a través de una auditoria energética, en otros casos por recomendaciones de asesores de CFE, u otros asesores expertos en el tema, además de personal interno que participa en este tipo de propuestas.



Gráfica 4.2 Conocimiento del encuestado sobre la norma ISO 50001:2011  
(Fuente: Gráfica propia del autor, con datos de la Encuesta ISO 50001)

#### c. Resultados referentes a las principales acciones para el ahorro energético implementadas por los encuestados.

Las principales acciones implementadas por la industria de alto consumo energético, para ahorrar o efficientizar el uso de la energía eléctrica según la encuesta aplicada son:

- Monitoreo del consumo de energía eléctrico
- Administración de demanda en horario punta y semi-punta.
- Cambio de lámparas o luminarias por ahorradoras (tipo LED)
- Instalación de sensores de presencia para iluminación
- Sustitución de equipos de AC por otros de alta eficiencia
- Control de encendido de compresores (automático o manual)
- Monitoreo y eliminación de fugas de aire comprimido.
- Cambio de motores y bombas por otras de alta eficiencia.

En la implementación de programas para ahorro energético destacan dos empresas que por el alcance de sus proyectos desarrollados vale la pena mencionarlos separados del resto, la primera de éstas tiene implementado un programa denominado como “Green Team Program” que se desarrolla a través de un grupo de voluntarios integrado por más de 100 personas y que a 6 años de haberse creado, sustentan ahorros acumulados de 8.8 giga watts-hora en sus diferentes organizaciones a nivel corporativo.

La segunda empresa estaba en proceso de certificación en el Sistema LEED (acrónimo de Leadership in Energy & Environmental Design) [66], el cual es un sistema de certificación de edificios sustentables, creado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (en inglés; United States Green Building Council). Si bien, al realizar la encuesta ya se tenían avances, la certificación de la planta estaba programada para inicios del 2016:

- 0 de 18 (0%) de los entrevistados conoce alguna empresa ya certificada en la norma ISO 50001:2011.
- 2 de los 18 (11%) de las empresas encuestadas se había considerado la posibilidad de implementar el SGen ISO 50001:2011,

#### c. Resultados referentes a la certificación en el SGA.

La última sección de la encuesta (sección E), obtiene información sobre los diferentes sistemas de gestión en los que la empresa tiene certificación, esto con la finalidad de encontrar si la empresa encuestada cuenta con un SGA según la norma ISO 14001.

- 12 de 18 (67%) cuentan con la certificación en el SGA basado en la norma ISO 14001.

#### *4.4.1.6 Conclusiones finales de la encuesta*

El objetivo primario de la encuesta fue el encontrar al menos una empresa UPAC mexicalense que cumpliera con los requisitos para ser candidata a ECE. Con los datos obtenidos en las 18 empresas encuestadas se tiene la siguiente conclusión:

1. 12 de las 18 empresas encuestadas cumplen con todos los requisitos para ser candidatas para poner a prueba la Metodología de Integración que permite desarrollar un SGen dentro de un SGA en operación.
2. De las 18 sobre salen de este grupo debido al hecho a que señalaron que su organización está analizando la oportunidad de implementar la norma ISO

50001:2011. Estas dos empresas pertenecen al mismo corporativo internacional y la decisión de implementar o no el nuevo SGen no depende de la administración local, sino que depende de la decisión cooperativa.

El análisis de la información documental y los datos obtenidos como resultado de las 18 encuestas aplicadas nos llevan a las siguientes conclusiones con un 90% de certeza de que de las 32 empresas UPAC mexicalenses:

1. El 72% de los principales actores energéticos (gerentes de mantenimiento, facilities, supervisores de mantenimiento, etc.) de las empresas UPAC en Mexicali desconocen por completo la existencia de la norma.
2. El 22% de los principales actores energéticos de las empresas UPAC mexicalenses tienen un conocimiento muy elemental de la existencia de la norma.
3. En total el 96% de los principales actores energéticos encuestados desconocen las implicaciones del SGen con base en ISO 50001, sus retos y beneficios.
4. El 100% de los encuestados desconoce la existencia de empresas certificadas en ISO 50001:2011.
5. Solamente el 6% de las empresas UPAC tiene el nivel experto en el conocimiento de la norma.
6. El 67% de las empresas UPAC cuenta con certificado por haber desarrollado el SGA basado en la norma ISO 14001, esto representa aproximadamente un total de 21 de las 32 empresas mexicalenses clasificadas como UPAC, en las cuales se puede aplicar el nuevo procedimiento de integración del SGen basado a ISO 50001 dentro del SGA basado en ISO 14001.
7. Ninguna de las empresas mexicalenses UPAC tiene implementado un SGen.
8. Según la encuesta, 2 empresas de las encuestadas están en planes para desarrollar e implementar el SGen con base en ISO 50001:2011

#### *4.4.1.7 Aprendizajes en la aplicación de la encuesta (aplicación en forma Electrónica)*

Teniendo como objetivo ampliar la aplicación de la encuesta a una muestra más grande de la industria mexicalense, se tomó la decisión de lanzar esta encuesta vía correo electrónico, no solo a las empresas clasificadas como UPAC, sino incluyendo todas las empresas con 101 empleados o más, registradas en el DIMEBC. En total, se seleccionaron 100 empresas mexicalenses para aplicar la encuesta.

El cuestionario se rediseño para aplicarla vía electrónica a través de las herramientas de Google, localizadas en <https://drive.google.com>, y fue enviada a las empresas a través de ésta misma herramienta Google Drive [67]. La encuesta se envió el 13 de octubre del 2015 a las 100 empresas seleccionadas, sin embargo, en 6 de ellas no se pudo concretar la recepción de la encuesta, debido a problemas con los datos del correo electrónico registrado en el directorio de maquiladores de Mexicali, sin embargo, en el 94 % de las entregas se tuvo éxito. En lo que no se tuvo éxito fue en la respuesta de los encuestados, ya que solamente 1 de las 100 empresas envió la respuesta (la encuesta contestada), esto es, solo el 1%, el resto se abstuvo de hacerlo. Sabemos que la industria es muy celosa al momento de compartir información sobre sus operaciones y es muy probable que éste mimos celo o la apatía haya sido la causa del fracaso de este intento por aplicar la encuesta vía electrónica.

Este método para aplicar la encuesta de manera electrónica fue un fracaso, por lo que descartamos todo éste trabajo y decidimos continuar con la aplicación de la encuesta de manera personalizada.

#### **4.4.2 Concretar la Empresa Caso de Estudio.**

Al concluir la encuesta, se conocían un total de 12 empresa que cumplían con los condicionamientos para poder ser seleccionadas como apropiadas para poner a prueba la Metodología de Integración:

1. Consumir más de 6.0 GWh al año de energía eléctrica, que los clasificaría como UPAC, según los criterios aplicados a la fecha.
2. Contar con un SGA ISO 14001 en operación en sus instalaciones.
3. No contar con el SGEN ISO 50001:2011.

Sin embargo, dos de estas doce empresas presentan más oportunidad que las demás, en el sentido de que han señalado que los altos directivos están interesados en implementar el nuevo SGEN ISO 50001. Una tercera empresa mostró interés en conocer más el proyecto de implementación de la Metodología de Integración y sugirió mantener contacto para analizar la posibilidad de convertirse en la. Se tomó la decisión de dar seguimiento a estas tres candidatas que aventajaban a las demás y buscar consolidar en al menos una de ellas para convertirla en caso de estudio.

Finalmente, en octubre del 2015, una de estas tres empresas, en apego a la decisión del corporativo al que pertenece, habían decidido iniciar con la implementación del SGEn ISO 50001:2011 en sus operaciones en Mexicali. En este mismo mes, se recibió la aceptación; el sí de que habían aceptado ser la ECE para este trabajo de investigación.

La ECE seleccionada para esta investigación tiene las siguientes características:

1. Empresa clasificada como de Alto Consumo Energético.
2. Su consumo de energía eléctrica es mayor a los 6.0 GWh, lo que la hace estar en el padrón UPAC, según los criterios de la CONUUE.
3. Cuenta con certificación vigente en el SGA ISO 14001:2004.
4. Empresas del ramo automotriz, dedicada a la fabricación de Turbos.
5. Empresas con más de 500 empleados.
6. Localizada en el municipio de Mexicali B.C. en México.

#### **4.5 Implementación de la Metodología de Integración en la Empresa Caso de Estudio**

El proceso de desarrollo e implementación del SGEn dentro del SGA en la ECE inicio formalmente en fecha 04 de abril del 2016, después un periodo de espera y algunas sesiones de entrevistas y reuniones para concretar el acuerdo que permitiría llevar a cabo este trabajo de investigación dentro de las instalaciones de la organización. Este periodo de tiempo de espera entre el primer contacto con la empresa y el inicio de la aplicación de la Metodología de Integración, abarcó alrededor de seis meses, tiempo durante el cual, la empresa definió algunas cuestiones de gran relevancia para el éxito de la implementación del nuevo SGEn. A continuación, se enlistan las principales actividades previas a la Implementación, llevadas a cabo por la empresa y en algunos casos, con la colaboración nuestra colaboración.

1. La dirección, nombró a su gerente de mantenimiento como el “*Representante de la Dirección*” para liderar el SGEn.
2. El “*Representante de la Dirección*” integró al EGen multifuncional, formado por 14 empleados, de 12 áreas distintas en la organización.
3. Se contrataron los servicios de la empresa DQS para la certificación en el nuevo SGEn, incluyendo las auditorías auxiliares.

4. Dos integrantes del EGEEn recibieron el curso de interpretación de los requisitos de la norma ISO 50001:2011.
5. Se definió el rol del “*Tesista*” (investigador y autor de la metodología) como “*Asesor Investigador*” para el desarrollo y la implementación de los requisitos del SGEEn.
6. Se acordaron las condiciones de confidencialidad de la información oportunas en la relación del “*Asesor Investigador*” y la empresa.
7. Se estableció el cronograma de actividades para el proceso de implementación del nuevo SGEEn.

Es importante resaltar el hecho de que muy atinadamente, la ECE formó un EGEEn de alto nivel en la organización, en su mayoría profesionistas y de mediano a alto rango en los departamentos provenientes, además de que algunos de los integrantes tienen funciones activas en el SGA, que se convertirá en el sistema anfitrión. En la *tabla 4.16* se presenta como fue integrado el EGEEn en la ECE. En esta se pueden identificar los diferentes departamentos y puestos de cada uno de los integrantes, resaltando una participación pluri-departamental bien lograda.

Tabla 4.16 Formación del equipo de gestión energética en la empresa caso de estudio  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con datos del caso de estudio)

| <b>Departamentos y puestos integrantes del EGEEn</b> |                                 |                                   |
|------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Departamento:</b>                                 | <b>Puesto</b>                   | <b>Funciones en ISO 14001</b>     |
| <b>Alta Dirección (Representante)</b>                | <b>Gerente de Mantenimiento</b> |                                   |
| Calidad                                              | Ingeniero de Calidad            |                                   |
| Finanzas                                             | Contralora                      |                                   |
| Ingeniería                                           | Ingeniero de Aplicación         |                                   |
| Logística                                            | Gerente de Logística            |                                   |
| Mantenimiento                                        | Supervisor de Mantenimiento     |                                   |
| Mantenimiento                                        | Ingeniero Auxiliar del SGEEn    |                                   |
| Materiales                                           | Distribuidor y trafico Sr.      |                                   |
| Operaciones                                          | Gerente Operaciones             | Controles operacionales           |
| Planeación y Compras                                 | Plan. de Materiales Jr.         |                                   |
| Recursos Humanos                                     | Especialista RH                 | Capacitación y toma de conciencia |
| Seguridad, Higiene y M. Ambiente                     | Gerente HS&E                    | Representante de la dirección     |
| Sistema de Operación "HOS"                           | Gerente HOS                     |                                   |
| Tecnologías de la Información                        | Gerente de IT                   |                                   |

En la tabla 4.17 se encuentra el cronograma de actividades, desplegado en los meses comprendidos entre abril y septiembre. En este se enlistan las principales acciones a seguir y su secuencia, resaltando el plan de 84 días para la utilizar la Metodología de Integración con el objetivo de desarrollar e implementar los requisitos del SGEEn al integrarlos al SGA ya en operación en la ECE.

Tabla 4.17 Cronograma actividades a seguir por la Metodología de Integración para desarrollar un SGEEn ISO 50001:2011 dentro de un SGA ISO 14001:2004  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con datos del caso de estudio)

| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA DE INTEGRACIÓN |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|----|----|----|------|---|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|--------|---|----|----|----|-------|----|----|----|--|
| Actividades                                                                       | Abril |    |    |    | Mayo |   |    |    |    | Junio |    |    |    | Julio |    |    |    | Agosto |   |    |    |    | Sept. |    |    |    |  |
|                                                                                   | 4     | 11 | 18 | 25 | 2    | 9 | 16 | 23 | 30 | 6     | 13 | 20 | 27 | 4     | 11 | 18 | 25 | 1      | 8 | 15 | 22 | 29 | 5     | 12 | 19 | 26 |  |
| Integración del EGen                                                              |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| Reunión de Apertura (Kick Off)                                                    |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| Entrenamiento al EGen                                                             |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| Entrenamiento en la Metodología de Integración                                    |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| Realizar el Analisis de brecha documental                                         |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.1 Incluir Alcance del SGen                                                      |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.2, 4.3 Incluir Política del SGen                                                |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.5.4.1 Incluir los requisitos de la documentación del SGen.                      |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.5.4.2 Incluir el Control de documentos del SGen                                 |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.2.1 Completar Respons. de la Alta Dirección para el SGen.                       |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.2.2 Completar Representante de la Dirección para el SGen.                       |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.4 Desarrollar y documentar la Planificación En.                                 |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.4.2 Incluir Req. legales y otros Req. del SGen.                                 |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.4.3 Desarrollar la Revisión En.                                                 |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.5.2 integrar competencia, formación Y t./conciencia del SGen                    |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.6.2 Incluir la evaluacion del Cump. De req. Legales del SGen.                   |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| Auditoria Praeliminar (Externa)                                                   |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.5.3 Incluir y completar la comunicación del SGen                                |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.4.4 Desarrollar la o las LBEEn                                                  |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.4.5 Desarrollar los IDEEn                                                       |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.5.5 Desarrollar e incluir el Control Operacional del SGen.                      |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.6.1 Incluir el Seguimiento, medición y análisis del SGen.                       |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.4.6 Desarrollar e incluir Objetivos, Metas y Planes del SGen.                   |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.6.5 Incluir el Control de registros del SGen                                    |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.5.6 Desarrollar el diseño del SGen.                                             |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.5.7 Desarrollar y documetar Adquisición de serv. de En. del SGen.               |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.6.3 Incluir la Auditoria interna del SGen                                       |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.6.4 Inlcuir las N.C, C, A.C. y A.P. del SGen                                    |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.7.1 Incluir el Proceso de revisión por la dirección del SGen.                   |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.7.2 Completar la información de entrada de la RPD del SGen.                     |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| 4.7.3 Completar el resultado de la RPD del SGen.                                  |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| Auditoria Interna del SGen                                                        |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| - Atención a NC, AC, AP de auditoria interna                                      |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| ACTIVIDADES POST-IMPLEMENTACION                                                   |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| Auditoria Documental del SGen (externa)                                           |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| - Atención a NC, AC, AP de Auditoria Documental                                   |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |
| Auditoria de Certificación                                                        |       |    |    |    |      |   |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |        |   |    |    |    |       |    |    |    |  |

Como se observa en el cronograma, se programa poner a prueba la efectividad de la Metodología de Integración para implementar el SGEEn dentro del SGA, en un espacio de 17 semanas consecutivas. La reunión que marcó el inicio de las actividades de implementación, se llevó a cabo el día marcado en el calendario (11 de abril), con la

participación del EGen, el Representante de la Dirección del SGen, el Gerente General de Mantenimiento, el Asesor Investigador.

Durante este primer día, se realizó un entrenamiento con una duración de 1.5 horas referente a la Metodología de Integración, en este entrenamiento se revisaron los siguientes aspectos:

1. Introducción al plan de integración del nuevo SGen al SGA existente.
2. Presentación de la Metodología de Integración.
3. Presentación del cronograma de actividades para la implementación.
4. Familiarización con conceptos y lenguajes de la metodología.

Este entrenamiento estaba programado para ser tomado por todos los integrantes del EGen, son embargo, el Representante de la Dirección del SGen decidió que solamente él y el personal de Mantenimiento incluidos en el EGen recibieran dicho entrenamiento (3 personas). Con el tiempo, se pudo concluir que esta no fue una decisión acertada, porque conforme otros integrantes del EGen se involucraron en el proceso de implementación, se vio la necesidad de tomar tiempo para explicar los conceptos incluidos en este entrenamiento.

#### **4.5.1 Análisis de brechas documentales.**

Este “Análisis de Brechas Documentales”, es tomado de la propuesta presentada la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, en su: “*Guía de Implementación de Sistema de Gestión de la Energía Basado en la ISO 50001*” [43], explicada en capítulos anteriores. Esta herramienta se utilizó previamente para realizar un análisis de brechas documentales a los requerimientos de documentación de las normas ISO 50001:2011 y la norma ISO 14001:2004. En esta ocasión, el Análisis de Brechas se desarrolla analizando la documentación existente, real y actualizada, que se mantiene en la operación diaria del SGA y comparándola con los requerimientos del SGen enlistados en el “Formato de Compatibilidad Documental”.

En la *tabla 4.18* se ejemplifica el desarrollo de este análisis. El llenado del formato permitió visualizar de manera clara, los documentos (procedimiento, formatos, instrucciones de trabajo y otros documentos) del SGA que deberán ser modificados para hospedar al nuevo SGen. La Metodología de Integración inicia con el “Análisis de

Brechas Documentales”; una vez concluido dicho análisis, se tienen identificados los documentos del SGA que pueden estar involucrados en el cumplimiento de los requisitos

Tabla 4.18 Análisis de Brechas Documentales entre el sistema anfitrión (SGA) y el sistema huésped (SGEn)  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con datos del caso de estudio)

| FORMATO DE COMPATIBILIDAD DOCUMENTAL ENTRE ISO 50001:2011 Y LA DOCUMENTACIÓN OPERANDO EN EL SGA |                                            |                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Cap.                                                                                            | Título                                     | ISO 50001:2011                                                                                                                         |  | ISO 14001:2004                                                                                                                                                                                |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | Requisito                                                                                                                              |  | Requisito                                                                                                                                                                                     | Título                                      | Cap.  | Manual o Procedimiento                                           | Formato                                                                    | Inst. de Trabajo<br>Otros |
| 4.1                                                                                             | Requisitos Generales                       | 1. Debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un SGEn                                                                |  | Establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un SGA                                                                                                                                | Requisitos generales                        | 4.1   | PHS-001 Manual del SGA                                           | Multiples                                                                  |                           |
|                                                                                                 |                                            | 2. Debe definir y documentar el alcance y límites del SGEn                                                                             |  | Definir y documentar el alcance del SGA                                                                                                                                                       | Requisitos generales                        | 4.1   | PHS-001 Manual del SGA                                           | Multiples                                                                  |                           |
|                                                                                                 |                                            | 3. Debe definir como se cumplirá los requisitos de la norma, con el fin de lograr la mejora del desempeño energético y el SGEn.        |  | Determinar como se cumpliran los requisitos de la norma                                                                                                                                       | Requisitos generales                        | 4.1   | PHS-001 Manual del SGA<br>PHS-013 Política del SGA               | Multiples                                                                  |                           |
| 4.2.1                                                                                           | Alta Dirección (AD)                        | La AD debe demostrar su compromiso de apoyo al SGEn y la mejora continua al:                                                           |  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 1. Definir, establecer, implementar y mantener una política energética                                                                 |  | 1. La alta dirección debe definir una política ambiental                                                                                                                                      | Política Ambiental                          | 4.2   | PHS-001 Manual del SGA<br>PHS-013 Política del SGA               | Multiples                                                                  |                           |
|                                                                                                 |                                            | 2. Designar un representante de la dirección para el SGEn y Aprobar la creación de un EGEn                                             |  | 2. La alta dirección debe designar uno o varios representantes de la dirección para el SGA                                                                                                    | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 | PHS 001 Manual del SGA<br>PHS 024 Estructura y Resp.             | Multiples                                                                  |                           |
|                                                                                                 |                                            | 3. Suministra los recursos necesarios para la mejora del SGEn y el desempeño energético.                                               |  | 3. La dirección debe asegurar la disponibilidad de recursos esenciales para el SGA.                                                                                                           | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 | PHS-024 Estructura y Resp.                                       |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 4. Identifica el alcance y los límites del SGEn                                                                                        |  | 4. La organización debe identificar el alcance y los límites del SGEn                                                                                                                         | Requisitos generales                        | 4.1   | PHS1001 Manual del SGA                                           | Multiples                                                                  |                           |
|                                                                                                 |                                            | 5. Comunica la importancia del SGEn a toda la organización                                                                             |  | Debe establecer y mantener uno o varios procedimientos para concienian                                                                                                                        | Competencia, formación y toma de conciencia | 4.4.2 | PHS-028 Comunicación Interna<br>PHS-025 Capacitación del Sistema | FS00-25 Matriz de Entrenamiento<br>FHS00-26 Programa Anual de Capacitación |                           |
|                                                                                                 |                                            | 6. Se asegura que se establecen objetivos y metas energéticas                                                                          |  | Debe establecer, implementar y mantener objetivos y metas ambientales, documentadas                                                                                                           | Objetivos, metas y programas                | 4.3.3 | PHS-001 Manual del SGA<br>PHS-023 Objetivos y Metas              | FHS00-23 Objetivos y metas                                                 |                           |
|                                                                                                 |                                            | 7. Se asegura que los IDÉns sean apropiados para la Organización                                                                       |  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 8. Considera el Desempeño Energético a largo plazo.                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 9. Asegura que los resultados se midan e informen a intervalos definidos                                                               |  | Debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para seguimiento y medición de características fundamentales que puedan tener un impacto significativo al medio ambiente. | Seguimiento y Medición                      | 4.5.1 | PHS-051 Med. Y Vigilancia                                        | FHS00 66 Progamas del SGA                                                  |                           |
| 4.2.2                                                                                           | Representante de la Dirección (RD)         | La alta dirección debe asignar uno o varios representantes de la dirección con responsabilidad y autoridad para:                       |  | La alta dirección debe designar uno o varios representantes de la dirección con responsabilidad y autoridad para:                                                                             | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 | PHS-001 Manual del SGA<br>PHS-035 Revisió PD.                    |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 1. Asegurar que el SGEn se establece, implementa, mantiene y mejora continuamente de acuerdo a los requisitos de esta norma.           |  | 1. Asegurar que el SGA se establece, implementa, mantiene y mejora de acuerdo a los requisitos de la norma                                                                                    | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 | PHS-024 Estructura y Resp.                                       |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 2. Identificar a las personas con autorización para trabajar con el, en el apoyo a las actividades del SGEn                            |  | Se deben definir, documentar y comunicar las funciones, las responsabilidades y la autoridad para el SGA                                                                                      | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 | PHS-024 Estructura y Resp.                                       |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 3. Informar sobre el desempeño energético a la alta dirección                                                                          |  | Incluido el desempeño ambiental en el punto 2                                                                                                                                                 | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 | PHS-024 Estructura y Resp.                                       |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 4. Informar sobre el desempeño del SGEn la alta dirección                                                                              |  | 2. Informar a la alta dirección sobre el desempeño del SGA, incluyendo las recomendaciones para la mejora                                                                                     | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 | PHS-024 Estructura y Resp.                                       |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 5. Asegura que la planificación de actividades del SGEn se diseña para apoyar la política energética de la organización                |  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 6. Definir y comunicar responsabilidad y autoridad para la Gen.                                                                        |  | Las funciones, la responsabilidad y la autoridad se deben definir, documentar u comunicar                                                                                                     | Rec., func., resp. y autoridad              | 4.4.1 | PHS-024 Estructura y Resp.                                       |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 7. Definir los criterios y metodos para asegurar que la operación y el control del SGEn sean eficaces                                  |  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 8. Promover la toma de conciencia de la política energética y de los objetivos todos los niveles de la organización                    |  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            |                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |
| 4.7.3                                                                                           | Resultados de la revisión por la Dirección | ↓                                                                                                                                      |  | ↓                                                                                                                                                                                             | ↓                                           | ↓     | ↓                                                                | ↓                                                                          | ↓                         |
|                                                                                                 |                                            | Los resultados de la revisión por la dirección deben de incluir las decisiones y acciones relacionadas con:                            |  | Los resultados de la revisión por la dirección deben de incluir las decisiones y acciones relacionadas con:                                                                                   | Revisión por la dirección                   | 4.6   | PHS-035 Revisión Gerencial                                       | FHS00-66 Minuta de RD; FHR00-18 Lista de Asistencia                        |                           |
|                                                                                                 |                                            | 1. Cambios en el desempeño energético de la organización.                                                                              |  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 2. Cambios en la política energética.                                                                                                  |  | 1. Posibles cambios en la política ambiental.                                                                                                                                                 | Revisión por la dirección                   | 4.6   | PHS-035 Revisión Gerencial                                       | FHS00-66 Minuta de RD; FHR00-18 Lista de Asistencia                        |                           |
|                                                                                                 |                                            | 3. Cambios en los IDÉns                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            | 4. Cambios en los objetivos y metas u otros elementos del SGEn coherentes con el compromiso de la organización con la mejora continua. |  | 2. Cambios en los objetivos y metas u otros elementos del SGA coherentes con el compromiso de la mejora continua.                                                                             | Revisión por la dirección                   | 4.6   | PHS-035 Revisión Gerencial                                       | FHS00-66 Minuta de RD; FHR00-18 Lista de Asistencia                        |                           |
|                                                                                                 |                                            | 5. Cambios en la asignación de recursos                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |
|                                                                                                 |                                            |                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                               |                                             |       |                                                                  |                                                                            |                           |

del SGEn, esto facilita y aclara el panorama del proceso de documentación del nuevo sistema, aportando los siguientes beneficios:

1. Muestra (expone) la documentación del SGA que puede estar involucrado en el cumplimiento de los requisitos del nuevo SGen.
2. Identifica la documentación del SGA que queda fuera del SGen
3. Evita incurrir en la duplicidad de documentación en el proceso de implementación.
4. Pude facilitar el sistema de control del proceso de implementación.

#### **4.5.2 Desarrollo e implementación de los requisitos de la norma mediante la Metodología de Integración**

El proceso de implementación del SGen en la ECE se programó para ser realizado en un lapso de 17 semanas (4 meses), lo que representó un reto importante considerando que esta misma, consiguió implementar el SGA ISO 14001:2004 en un periodo de tiempo cercano a los 12 meses. El manual “Guía de Implementación, Sistema de Gestión de la Energía Basado en la ISO 50001” de la agencia chilena AChEE, presenta en su “Anexo A” un cronograma de actividades (Carta Gant) propuesta para el diseño e implementación de un SGen basado en la ISO 50001; esta carta programa las actividades en un periodo de 10 meses [43] para las empresas que ya cuentan con un sistema de gestión implementado, como es el caso de la ECE y un periodo de 12 meses para las empresas que no cuentan con un sistema de gestión. Por su parte, la CONUEE en su “Programa Nacional para Sistemas de Gestión de Energía” (PRONASGen) que incluye dentro de sus actividades, al programa “Redes de Aprendizaje en Sistemas de Gestión de la Energía”, presenta un cronograma de 5.5 meses [68] para el proceso de implementación del SGen, para empresas de consumo medio (con consumos eléctricos anuales entre 6.0 y 10.0 GWh), sin embargo, debemos de señalar que gran parte del entrenamiento requerido en el proceso de implementación del SGen, se realiza fuera de este tiempo.

Es un hecho que el tiempo que las organizaciones requieren para desarrollar e implementar la norma ISO 50001 es muy variable porque depende entre otros, de muchos factores tales como:

- El compromiso de la Alta Dirección.
- La disponibilidad de los recursos.
- El tamaño de la empresa y sus procesos
- El conocimiento y la experiencia del EGen en la norma ISO 50001:2011.

- La decisión de contratar asesoría externa experta en la implementación del SGEEn.
- La existencia de otros sistemas de gestión en la organización.

El hecho de que la certificación en el SGEEn para la ECE fuera un requerimiento corporativo con lazo límite fue un factor determinante para que los responsables de la implementación tomaran compromiso por cumplir con los tiempos marcados en el cronograma de actividades, además, como el plan corporativo involucraba la certificación simultánea de 13 de sus plantas a nivel mundial, se sentía un ambiente de competencia por estar en el grupo de las primeras plantas certificadas y cumplir el programa corporativo de certificación. El cronograma de implementación de la metodología se llevó a cabo y a pesar de algunos contratiempos, se logró el despliegue de todos los requisitos de la norma dentro del tiempo considerado y finalmente se logró la certificación en la norma ISO 50001:2011.

Para dar seguimiento al proceso de desarrollo e implementación de cada uno de los requisitos del nuevo SGEEn, se fueron registrando las principales acciones que dieron cumplimiento a cada uno de los requisitos, a manera de saber si lo ejecutado fue la propuesta planeada por la metodología. El registro de las acciones particulares que fueron ejecutadas al aplicar la metodología en la ECE se enumera en la *tabla 4.19*, donde se llevó a cabo un registro de cada uno de los documentos del SGA involucrados en la integración de cada requisito de la norma ISO 50001.

En la *tabla 4.19* encontramos solamente seis requisitos donde el plan a seguir cambió de grado de complejidad (1. Incluir, 2. Completar e Incluir y 3. Desarrollar), unos a favor de facilitar el proceso en la implementación y otros donde se complicó más de lo esperado:

1. Requisitos donde las acciones necesarias para el proceso de implementación fueron más sencillas de lo que se esperaban. Es decir; el grado de complejidad de las acciones para la implementación del requisito bajó según lo planeado (cuadros marcados en color verde).
  - a. *Requisito 4.3 Definir y Documentar la Política Energética:* Se habían planeado acciones de “Completar e Incluir”, pero la Política existente en el SGA ya consideraba la gestión de la energía, por lo que el documento se mantuvo sin cambios

- b. *Requisito 4.2.1 Responsabilidades de la Alta Dirección:* Se habían planeado acciones de “Completar e Incluir”, pero el requisito de la Responsabilidad de la Gerencial del SGA cubría también todos los requisitos de este punto, por lo que solamente se Incluyó.
  - c. *Requisito 4.2.2 Responsabilidades del Representante de la Dirección:* Se habían planeado acciones de “Completar e Incluir”, pero el requisito del Representante de la Gerencia del SGA cubría también todos los requisitos de este punto, por lo que solamente se Incluyó.
  - d. *Requisito 4.4.6 Integrar el Diseño en el SGen:* Se habían planeado “Desarrollar” los requisitos de diseño del SGen, considerando que el SGA no lo requiere, sin embargo, el SGA si lo tenía considerado, por lo que solamente se ejecutaron acciones de “Completar e Incluir”.
2. Requisitos donde las acciones necesarias para el proceso de implementación fueron más complejas de lo que se esperaban. Es decir; el grado de complejidad de las acciones para la implementación del requisito se incrementó según lo planeado (cuadros marcados en color rojo).
- a. *Requisito 4.4.2 Requisitos Legales y Otros Requisitos:* Se habían planeado acciones de “Incluir”, considerando que ya el SGA debía de abarcar los requisitos energéticos existentes, sin embargo, se tuvieron que analizar nuevas normas aplicables, y realizar un trabajo de investigación más profundo de la normatividad energética. Por esta razón, las acciones realizadas fueron de “Completar e Integrar”.
  - b. *Requisito 4.4.6 Objetivos, Metas y Planes del SGen:* Se habían planeado acciones de “Incluir”, sin embargo, el proceso de selección de objetivos y metas energéticas se tuvo que desarrollar separado e integrar posteriormente al SGen, por lo que las acciones ejecutadas se registraron como “Completar e Incluir”

Tabla 4.19 Notas de Seguimiento de la aplicación de la Metodología de Integración  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con datos del caso de estudio)

| Seguimiento de la Aplicación de la Metodología de Integración |                                                          |                     |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sección                                                       | Requerimiento:                                           | Plan                | Real                | Notas de Seguimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4.1                                                           | Definir y documentar el alcance y los límites del SGEN   | Incluir             | Incluir             | El SGA tiene documentado su alcance en el manual del sistema MH00-01.<br><b>Ejecución:</b> La Organización decidió que el alcance del SGEN fuera el mismo que el del SGA, por lo que solo se incluyó el SGEN al documento existente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4.3                                                           | Definir la política energética                           | Completar e incluir | Incluir             | El SGA tiene documentada su política ambiental en el documento PH00-13.<br><b>Ejecución:</b> Los "Incisos" c y f de esta sección, no son requeridos por el SGA, por lo que el plan se marcó como "completar", sin embargo, la política existente en el SGA cumple 100% con este requerimiento del SGEN, por lo que el documento donde se establece la política del SGA no sufrió ningún cambio y da cumplimiento al SGEN también.                                                                                                                                             |
| 4.5.4.2                                                       | Control de los documentos                                | Incluir             | Incluir             | El SGA cuenta con el procedimiento PPG05-01: control de documentos, que liga a la lista maestras de procedimientos FHS00-41, lista maestra de formatos del SGA FHS00-44 y la lista maestra de instrucciones del SGA FHS00-35<br><b>Ejecución:</b> Se integró el control de documentos del SGEN al procedimiento de control de los documentos existente del SGA, con cambios mínimos.                                                                                                                                                                                          |
| 4.5.4.1                                                       | Incluir los requisitos de la documentación del SGEN.     | Incluir             | Incluir             | El SGA tiene documentado los requerimientos de la documentación en el manual del SGA MSH00-01, que liga a la lista maestras de procedimientos del SGA FHS00-41, lista maestra de formatos del SGA FHS00-44 y la lista maestra de instrucciones del SGA FHS00-35.<br><b>Ejecución:</b> Se incluyeron los requisitos de documentación del SGEN en los requerimientos de documentación establecidos en el manual del SGA.                                                                                                                                                        |
| 4.2.1                                                         | Completar responsable de la alta dirección para el SGEN. | Completar e incluir | Incluir             | El SGA tiene documentada la responsabilidad de la alta dirección en el documento del SGA: MSH00-01, manual del SGA; y el procedimiento: PHS00-24, estructura de responsabilidad del SGA, sin embargo, los incisos e, f, g, h, i deben desarrollarse<br><b>Ejecución:</b> Se incluyeron los requisitos de responsabilidad de la alta dirección del SGEN dentro de la documentación correspondiente del SGA. La estructura de responsabilidad del SGA cumplía con los requisitos del SGEN, por lo que no se tuvo que desarrollar nada, solo se incluyó el nuevo sistema.        |
| 4.2.2                                                         | Completar representante de la dirección para el SGEN.    | Completar e incluir | Incluir             | El SGA tiene documentada la responsabilidad del representante de la dirección en el documento: MH00-01, manual del SGA y en el procedimiento PHS00-24, estructura de responsabilidad del SGA, sin embargo, los incisos c, e, g, h de esta sección deben desarrollarse.<br><b>Ejecución:</b> Se incluyeron los requisitos de responsabilidad del representante de la dirección del SGEN dentro de la documentación correspondiente del SGA. No fue necesario ningún desarrollo, por lo que solo se tuvo que incluir. Se implementó el Formato: FEN00-07, integración del EGEN. |
| 4.4                                                           | Desarrollar y documentar la planificación En.            | Desarrollar         | Desarrollar         | El SGA tiene como centro de la documentación su manual MH00-01, y el control se lleva por medio del procedimiento: PPG05-01 control de documentos.<br><b>Ejecución:</b> La documentación de la planeación energética se integró al manual del SGA, siguiendo la simbología asignada en el control de documentos.                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4.4.2                                                         | Incluir requisitos legales y otros requisitos del SGEN.  | Incluir             | Completar e incluir | El SGA cuenta con el procedimiento: PH00-22, requisitos legales y otros requisitos y el formato: FH0020, matriz de requisitos legales, para cumplir con este requisito.<br><b>Ejecución:</b> Se incluyeron los requisitos legales y otros requisitos a la documentación del SGA, sin embargo, no solo se incluyó, sino que se tuvo que completar la investigación de nuevos requisitos legales aplicables con el nuevo sistema.                                                                                                                                               |
| 4.4.3                                                         | Desarrollar la revisión En.                              | Desarrollar         | Desarrollar         | El SGA no tiene requisito de revisión energética.<br><b>Ejecución:</b> Se desarrollo la revisión energética creando para ello el procedimiento: PEN00-01, metodología y criterios para la revisión energética; creando también los formatos: FEN00-01, identificación y evaluación de aspectos energéticos, FEN00-02 revisión y actualización de las LBEns, FEN00-03 revisión y actualización de las IDEns.                                                                                                                                                                   |

|       |                                                                        |                       |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.5.2 | Integrar competencia, formación Y toma de conciencia del SGEN          | Incluir               | Incluir               | El SGA cuenta con el procedimiento: PH00-25, capacitación y conciencia; el PH00-05, procedimiento de inducción de nuevo ingreso; los formatos: FH00-25, matriz de entrenamiento; FH00-26, programa anual de capacitación y el FH00-42, declaratorias de contratistas.<br><b>Ejecución:</b> El requerimiento de competencia, formación y toma de conciencia se incluyó en la documentación existente en el SGA.                                                                                                                                                                                                               |
| 4.6.2 | Incluir la evaluación del cumplimiento de requisitos legales del SGEN. | Incluir               | Incluir               | El SGA cuenta con el procedimiento: PH00-22, requisitos legales y otros requisitos; la matriz FH00-20, matriz de requisitos legales y evaluación de cumplimiento para cubrir este requisito.<br><b>Ejecución:</b> Se incluyó la evaluación de los requisitos legales y otros requisitos dentro de la documentación del SGEN.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4.5.3 | Incluir y completar la comunicación del SGEN                           | Incluir               | Incluir               | El SGA cuenta con el procedimiento: PH00-27, comunicación externa; PH00-28 comunicación del sistema.<br><b>Ejecución:</b> El requerimiento de comunicación se incluyó en la documentación existente en el SGA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4.4.4 | Desarrollar la o las LBen                                              | Desarrollar           | Desarrollar           | El SGA no tiene este requisito.<br><b>Ejecución:</b> Se creó el procedimiento: PEN00-01, metodología y criterios para la revisión energética, que incluye el proceso para determinar la o las LBen, creando también el formato FEN00-02, revisión y actualización de las LBen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4.4.5 | Desarrollar los IDen                                                   | Desarrollar           | Desarrollar           | El SGA no tiene este requisito.<br><b>Ejecución:</b> Se creó el procedimiento: PEN00-01, metodología y criterios para la revisión energética, que incluye el proceso para desarrollar el o los IDen, creando también el formato FEN00-03, revisión y actualización de las IDen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4.5.5 | Desarrollar e incluir el control operacional del SGEN.                 | Desarrollar e incluir | Desarrollar e incluir | El SGA cuenta con el procedimiento: PH00-29, control operacional; el formato FH00-03, lista de juntas del sistema; además de un conjunto de Instrucciones de trabajo para sus controles operaciones.<br><b>Ejecución:</b> Se integró el control operacional del SGEN a la documentación del control operacional del SGA, sin embargo, fueron creadas e implementadas las siguientes instrucciones de Trabajo: IEN00-01, control operacional para el sistema de aire acondicionado; IEN00-02, control operacional para el sistema de aire comprimido; IEN00-03, control operacional para el sistema de Iluminación de planta. |
| 4.6.1 | Incluir el seguimiento, medición y análisis del SGEN.                  | Incluir               | Incluir               | El SGA cuenta con el procedimiento PH00-51, medición y vigilancia.<br><b>Ejecución:</b> Este requisito de medición se incluyó en la documentación existente del SGA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4.4.6 | Desarrollar e incluir objetivos, metas y planes del SGEN.              | Incluir               | Completar e incluir   | El SGA cuenta con el procedimiento: PH00-06, objetivos y metas.<br><b>Ejecución:</b> Primero se desarrollaron y definieron los objetivos, las metas y los planes de acción, que salieron de la revisión energética y se documentaron dentro de la documentación propia del SGA. Se creó el Formato: FEN00-06, selección de objetivos y metas energéticas                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4.6.5 | Incluir el control de registros del SGEN                               | Incluir               | Incluir               | El SGA cuenta con los procedimientos: PPG05-01, control de documentos y PH00-33, registros del sistema y el Formato: FH00-34, matriz de control de registros.<br><b>Ejecución:</b> El requisito de control de registros del SGEN se incluyó dentro de los documentos del SGA referentes al mismo requisito.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4.5.6 | Desarrollar el diseño en el SGEN.                                      | Desarrollar           | Completar e incluir   | El SGA cuenta con el procedimiento: PH00-19, revisión de nuevos procesos y modificación de existentes; los formatos: FH00-91, liberación de nuevos procesos, que consideran el diseño.<br><b>Ejecución:</b> no hubo necesidad de desarrollar el requisito, ya que el SGA ya consideraba el diseño dentro del sistema. Por lo que solo se completó para cumplir con los requisitos del SGEN y se incluyó en la documentación existente del SGA.                                                                                                                                                                               |
| 4.5.7 | Desarrollar y documentar la adquisición de servicios de En. del SGEN.  | Desarrollar           | Desarrollar           | El SGA cuenta con el procedimiento: PPG03-06, compras.<br><b>Ejecución:</b> Este requisito se desarrolló completo, ya que no existe en el SGA, sin embargo, la documentación se incluye en el procedimiento de Compras del SGA. Se desarrolló también el formato: FEN00-04, requisitos para la adquisición de energía y productos energéticos.                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|       |                                                           |                     |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|-----------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.6.3 | Incluir la auditoría interna del SGEN                     | Incluir             | Incluir             | El SGA cuenta con el procedimiento: PH00-34, auditoría interna y los formatos: FH00-36, reporte de auditoría interna, FH00-38, lista de verificación de auditoría interna y el FH00-39, programa de auditoría interna y externa del Sistema.<br><b>Ejecución:</b> El requerimiento de auditoría interna del SGEN se incluyó dentro del mismo en el SGA. |
| 4.6.4 | Incluir las N.C, C, A.C. y A.P. del SGEN                  | Incluir             | Incluir             | El SGA cuenta con el procedimiento PH00-32, A.C. y A.P. y el formato FH00-39, programa de auditoría interna y externa.<br><b>Ejecución:</b> El requerimiento de N.C., C, A.C. y A.P. del SGEN se incluyó dentro del mismo en el SGA.                                                                                                                    |
| 4.7.1 | Incluir el proceso de revisión por la dirección del SGEN. | Incluir             | Incluir             | El SGA cuenta con el procedimiento: PH00-35, procedimiento de revisión gerencial y el formato: FHR-18-02, registro de asistencia de junta gerencial.<br><b>Ejecución:</b> El proceso de revisión por la dirección del SGEN se incluyó a la documentación del SGA.                                                                                       |
| 4.7.2 | Completar la información de entrada de la RPD del SGEN.   | Completar e incluir | Completar e incluir | El SGA cuenta con el procedimiento: PH00-35, procedimiento de revisión gerencial.<br><b>Ejecución:</b> El requisito de información de entrada a la RPD del SGEN se incluyó a la documentación del SGA.                                                                                                                                                  |
| 4.7.3 | Completar el resultado de la RPD del SGEN.                | Completar e incluir | Completar e incluir | El SGA cuenta con el procedimiento PH00-35, revisión gerencial.<br><b>Ejecución:</b> El requisito de información de salida a la RPD del SGEN se incluyó a la documentación del SGA.                                                                                                                                                                     |

## **CAPITULO 5: REPORTE DE RESULTADOS**

## 5.1 Resultados de la aplicación de la metodología

En esta sección se presentan los resultados obtenidos al aplicar la Metodología de Integración propuesta para desarrollar un SGen ISO 50001:2011 dentro de un SGA ISO 14001:2004 en operación. Esta metodología fue puesta a prueba al ser aplicada en la ECE, la cual es una organización mexicana clasificada como UPAC. Los beneficios esperados en la ECE son los siguientes:

- Reducción del tiempo para la implementación del SGen.
- Reducción del requerimiento de recursos documentales.
- Reducción del requerimiento de recurso humano.
- Lograr la conformidad de los requisitos de la norma ISO 50001:2011 al integrar el SGen al SGA ISO 14001:2004 logrando la certificación.

### 5.1.1 Reducción del tiempo necesario para la implementación de los requisitos del SGen.

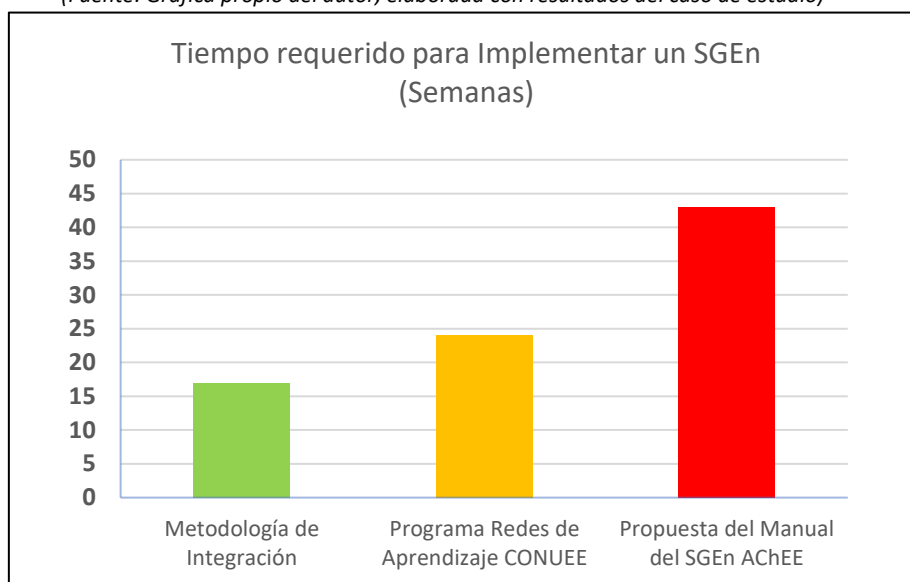
Resulta muy complejo realizar una medición exacta del tiempo mínimo necesario para desarrollar e implementar todos los requisitos ISO 50001 dentro una organización, debido a que existen múltiples variables que pueden influir en el resultado, variables que son de alguna manera muy dispersos y cambiantes en el ambiente industrial. Por un lado, la agencia mexicana de eficiencia energética CONUEE hace una propuesta de 5.5 meses para todo el proceso y su homónima, la AChEE propone un cronograma de 10 meses para la implementación.

La aplicación de la Metodología de Integración en la ECE se llevó a cabo en un periodo de 4 meses comprendidos entre el 11 de abril al 05 de agosto del 2016 (un total de 84 días). Si comparamos este resultado con las expectativas de las dos agencias de energía, podemos observar que la aplicación de la metodología si resultó en un beneficio de reducción del tiempo requerido para el despliegue de los requisitos del nuevo SGen hasta alcanzar la certificación. *La gráfica 5.1* presenta en forma esquemática el ahorro en el tiempo de implementación. Los datos que resaltan son: Un ahorro de 29% comparado con la propuesta de CONUEE y un Ahorro del 60% comparado con el Plan de la agencia chilena AChEE.

Este es un excelente resultado, considerando que esta reducción del tiempo de implementación significa también recursos humanos liberados para otras ocupaciones dentro de la organización.

Gráfica 5.1 Comparativo de tiempo para la implementación de un SGEEn utilizando la Metodología de Integración contra otras alternativas

(Fuente: Gráfica propia del autor, elaborada con resultados del caso de estudio)



### 5.1.2 Reducción del recurso necesario para la documentación al implementar los requisitos del SGEEn.

Una de las promesas más importantes en cuanto a las ventajas de aplicar la Metodología de Integración, lo representa la promesa de ahorro de los recursos necesarios para documentar el SGEEn, ya que, al integrarse al SGA existente, el nuevo sistema va a hacer uso de la estructura y la documentación que operan en sistema huésped. El resultado del Análisis de Compatibilidad Documental entre las dos normas realizado anteriormente nos indicó que el 62% de los requisitos eran completamente compatibles entre ambos sistemas, además, un adicional 5.5% de los requisitos eran parcialmente compatibles, lo que supone ventajas adicionales el momento de integrar los dos sistemas.

El resultado después de la implementación de la Metodología de Integración en términos de beneficios en cuanto a la documentación se expresa en las *tablas 5.1 y 5.2*. La primera tabla presenta el porcentaje de todos los documentos del SGA que sufrieron algún tipo de modificación al recibir al nuevo SGEEn huésped. Si se contabiliza igual cada documento,

podemos concluir entonces que solamente el 29.86% de los documentos existentes en el SGA sufrieron algún tipo de cambio o modificación para integrar al nuevo SGen ISO 50001.

Tabla 5.1 Resultados de la cantidad de documentos del SGA modificados al aplicar la Metodología de Integración  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con resultados del caso de estudio)

| Documentos del SGA involucrados en el SGen |                      |                         |               |
|--------------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------|
| Tipo de Documento                          | Existentes en el SGA | Modificados por el SGen | Modificados   |
| Manual                                     | 1                    | 1                       | 100.00%       |
| Procedimientos                             | 40                   | 23                      | 57.50%        |
| Formatos                                   | 65                   | 16                      | 24.62%        |
| Instrucciones de trabajo                   | 38                   | 3                       | 7.89%         |
| <b>Total</b>                               | <b>144</b>           | <b>43</b>               | <b>29.86%</b> |

Sin embargo, aunque este dato es una buena referencia de la cantidad de documentación del SGA que puede ser compartida con el SGen, es importante agregar que la cantidad de documentos de nueva creación fue considerablemente baja en comparación con la cantidad de documentos existentes en el sistema anfitrión. Al finalizar el proceso de integración, la documentación existente incrementó un 7.64% contados como piezas de documentos.

Tabla 5.2 Porcentaje de incremento en la documentación del SGA al aplicar la Metodología de Integración  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con resultados del caso de estudio)

| Incremento en la documentación al integrar el SGen en el SGA |                       |                   |                  |              |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Documentos del SGA                                           | Existentes en el SGen | De nueva creación | Total integrados | Incremento   |
| Manual                                                       | 1                     | 0                 | 1                | 0.00%        |
| Procedimientos                                               | 40                    | 1                 | 41               | 2.50%        |
| Formatos                                                     | 65                    | 7                 | 72               | 10.77%       |
| Instrucciones de Trabajo                                     | 38                    | 3                 | 41               | 7.89%        |
| <b>Total</b>                                                 | <b>144</b>            | <b>11</b>         | <b>155</b>       | <b>7.64%</b> |

Al implementarse el SGen, se requirieron un total de 54 documentos; 11 de nueva creación y 43 previamente existentes en el SGA. Es realmente significativo el ahorro en cuanto a los requerimientos de documentación, considerando que el 79.63% de los documentos involucrados en el nuevo sistema ya estaban operando en el sistema anfitrión.

Otra forma de medir los beneficios documentales al utilizar la Metodología de Integración, consiste en medir el grado de modificación de los procedimientos del SGA que hospedaron algún requisito de la norma ISO 50001:2011. Para ello se contabilizó la carga de información registrada en cada uno de los documentos contabilizada por el número de palabras que contiene, llevando contabilizado el antes y el después de la integración.

Los resultados que se muestran en la *tabla 5.3* resaltan los beneficios en términos de la disminución de los esfuerzos documentales para implementar exitosamente el SGen, ya que, al hacer uso de la documentación existente en el SGA en operación, logramos minimizar la creación de nueva documentación para el nuevo SGen, 81.30% la cantidad de palabras a registrar en los documentos.

Tabla 5.3 Resultado de la medición del porcentaje de cambios en la documentación total, al implementar la Metodología de Integración en la ECE  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con resultados del caso de estudio)

| <b>Conteo de cambios en los documentos del SGA al integrar el SGen en la Empresa Caso de Estudio</b> |                                 |                                         |                            |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|-------------------|
| <b>Cantidad</b>                                                                                      | <b>Tipo de Cambio</b>           | <b>Conteo de Palabras en Documentos</b> |                            |                   |
|                                                                                                      |                                 | <b>Documento Original</b>               | <b>Documento Integrado</b> | <b>Diferencia</b> |
| 1                                                                                                    | Manual                          | 6763                                    | 7488                       | 725               |
| 23                                                                                                   | Procedimientos Modificados      | 39857                                   | 42800                      | 2943              |
| 16                                                                                                   | Formatos                        | 23160                                   | 24257                      | 1097              |
| 3                                                                                                    | Instrucciones de Trabajo        | 4771                                    | 5061                       | 290               |
| 1                                                                                                    | Nuevos Procedimientos           | <i>Inexistente</i>                      | 2053                       | 2053              |
| 7                                                                                                    | Nuevos Formatos                 | <i>Inexistente</i>                      | 2227                       | 2227              |
| 3                                                                                                    | Nuevas Instrucciones de Trabajo | <i>Inexistente</i>                      | 4608                       | 4608              |
| <b>Total</b>                                                                                         |                                 | <b>74551</b>                            | <b>88494</b>               | <b>13943</b>      |
| <b>Porcentaje de documentación que sufrió cambios o fue generada</b>                                 |                                 |                                         |                            | <b>18.70%</b>     |

Para finalizar el conteo de los beneficios documentales, debemos agregar otros aspectos relacionados que se suman a estos beneficios, tales como:

1. Disminuye errores en el diseño de los formatos designados para el control de la documentación, al utilizar el control de los documentos existente.
2. Se agiliza el proceso de autorización de los documentos, al utilizar el un procedimiento de autorizaciones existente
3. *Evita la duplicidad de documentación y de su control*; el operar los sistemas por separado, genera duplicidad.

4. Facilita el proceso de entrenamiento y aplicación de la documentación; el personal que ya conoce el procedimiento recibirá solamente un entrenamiento en la nueva revisión del documento, no en un documento nuevo.
5. Reduce o elimina el recurso requerido para el control de la documentación del SGEN, ya que se comparte el recurso de control ya existente.

### **5.1.3 Reducción del recurso humano necesario para la implementación del SGEN.**

Resulta una tarea muy difícil encontrar un dato exacto de la cantidad de recurso humano que una organización necesita para el desarrollo y la implementación de un SGEN basado en la norma ISO 50001:2011, ya que este depende de muchos factores tales como:

- El tamaño de la organización.
- La complejidad de los procesos involucrados en sus operaciones.
- El grado de conocimiento o experiencia del recurso humano involucrado en la implementación del SGEN.
- El recibir o no asesoría externa sobre el proceso de implementación.
- El compromiso de la dirección para la implementación del SGEN.
- La disponibilidad de tiempo de aquellos que comparten su responsabilidad con el SGEN y sus obligaciones rutinarias.
- La brecha existente el estado actual de la organización y el cumplimiento de los requisitos de la norma.
- La existencia de otros sistemas de Gestión en la organización.
- La representación multifuncional que integra el EGEN y su especialización en el área o departamento que representan.

La ECE decidió asignar el recurso humano de la siguiente manera:

1. Gerente de Mantenimiento, quien tiene la responsabilidad de ser el Representante de La Dirección del SGEN. Debe Compartir su tiempo entre sus responsabilidades gerenciales y sus responsabilidades con el SGEN, No tiene asignación de tiempo fijo para dedicar al SGEN.
2. Ingeniero de Mantenimiento, a quien se le asignó la responsabilidad de ser el Ingeniero Auxiliar del SGEN: quien está dedicado 50% de su tiempo (20 horas

semanales) a la implementación del SGEN. El tiempo restante lo asigna a responsabilidades del área de Mantenimiento

3. Supervisor de Mantenimiento de Edificios, a quien se le asignó la responsabilidad de ser el Ingeniero de Implementación del SGEN, quien estará dedicado 1/4 parte de su tiempo a la implementación del SGEN (10 horas semanales). El resto del tiempo lo dedica a sus actividades cotidianas.
4. Asesor Investigador, quien como su nombre lo dice, realiza las actividades de asesoría en la implementación del SGEN y de la aplicación de la Metodología de Integración, dedicado en promedio 15 horas semanales en esta actividad.
5. Existen 9 personas más asignadas a integrar el EGEN, quienes son personal de las diferentes áreas de la organización (incluyendo al Representante de la Dirección del SGA y la Encargada del Control de Documentos y de Capacitación entre otras áreas). Este equipo no tiene horas asignadas para la implementación del SGEN, solo son llamados a necesidad de la implementación. Sin embargo, se asignó una reunión semanal de media hora semanal para avance y seguimiento del sistema.

El control de las horas hombre trabajadas se realizó solamente de manera parcial, aplicado a los dos integrantes del EGEN que estuvieron directamente asignados parte de tiempo al desarrollo e implementación del SGEN. Al resto del equipo no fue posible tal control.

El resultado del control de horas al finalizar el proceso de implementación de 17 semanas fue el siguiente:

1. Ingeniero de Mantenimiento (Ingeniero Auxiliar del SGEN), sumó un total de 355 horas trabajadas para el SGEN.
  - Alrededor del 95% de los cambios en la documentación fueron realizados solamente por esta persona.
  - Mas del 40% del tiempo dedicado de esta persona a la implementación del SGEN lo aplicó a realizar los cambios requeridos en la documentación (alrededor de 151 horas aproximadamente).
2. El Supervisor de Mantenimiento de Edificios (Ingeniero de Implementación del SGEN), sumó un total de 174 horas dedicadas al SGEN.
  - Este tiempo se dividió principalmente en coordinar las actividades asignadas a los demás integrantes del equipo, al proceso de Planificación energética y a la puesta en marcha en piso del nuevo sistema.

Las horas dedicadas que sumaron estas dos personas al proceso de integración del SGen en el SGA, podría representar a una persona dedicada al 100% a la implementación del SGen durante un periodo de 3 meses.

Con la finalidad de poner en evidencia la reducción en el recurso humano para la implementación del SGen al utilizar la Metodología de Integración se basa en los siguientes hechos: Mas del 95% del proceso documental de la implementación que consistió mayormente en la modificando los documentos del SGA para integrar el nuevo SGen, fueron ejecutados por una sola persona, en un total de 151 horas trabajadas. Ahora bien, si recordamos que dicha modificación de documentos representó solo el 18.7% de la carga documental, entonces el 81.3% de los documentos que nos evitamos generar, representan un ahorro total de 691 horas hombre.

#### **5.1.4 Implementación exitosa de cada uno de los requisitos del SGen basados en la norma ISO 50001:2011.**

Como parte de los beneficios alcanzados al implementar la Metodología de Integración en la ECE, se debe contar el asegurar la implementación exitosa de cada uno de los requisitos de la norma en un periodo relativamente corto de tiempo. Existen dos formas de validar la correcta implementación de los requisitos del SGen; 1. Por medio de resultado de la Auditoria Interna y 2. Por el resultado de la Auditoria de Certificación (auditoria Externa).

1. Resultado de la Auditoria Interna del SGen. Esta auditoría se llevó a cabo los días 3, 4 y 5 de agosto del 2016, con la participación de 3 auditores internos de la ECE. El resultado de la auditoria demostró que la implementación de los requisitos del SGen está en cumplimiento satisfactorio con los requisitos del SGen ISO 50001:2011.
2. Resultado de la Auditoria de Certificación. Esta auditoría se llevó a cabo los días 12, 13 y 14 de septiembre del 2016, por un auditor de la empresa “DQS de México, Soluciones en Sistemas de Gestión”, resultando en tan solo 3 “no conformidades menores”, por lo que el auditor recomendó la certificación de la planta en el SGen. El día 04 de noviembre la Empresa recibió el aviso de Certificación en la norma ISO 50001:2011, por un periodo de 3 años,

demostrando con esto la efectividad de la metodología para implementar un SGen integrándolo a un SGA ISO 14001:2004 en operación.

## **5.2 Resultados del SGen en la Empresa Caso de Estudio**

Los registros de esta sección se refieren a los resultados del SGen en la organización, analizados primeramente en el periodo de tiempo transcurrido desde que se implementaron los controles energéticos, hasta el cierre anual (julio-diciembre 2016) y los resultados obtenidos al primer ciclo completo de haberse implementado el sistema (2017).

La implementación del SGen utilizando la Metodología de Integración en la ECE inició en el mes de abril del 2016, pero fue hasta el mes de Julio donde se apreciaron los primeros beneficios del sistema en termino de ahorro de energía y eficiencia energética. Esta organización determinó como dentro del proceso de Planificación Energética, que su Indicador de Desempeño Energética (IDEn) más importante sería el Índice de kWh/Pieza producida y es a través de este indicador que se estará midiendo el desempeño energético de la organización.

La *gráfica 5.2* muestra el desempeño energético de la ECE durante el año de Implementación del SGen, medido en relación a su IDEn kWh/Pieza producida. Los puntos de referencia para validar la mejora del desempeño energético son:

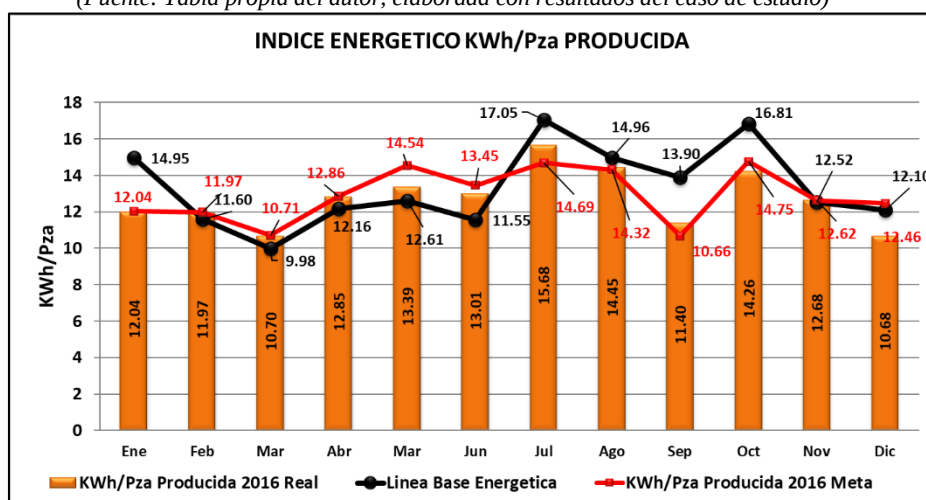
- La Línea de Base Energética (LBEn), se estableció en forma variable mensualmente; el valor anualizado se fija en 13.35 kWh/Pieza producida.
- La Meta del IDEn se estableció en 12.81 kWh/Pieza producida al año, esperando un ahorro del 4.06%.

La organización registró en sus indicadores de seguimiento, una pronta respuesta a los requerimientos del SGen, ya que para el mes de Julio (10 semanas después de iniciar el proceso de implementación del sistema) ya se habían registrado notorias mejoras en los IDEn. Los resultados más significativos del periodo de actividades 2016 son los siguientes:

- Se tuvo una tendencia constante a mejorar el IDEn a partir de la implementación del SGen.

- A partir de la implementación del SGEN se alcanzó una mejora de la eficiencia energética al reducir el IDEn (kWh/Pieza producida) desde un 13.35 a un 12.71, superando la meta propuesta de 12.91. El porcentaje de mejora anual fue del 4.81%.
- La mejora del IDEn derivada del SGEN fue mayor al 4.81%, ya que este porcentaje se alcanzó en tan solo en 6 de los 12 meses del año, por lo tanto, si separamos los meses donde el SGEN ya estaba dando frutos (julio-diciembre), entonces los resultados son de la siguiente manera: se tuvo una reducción del IDEn (kWh/Pieza producida) desde 14.55 hasta 13.20, es decir una disminución del 9.54 %, un poco bajo de la meta que era del 9.71% para este semestre.
- Las metas de este segundo semestre del año fueron muy agresivas considerando que la empresa ha mantenido una constante cultura de la mejora en la eficiencia energética.

Gráfica 5.2 Resultados del indicador de eficiencia energética en la Empresa Caso de Estudio, 2016  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con resultados del caso de estudio)



La siguiente *gráfica 5.3* que se presenta a continuación, concentra el resultado del mismo año 2016, pero mostrando el acumulado mensual de kWh consumidos por la organización, resaltando los siguientes logros:

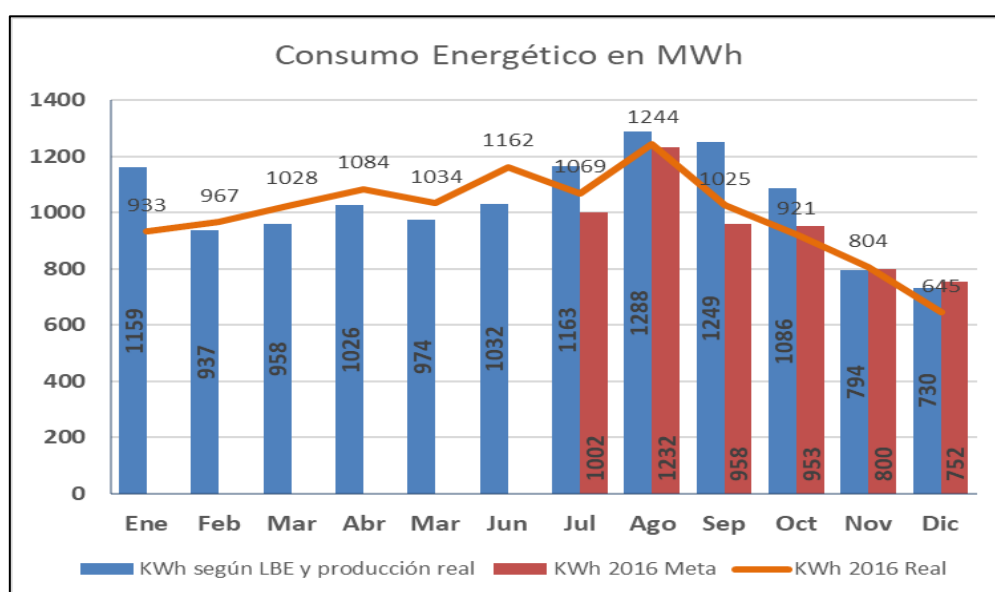
- Se comprobó un ahorro constante en el consumo energético de la Organización a partir de la implementación del SGEN.
- A partir de la implementación del SGEN el ahorro de energía eléctrica medido en kWh anuales se presentó de la siguiente manera: La LBen suponía un consumo de 12,518,234 kWh, pero al terminar el ciclo, el consumo total fue de

11,915,679 kWh; esto representó un ahorro del 3.0% anual, superando al 2.7% propuesto como meta, con un ahorro anual de 602,555 kWh.

- Si consideramos solamente el segundo semestre del año (julio – diciembre), que son los meses en los que ya se habían implementaron acciones para la gestión de la energía promovidas por el SGen, los resultados son los siguientes: La LBen suponía un consumo semestral de 6,296,006 kWh, pero al terminar el semestre, el consumo total fue de 5,707,729 kWh; esto representó un ahorro del 9.34% Semestral, un poco por debajo del 9.51% propuesto para la segunda mitad del ciclo.
- El Ahorro de kWh semestral fue un total de 588,277 kWh.

Como parte del convenio de colaboración que se realizó entre el Asesor investigador (autor de este trabajo de tesis) y la ECE, se incluyó el seguimiento post certificación hasta el cierre del ciclo 2016, es por ello que la mayoría de los datos presentados en estos resultados tienen la limitante de ser el reflejo seis meses de operación del SGen. Sin embargo, la organización confirmó que en el periodo 2017, primer año completo de operación del SGen los resultados fueron los siguientes:

- Una disminución del consumo energético anual del 8.22%.
- Se dejaron de consumir un total de 1,010,957 kWh en el año.
- El IDEn disminuyó en la misma proporción.



Gráfica 5.3 Resultados del indicador de consumo energética en la Empresa Caso de Estudio, 2016  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con resultados del caso de estudio)

Para concluir con el listado de resultados, debemos mencionar que otro resultado promovido por los trabajos y logros de la implementación del SGEN en la ECE, es el hecho de que esta, fue reconocida con el “Premio Estatal de Eficiencia Energética 2017”, que es un reconocimiento que otorga la Comisión Estatal de Energía de Baja California.

## **5.3 Análisis de los resultados del SGEN en la Empresa Caso de Estudio**

### **5.3.1 Beneficios económicos para la Empresa Caso de Estudio derivados de su SGEN.**

Como consecuencia del incremento en la Eficiencia Energética, se pueden cuantificar ahorros en el consumo de electricidad (contada en kWh consumidos) partiendo de los consumos esperados según la LBen. Estos ahorros se traducen en beneficios económicos para la organización, emanados de la mejora en la factura energética.

Según los resultados explicados en la sección anterior, en 18 meses de operación del SGEN, la ECE tuvo un ahorro en su consumo de energía eléctrica equivalente a 1,609,445 kWh (598,488 + 1,010,957 kWh), después de la implementación del SGEN.

Para determinar el beneficio económico que el haber evitado el consumo de esa cantidad de kWh trajo a la organización, se usaron los datos reales y actualizados del cargo a la factura eléctrica y los kWh consumidos durante el año 2016.

$$\text{Costo kWh} = \text{Facura Anual/kWh Consumidos}$$

Así se determinó que el Costo real para la ECE del kWh 2016 fue de \$1.3725 (en pesos mexicanos). Con el costo del kWh y la cantidad ahorrada de este energético, se tiene el siguiente resultado:

- Los beneficios económicos del segundo semestre del año 2016 alcanzaron la cantidad de \$821,424 pesos (598,488 kWh \* 1.3725 \$ /kWh).
- Los beneficios económicos del ciclo completo 2017 alcanzaron la cantidad de \$1,387,539 pesos (1,010,957 kWh \* 1.3725 \$/kWh)

- La suma de los beneficios económicos en los 18 meses de operación del SGEEn en la ECE es de: \$2,208,963 pesos, que se dejaron de pagar a consecuencia del ahorro de energía causados por el nuevo SGEEn.

La inversión que la ECE realizó para la implementación del SGEEn se presenta a continuación en la *tabla 5.4*. Cabe mencionar que probablemente se hayan realizado otros gastos mínimos en relación a los trabajos de implementación, se pudo también contabilizar el tiempo dedicado por más personas involucrados en el proyecto de implementación (participantes del EGEEn) y calcular su costo, sin embargo, los montos reflejados en la table de “Inversión Requerida para la Implementación del SGEEn” son un buen reflejo de la inversión total requerida.

Tabla 5.4 Inversión Inicial para la implementación y certificación del SGEEn en la Empresa Caso de Estudio  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con resultados del caso de estudio)

| <b>INVERSION REQUERIDA PARA LA IMPLEMENTACION DEL SGEEn</b> |                      |                                                                                                                                                                                                        |                      |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>#</b>                                                    | <b>Concepto</b>      | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                     | <b>Inversión</b>     |
| 1                                                           | Entrenamiento        | Dos personas tomaron el curso de Interpretación de la norma ISO 50001:2011 (incluye traslado, hospedaje y alimentación)                                                                                | \$ 59,200.00         |
| 2                                                           | Certificación        | Pago por los servicios de empresa certificadora; incluye: Auditoria Preliminar, Auditoria Documental, Auditoria de Certificación y Auditorias de seguimiento al 1er y 2do año.                         | \$ 372,118           |
| 3                                                           | Traslados de Auditor | En tres ocasiones, Pago de traslados, hospedaje y alimentación para el Auditor                                                                                                                         | \$ 37,350            |
| 4                                                           | Equipo               | Compra de un Multímetro FLUKE 190-062: Equipo para medición de cargas y consumos energéticos, necesario para la Revisión Energética                                                                    | \$ 67,248.00         |
| 5                                                           | Recurso Humano       | Ingeniero Auxiliar del SGEEn (1/2 tiempo durante 4 meses) y Supervisor de Mantenimiento (1/4 de tiempo durante 4 meses). Los miembros del EGEEn que apoyaron solo al ser llamados no se contabilizaron | \$ 82,400.00         |
| 6                                                           | Otros Gastos         | Impresiones para difusión, cafetería, comidas, etc.                                                                                                                                                    | 28,500               |
| <b>Total</b>                                                |                      |                                                                                                                                                                                                        | <b>\$ 646,816.30</b> |

Al analizar los requerimientos de inversión para la implementación del SGEEn y compararlos con sus beneficios económico, encontramos que este sistema de gestión representa una gran oportunidad de negocio para esta organización y con mucha

seguridad para la mayoría de las empresas cuyo consumo energético sea elevado (como es el caso de las empresas UPAC mexicalenses).

Los resultados demuestran que, en los primeros seis meses de operación, el SGen obtuvo beneficios económicos que superan la inversión requerida para el proceso de implementación (\$821,424 vs \$ 646,816.30), es decir que, en 6 meses el sistema había logrado ya el retorno de la inversión en la organización. Estas son excelentes noticias para las empresas cuyo consumo energético representa un valor significativo dentro de sus resultados financieros.

### **5.3.2 Beneficios económicos potenciales en las empresas UPAC en el municipio de Mexicali B.C.**

El municipio de Mexicali en el periodo 2015 contaba con 60 organizaciones UPAC registradas ante CONUEE, de estas solamente 32 pertenecen al sector industrial y finalmente 31 de estas empresas mexicalenses están clasificadas como UPAC debido a su consumo de energía eléctrica.

En la *tabla 5.5* se presenta el listado de las 31 empresas mexicalenses UPAC y sus consumos eléctricos anualizados, reportando un total de 1,055,650,378 kWh al año. Con este dato se realizaron los cálculos de los beneficios potenciales de la industria ACEn si todas ellas implementaran el SGen.

Para calcular los beneficios económicos potenciales del SGen en el municipio de Mexicali B.C. se propone el siguiente escenario hipotético de análisis:

1. Consideraremos que todas las empresas UPAC mexicalenses han implementado la norma ISO 50001:2011.
2. El SGen en las empresas UPAC mexicalenses tiene un año de operación.
3. Los resultados del porcentaje de ahorro de kWh en las empresas UPAC son iguales al resultado de la ECE (8.22%).
4. El costo facturado del kWh en todas las empresas UPAC mexicalenses es igual al de la ECE (1.3725 \$/kWh)

Entonces, el potencial de ahorro de los UPAC mexicalenses sería de un total de 86,774,461 kWh anuales, que en términos económicos podrían convertirse en \$119,097,948 pesos de beneficio.

Tabla 5.5 Consumos anuales de energía eléctrica por empresa UPAC en Mexicali  
(Fuente: Tabla propia del autor, elaborada con datos de la CONUEE 2016))

| <b>Consumo anual de energía eléctrica UPAC mexicalenses, 2015</b> |                  |                      |                          |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------------|
| <b>Número</b>                                                     | <b>Municipio</b> | <b>kWh/Anales</b>    | <b>Tipo de Inst.</b>     |
| UPAC 123                                                          | Mexicali         | 121,896,238          | Instalación industrial   |
| UPAC 58                                                           | Mexicali         | 121,886,218          | Instalación industrial   |
| UPAC 150                                                          | Mexicali         | 108,431,000          | Instalación industrial   |
| UPAC 140                                                          | Mexicali         | 102,646,000          | Instalación industrial   |
| UPAC 96                                                           | Mexicali         | 67,983,102           | Instalación industrial   |
| UPAC 147                                                          | Mexicali         | 55,192,000           | Instalación industrial   |
| UPAC 141                                                          | Mexicali         | 46,277,000           | Instalación industrial   |
| UPAC 64                                                           | Mexicali         | 45,547,550           | Instalación industrial   |
| UPAC 59                                                           | Mexicali         | 39,089,179           | Instalación industrial   |
| UPAC 128                                                          | Mexicali         | 35,303,409           | Instalación industrial   |
| UPAC 139                                                          | Mexicali         | 33,064,000           | Instalación industrial   |
| UPAC 134                                                          | Mexicali         | 28,207,375           | Instalación industrial   |
| UPAC 144                                                          | Mexicali         | 24,823,000           | Instalación industrial   |
| UPAC 145                                                          | Mexicali         | 24,254,000           | Instalación industrial   |
| UPAC 148                                                          | Mexicali         | 21,833,000           | Instalación industrial   |
| UPAC 120                                                          | Mexicali         | 19,650,651           | Instalación industrial   |
| UPAC 121                                                          | Mexicali         | 18,930,051           | Instalación industrial   |
| UPAC 109                                                          | Mexicali         | 16,746,275           | Instalación industrial   |
| UPAC 53                                                           | Mexicali         | 15,778,870           | Instalación industrial   |
| UPAC 68                                                           | Mexicali         | 15,764,700           | Instalación industrial   |
| UPAC 113                                                          | Mexicali         | 9,582,934            | Instalación industrial   |
| UPAC 87                                                           | Mexicali         | 9,549,417            | Instalación industrial   |
| UPAC 119                                                          | Mexicali         | 9,525,950            | Instalación industrial   |
| UPAC 75                                                           | Mexicali         | 9,496,625            | Instalación industrial   |
| UPAC 7                                                            | Mexicali         | 8,437,975            | Instalación industrial   |
| UPAC 57                                                           | Mexicali         | 8,243,725            | Instalación industrial   |
| UPAC 81                                                           | Mexicali         | 8,211,175            | Instalación industrial   |
| UPAC 101                                                          | Mexicali         | 7,663,250            | Instalación industrial   |
| UPAC 77                                                           | Mexicali         | 7,321,569            | Instalación industrial   |
| UPAC 65                                                           | Mexicali         | 7,210,935            | Instalación industrial   |
| UPAC 55                                                           | Mexicali         | 7,103,205            | Instalación industrial   |
| <b>Total</b>                                                      |                  | <b>1,055,650,378</b> | <b>Sector Industrial</b> |

### 5.3.3 Beneficios Ambientales logrados por la Empresa Caso de Estudio a partir de la implementación del SGen.

Durante los este trabajos de investigación de este proyecto se ha planteado fuertemente que la norma ISO 50001:2011 es una respuesta de vanguardia para los problemas

mundiales de contaminación ambiental. Si bien está claro que no es la solución absoluta, si aporta significativamente al evitar emisiones de GEI, como consecuencia de la reducción del consumo energético y/o el incremento en la eficiencia energética, especialmente en aquellos que son ACEn. La ECE reportó en sus primeros 18 meses de operación del SGEN haber evitado el consumo de 1,609,445 kWh y con esto, logro una aportación significativa en beneficio del medio ambiental.

Usando el Factor de Emisiones Indirectos del consumo de energía eléctrica a nivel nacional para el 2016 y para el 2017 podemos calcular los beneficios ambientales de la siguiente manera:

- Durante el 2016, con un factor de emisiones de 0.458 Toneladas de CO<sub>2</sub>/MWh, [54] y [69] con un ahorro de 598,488 kWh, se evitaron emisiones a la atmósfera por una cantidad de 274,107 Toneladas de CO<sub>2</sub>.
- Durante el 2017, con un factor de emisiones de 0.582 Toneladas de CO<sub>2</sub>/MWh, [55] con un ahorro de 1,010,957 kWh, se evitaron emisiones a la atmósfera por una cantidad de 588,377 Toneladas de CO<sub>2</sub>.

Un beneficio total en 18 meses de operación del SGEN al evitar las emisiones de 862,485 Toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Nota: en este caso se usaron los factores de conversión nacionales calculados por la CRE, sin embargo, el Estado de Baja California tiene su propia matriz energética por lo que estos factores pueden variar en cierta medida.

#### **5.3.4 Beneficios ambientales potenciales del SGEN en el municipio de Mexicali.**

Si consideramos en caso hipotético establecido en la sección 6.3.2 que considera la certificación de todas las empresas UPAC mexicalenses en el nuevo SGEN, con un ahorro potencial de 119,097,948 kWh anuales, los beneficios ambientales potenciales serían los siguientes:

- Tomando como base el Factor de Emisiones 2017 de 0.582 Toneladas de CO<sub>2</sub>/MWh, se podrían evitar emisiones a la atmósfera por una cantidad de 69,315,006 Toneladas de CO<sub>2</sub> anuales.

Este resultado nos muestra el potencial de beneficios ambientales que el SGEN ISO 50001:2011 puede traer al municipio de Mexicali y a niveles superiores.

### 5.3.5 Otros beneficios alcanzados por la implementación del SGEN en la Empresa

#### Caso de Estudio

1. *Beneficios en los recursos para la administración;* la administración de los sistemas de gestión requiere recursos para la operación diaria en requisitos comunes en ambos sistemas tales como capacitadores/entrenadores, controlador de documentos, auditores internos y representante de la dirección; al tener un solo sistema integrado, los recursos son aprovechados con mayor eficiencia.
2. *Beneficios al evitar la duplicidad de documentación;* la integración del SGEN al SGA en operación, evita la duplicidad de documentación, sobre todo en aquella desarrollada para cubrir requisitos comunes entre ambos sistemas. El operar los sistemas por separado, genera duplicidad.
3. *Reducción de tiempo y recursos requeridos para el desarrollo y la implementación;* como se demostró en la ECE, al integrar el SGEN con el SGA en operación, un alto porcentaje de los requisitos ya están desarrollados y en operación.

## 5.4 Conclusiones Finales

Existían al cierre del 2016 un universo de 322,981 certificados ISO 14001:2004 emitidos a nivel mundial (1491 localizadas en México); las organizaciones poseedoras de dichos certificados son los candidatos idóneos para hacer uso de la Metodología de Integración propuesta en esta tesis para integrar el SGEN al SGA. Estas podrían estar interesadas en conocer los beneficios que pudieran conseguir al desarrollar e implementar un nuevo SGEN integrado a su SGA en operación, en especial las que están clasificadas como de ACEn.

Las conclusiones finales determinadas por los resultados obtenidos por el uso de la Metodología de Integración y los resultados propios del SGEN en la ECE son las siguientes:

1. *Resultados del objetivo general:* Se logró el objetivo general planteado en este trabajo de investigación, que fue el diseñar y proponer una Metodología de Integración de fácil aplicación, efectiva para desarrollar e implementar los

requisitos de un SGen ISO 50001, adecuando y complementando los requisitos del SGA ISO 14001 en operación, logrando la certificación en la nueva norma. Al probar la metodología en la ECE se comprobó su efectividad al llevar a dicha organización a la certificación en el nuevo SGen ISO 50001:2011.

2. Resultados en los cinco objetivos específicos: Los cinco objetivos específicos fueron alcanzados satisfactoriamente:
  - a. Se logró identificar y cuantificar el ahorro de recursos en el proceso de desarrollo e implementación de los requisitos de un SGen ISO 50001 usando la Metodología de Integración. Los resultados obtenidos en la ECE demostraron que se tuvo un ahorro del 79.63% de los requerimientos de documentación requeridos por el nuevo SGen, además de una reducción entre el 29-60% del tiempo requerido para la implementación. En consecuencia, se mantuvo una reducción del recurso humano necesario para la implementación.
  - b. Se logró validar la efectividad de la Metodología de Integración para llevar a la certificación en la norma ISO 50001, ya que la ECE logró la certificación en el SGen ISO 50001:2011 usando la metodología propuesta.
  - c. Se lograron identificar y cuantificar los beneficios energéticos (incremento en la eficiencia energética o ahorro de energía) que acompañan a la operación de un SGen, ya que, en la ECE a tan solo 1 año de operación del SGen el IDEn (kWh/Pza producida) se redujo en un 8.22%, con un ahorro de 1,010,957 kWh.
  - d. Se lograron identificar y cuantificar los beneficios económicos que acompañan a la operación de un SGen. En la ECE, en el primer año de operación del sistema, se alcanzó un ahorro de \$1,387,539 pesos en la factura eléctrica.
  - e. Se lograron identificar y cuantificar los beneficios ambientales que acompañan a la operación del SGen. En la ECE, en el primer año de operación del sistema se evitó la emisión de 588,377 Toneladas de CO<sub>2</sub>, como consecuencia del incremento en la eficiencia energética.
  - f. Se logró identificar y cuantificar el potencial de la industria mexicalense de ACEn clasificada como UPAC al implementar el SGen ISO 50001:2011:

- Un ahorro potencial de 86,774,461 kWh anuales en el municipio.
- Un beneficio potencial de \$119,097,948 pesos anuales.
- Una reducción potencial de emisiones de 69,315,006 Toneladas de CO2 anuales.

**CONCLUSION FINAL:** Se confirma la hipótesis: La adecuación y complementación de un SGA ISO 14001 en operación para cumplir con los requisitos de un SGen ISO 50001:2011, permite ahorrar recursos y agiliza el proceso de certificación en esta norma en la industria.

## 5.5 Recomendaciones:

1. El siguiente paso natural para dar continuidad a este trabajo de investigación, es realzar la adaptación al diseño de esta Metodología de Integración para que se ajuste a los nuevos requisitos de la nueva norma ISO 14001:2015 que está en proceso de transición. A partir del 15 de septiembre del 2017 las nuevas certificaciones en el SGA serán en base a la nueva versión 2015, por lo que ajustar la metodología a la nueva norma será un reto importante y con grandes beneficios. Al finalizar el 2016, ya se tenían un total de 23,167 certificados en esta versión de la norma y a partir del 2018 todas las certificaciones y recertificaciones se realizarán en apego a esta versión.
2. Se recomienda también diseñar una Metodología de Integración orientada a la integración del SGen ISO 50001:2011 con el SGC ISO 9001:2015. El SGC es de los sistemas de gestión de la organización ISO, el que cuenta con mayor número de certificaciones alrededor del mundo: para el año 2016 se habían emitido 1,105,937 [70] certificados, de los cuales 7,027 [70] pertenecen a organizaciones localizadas en México. Los beneficios potenciales de este nuevo diseño de la Metodología de Integración se multiplicarían considerando que el campo de aplicación y uso potenciales se triplicarían comparado con el campo de acción de la metodología del presente trabajo de investigación.
3. Para impulsar el uso de esta Metodología de Integración, se sugiere realizar un proceso de difusión de la misma, para darla a conocer a las empresas UPAC a

nivel local y a nivel nacional, de manera que los usuarios potenciales tengan a la mano esta herramienta y la puedan utilizar de considerarlo conveniente, conociendo de antemano los beneficios que puede aportar en el proceso de desarrollo e implementación de un SGen ISO 50001:2011, sobre todo cuando se tiene operando un SGA ISO 14001.

# Apéndice A: Encuesta ISO 50001:2011

Folio \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA FACULTAD DE INGENIERIA  
DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERIA

## ENCUESTA: "ISO 50001 EN LA INDUSTRIA UPAC"

Fecha \_\_\_\_\_

### A. Información de la empresa:

- i. Nombre: \_\_\_\_\_
- ii. Giro de la empresa: \_\_\_\_\_
- iii. Tipo de Conexión a la Red Eléctrica: *Media Tensión* [ ], *Alta Tensión* [ ], *OTRA:* \_\_\_\_\_

### B. Información de la persona entrevistada:

- iv. Nombre: \_\_\_\_\_
- v. Puesto: \_\_\_\_\_ Años en el puesto \_\_\_\_\_

### C. Conocimiento del entrevistado sobre ISO 50001:

1. ¿Conoces la norma ISO 50001:2011?  
[ ] *Experto, tiene experiencia implementando la norma y/o tiene certificado como auditor de la norma.*  
[ ] *Conoce, comprende los requisitos de la norma y/o recibió curso de interpretación de la norma*  
[ ] *Enterado, ha escuchado hablar de la norma, pero no ha profundizado en su interpretación o aplicación.*  
[ ] *No Conoce.*
2. ¿Dónde recibiste información respecto a la norma? \_\_\_\_\_
3. Describe con tus palabras como defines ésta norma \_\_\_\_\_
4. ¿Qué beneficios podría conseguir tu empresa con la implementación de la norma ISO 50001? \_\_\_\_\_
5. ¿Ha considerado tu empresa certificarse en esta norma ISO 50001? *Si* [ ], *No* [ ]
6. ¿Sabes o conoces a alguna empresa certificada en la norma ISO 50001? *Si* [ ], *No* [ ]

### D. Programas internos existentes en la empresa:

7. ¿Tu empresa ha desarrollado algún Sistema, Programa con enfoque en el ahorro y/o la eficiencia energética? *Si* [ ], *se conoce como:* \_\_\_\_\_ *No* [ ].
8. *Explique el funcionamiento y los beneficios logrados* \_\_\_\_\_
9. ¿Qué acciones particulares se ha implementado para el ahorro energético? \_\_\_\_\_

### E. Información complementaria:

10. ¿Qué norma tiene implementada la empresa? *ISO 9000* [ ], *ISO 14000* [ ], *OHSAS 18000* [ ]  
*Otras, (especifique):* \_\_\_\_\_
11. ¿Cuántos GWh consume tu empresa anualmente? \_\_\_\_\_
12. ¿Tu empresa participa en el programa de Importación de energía? \_\_\_\_\_

## Referencias

- [1] Agencia Internacional de Energía, AIE, Toward a Sustainable Energy Future, Paris: OCDE-AIE, 2001.
- [2] G. Escribano, «Seguridad Energética: concepto, escenarios e implicaciones para España y la UE (DT 33/2006),» 12 21 2006. [En línea]. Available: [http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano\\_es/contenido?WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/elcano/elcano\\_es/zonas\\_es/dt33-2006](http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_es/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/zonas_es/dt33-2006). [Último acceso: 22 08 2017].
- [3] R. P. y. L. M. (. Equipo principal de redacción IPCC, «Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático,» Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático IPCC, Ginebra, Suiza., 2014.
- [4] Organización Internacional de Estandarización, ISO, Sistema de Gestión de la Energía - Requisitos con Orientación para su Uso., Ginebra, Suiza: ISO , 2011.
- [5] International Energy Agency (IEA), «World Energy Outlook 2015,» IEA, Publications, Paris, 2015.
- [6] M. Fischedick, J. Roy, A. Abdel-Aziz, A. Acquaye, J. Allwood, J.-P. Ceron, Y. Geng, H. Kheshgi, A. Lanza, D. Perczyk, L. Price, E. Santalla, C. Sheinbaum y K. Tana, «Industry. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,» Cambridge university press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., 2014.
- [7] Agencia Internacional de Energía, «Indicadores de Eiciencia Energética: Fundamentos Estadísticos,» IEA Publications, Paris, Francia, 2016.
- [8] Organizacion Internacional de Estandarización, «Gana el desafío de la energía con ISO 50001,» 06 2011. [En línea]. Available: [https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso\\_50001\\_energy-es.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso_50001_energy-es.pdf). [Último acceso: 15 05 2014].
- [9] United Nations, Framework Convention on Climate Change, «Acuerdo de Paris,» 12 12 2015. [En línea]. Available: [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_spanish\\_.pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf). [Último acceso: 17 03 2016].
- [10] Organización Internacional de Estandarización, ISO 2017, «ISO 50001 Data per country and sector - 2011 to 2016,» [En línea]. Available: <https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1>. [Último acceso: 22 08 2017].
- [11] Organización Internacional de Estandarización, ISO 2017, «ISO 14001 Data per country and sector - 1999 to 2016,» [En línea]. Available: <https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1>. [Último acceso: 22 08 2017].
- [12] Organizacion Internacional de Estandarización , «5 años despues, ¿ Ha estado la ISO 50001 a la altura de las expectativas ?,» *ISO Focus*, nº 119, p. 19, Noviembre 2016.
- [13] Mexico, Gobierno de la Republica, «CONTRIBUCIÓN PREVISTA Y DETERMINADA A NIVEL NACIONAL DE MÉXICO,» 2016. [En línea]. Available: [http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/mexico\\_indc\\_espanolv2.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/mexico_indc_espanolv2.pdf). [Último acceso: 15 Marzo 2017].
- [14] Gobierno Federal, Mexico, «Declaración de Líderes de América del Norte sobre la Alianza del Clima, Energía Limpia y Medio Ambiente,» 29 Junio 2016. [En línea]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110477/Declaraci\\_n\\_Clima\\_\\_Energ\\_a\\_Limpia\\_y\\_Medio\\_Ambiente.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110477/Declaraci_n_Clima__Energ_a_Limpia_y_Medio_Ambiente.pdf). [Último acceso: 16 Marzo 2017].
- [15] International Energy Agency, «World Energy Outlook 2014,» IEA Publications, Paris, Francia, 2014.
- [16] S. e. E. (SENER), «Balance Nacional de Energía 2015,» México D.F., 2016.
- [17] Secretaría de Energía, SENER, «Prospectiva de Gas Natural 2016-2030,» 2016. [En línea]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177624/Prospectiva\\_de\\_Gas\\_Natural\\_2016-2030.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177624/Prospectiva_de_Gas_Natural_2016-2030.pdf). [Último acceso: 15 Abril 2017].

- [18] Secretaría de Energía, SENER, «Reforma Energética,» 2013. [En línea]. Available: <http://cdn.reformaenergetica.gob.mx/explicacion.pdf>. [Último acceso: 16 Febrero 2017].
- [19] F. México, «Forbes México,» Forbes México, 2016. [En línea]. Available: <http://www.forbes.com.mx/los-paises-mas-ricos-en-oro-negro/>. [Último acceso: 14 04 2016].
- [20] G. e. I. Instituto Nacional de Estadística, «Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática,» Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, [En línea]. Available: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/cuadrosestadisticos/GeneraCuadro.aspx?s=est&nc=840&c=30050>. [Último acceso: 12 9 2015].
- [21] S. d. E. (SENER), «Balance Nacional de Energía 2014,» Secretaría de Energía (SENER), 2015. [En línea]. Available: [www.sener.com.mx](http://www.sener.com.mx). [Último acceso: 22 04 2016].
- [22] Y. Zaragoza, «Organización Editorial Mexicana (OEM),» [En línea].
- [23] Secretaria de Energía, SENER, «Balance Nacional de Energía 2013,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.energia.gob.mx>. [Último acceso: 21 07 2016].
- [24] G. Muñoz, H. E. Campbell, E. Díaz y M. Quintero, «Baja California: Perfil Energético 2010-2020,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.energiabc.gob.mx>. [Último acceso: 16 10 2015].
- [25] J. C. Ling, «Estudio del Uso de la Energía Eléctrica en el Sector Industrial en Mexicali y sus Impactos Energéticos, Económicos y Ambientales,» Mexicali, México, 2012.
- [26] International Energy Agency, «World Energy Outlook 2013, Resumen ejecutivo, Spanish Traslacion,» IEA Publications, Paris, Francia, 2013.
- [27] Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, «Energías Renovables 2016 Reporte de la Situación Mundial,» 2016. [En línea]. Available: [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR\\_2016\\_KeyFindings\\_SPANISH.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf). [Último acceso: 22 Abril 2017].
- [28] Camara de Diputados del H. Congreso de la Union, «Ley General de Cambio Climático,» 06 06 2012. [En línea]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/109439/Ley\\_General\\_de\\_Cambio\\_Clim\\_tico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/109439/Ley_General_de_Cambio_Clim_tico.pdf). [Último acceso: 07 02 2017].
- [29] Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno de la Republica, «Estrategia Nacional de Cambio Climático,» 03 06 2013. [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf>. [Último acceso: 03 05 2016].
- [30] Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, «Ley de Transición Energética, LTE,» 24 12 2015. [En línea]. Available: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015). [Último acceso: 12 10 2017].
- [31] Comision Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CONUEE, «Primer Reporte de Evaluación de los Acuerdos Voluntarios, 2017,» 28 07 2017. [En línea]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/243084/Reporte\\_de\\_evaluaci\\_n\\_del\\_Programa\\_AV\\_Finalorum.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/243084/Reporte_de_evaluaci_n_del_Programa_AV_Finalorum.pdf). [Último acceso: 19 11 2017].
- [32] Secretaria de Energía, SENER, Comision Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CONUEE, «Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles Más Limpios ,» 02 12 2016. [En línea]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182202/20161110\\_1300h\\_Estrategia\\_CCTE-1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182202/20161110_1300h_Estrategia_CCTE-1.pdf). [Último acceso: 18 05 2017].
- [33] Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, «Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética,» 24 12 2015. [En línea]. Available: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/laerfte/LAERFTE\\_abro.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/laerfte/LAERFTE_abro.pdf). [Último acceso: 06 06 2017].
- [34] Secretaría de Energía, «Aviso por el que se da a conocer el requisito para la adquisición de Certificados de Energías Limpias en 2018,» 31 03 2015. [En línea]. Available: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5387314&fecha=31/03/2015](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387314&fecha=31/03/2015). [Último acceso: 15 09 2017].

- [35] Secretaría de Energía, «Aviso por el que se da a conocer el requisito para la adquisición de Certificados de Energías Limpias en 2019, establecido por la Secretaria de Energía,» 31 03 2016. [En línea]. Available: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5431515&fecha=31/03/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5431515&fecha=31/03/2016). [Último acceso: 15 09 2017].
- [36] Secretaría de Energía, «Aviso por el que se da a conocer el requisito para la adquisición de Certificados de Energías Limpias en 2020, 2021 y 2022, establecido por la Secretaria de Energía,» 31 03 2017. [En línea]. Available: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5478190&fecha=31/03/2017](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5478190&fecha=31/03/2017). [Último acceso: 15 09 2017].
- [37] I. Organización Internacional de Estandarización, «ISO 50001:2011, Sistema de Gestion Energético,» [En línea]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50001:ed-1:v1:es:term:3.8>. [Último acceso: 20 Mayo 2014].
- [38] A. E. d. N. y. C. (. AENOR), «Sistema de gestión energética - Requisitos. UNE 216501: 2009,» [En línea]. Available: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0043952#.WS8gxYWcFYc>. [Último acceso: 23 Marzo 2014].
- [39] A. E. d. N. y. C. (. AENOR), «Sistema de gestión energética - Requisitos. UNE-EN 16001:2010,» [En línea]. Available: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0044695#.Vmhedrh97>. [Último acceso: 23 Marzo 2014].
- [40] D. Diario Oficial de la Federación, «Decreto por el que se expide la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, DOF,» 28 11 2008. [En línea]. Available: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5070928&fecha=28/11/2008](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5070928&fecha=28/11/2008). [Último acceso: 15 05 2015].
- [41] C. /. G. Comisión Nacional para Uso Eficiente de la Energía, «Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión Energética.,» 19 08 2014. [En línea]. Available: [http://www.conuee.gob.mx/pdfs/ManualGestionenergia\\_V2\\_1.pdf](http://www.conuee.gob.mx/pdfs/ManualGestionenergia_V2_1.pdf). [Último acceso: 20 06 2015].
- [42] I. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, Norma NMX-J-SSA-50001-ANCE, Sistemas de Gestión de la Energía: requisitos con orientación para su uso., México, Distrito Federal: IMNC, 2011.
- [43] A. Agencia Chilena de Eficiencia Energética, «Guía de Implementación de Sistema de Gestión de la Energía Basado en la ISO 50001,» 10 2012. [En línea]. Available: <https://www.acee.cl/>. [Último acceso: 12 02 2016].
- [44] J. Correa, A. E. Borroto, M. Alpha, R. González, M. Curbelo y A. M. Díaz, «Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011,» 2014. [En línea]. Available: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59012014000100005&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012014000100005&lng=es&nrm=iso). ISSN 1815-5901>. [Último acceso: 08 12 2015].
- [45] P. F. HERRERO, Como Implementar un Sistema de Gestión de la Energía Según la ISO 50001:2011, Madrid, España: Fundación CONFEMETAL, 2013.
- [46] A. Hernandez, G. E. Carmona, L. Flores y R. D. Sosa, Manual para la Implementación de un Sistema de Gestion de la Energía, C. /. GIZ, Ed., Ciudad de México, D.F.: CONUEE / GIZ, 2014.
- [47] O. R. d. C. d. I. U. p. A. L. y. e. C. UNESCO, «Notas de Clases Dictadas en el II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental,» 2002. [En línea]. Available: <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001631/163153s.pdf>. [Último acceso: 20 04 17].
- [48] E. European Open Business Schoool, «Las Ventajas de Implementar un Sistema de Gestión Ambiental,» 29 03 2017. [En línea]. Available: <https://eobs.es/2017/03/29/las-ventajas-de-implementar-un-sistema-de-gestion-ambiental/>. [Último acceso: 22 04 2018].
- [49] O. I. d. Estansarización, Sistema de Gestión Ambiental, Requisitos con Orientacion para su Uso, Traducción Certificada, Ginebra, Suiza.: ISO, 2004.
- [50] I. Organización Internacional de Estandarización, «Sistema de Gestion Ambiental, Requisitos con Orientación para su Uso,» 11 2004. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-2:v1:en>. [Último acceso: 22 10 2015].

- [51] S. Sarv Singh, Control de Calidad Total, México, D.F. México: McGraw-Hill, 1997.
- [52] «Gob.mx, Portal unico del Gobierno Federal Mexicano,» [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/semarnat/que-hacemos>. [Último acceso: 20 04 2017].
- [53] SEMARNAT, «Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero,» 03 09 2015. [En línea]. Available: [http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/cicc/acuerdo\\_que\\_establece\\_las\\_p\\_articulardades\\_tecnicas\\_y\\_las\\_formulas\\_para\\_la\\_aplicacion\\_de\\_metodologias.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/cicc/acuerdo_que_establece_las_p_articulardades_tecnicas_y_las_formulas_para_la_aplicacion_de_metodologias.pdf). [Último acceso: 20 04 2017].
- [54] S. 2. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, «Factor de emisiones del sector electrico nacional, 2016,» 01 06 2017. [En línea]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/304573/Factor\\_de\\_Emisi\\_n\\_del\\_Sector\\_El\\_ctrico\\_Nacional\\_1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/304573/Factor_de_Emisi_n_del_Sector_El_ctrico_Nacional_1.pdf). [Último acceso: 20 04 2018].
- [55] C. 2. Comision Reguladora de Energía, «Fator de emisiones del sector eléctrico nacional, 2017,» 02 2018. [En línea]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/304573/Factor\\_de\\_Emisi\\_n\\_del\\_Sector\\_El\\_ctrico\\_Nacional\\_1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/304573/Factor_de_Emisi_n_del_Sector_El_ctrico_Nacional_1.pdf). [Último acceso: 20 04 2018].
- [56] C. F. d. Electricidad, «Consulta Tu Tarifa HM (2016-2017),» 2016. [En línea]. Available: [https://app.cfe.mx/aplicaciones/ccfe/tarifas/tarifas/tarifas\\_negocio.asp?Tarifa=HM&Anio=2017&mes=6](https://app.cfe.mx/aplicaciones/ccfe/tarifas/tarifas/tarifas_negocio.asp?Tarifa=HM&Anio=2017&mes=6). [Último acceso: 15 04 2018].
- [57] C. Comisión Federal de Electricidad, «Tarifa HM 2017-2018,» 2018. [En línea]. Available: [https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas\\_negocio.asp?Tarifa=HM&Anio=2018&mes=4](https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp?Tarifa=HM&Anio=2018&mes=4). [Último acceso: 20 04 2018].
- [58] I. 2. Organización Internacional de Estandarización, «ISO 14001:2015 Sistemas de gestión ambiental — requisitos con orientación para su uso,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es:term:3.1.4>. [Último acceso: 27 04 2018].
- [59] I. 2. Organización Internacional de Estandarización, «ISO 14001:2015 Sistemas de gestión ambiental -requisitos con orientación para su uso,» Ginebra, ISO 2015, 2015.
- [60] D. Directorio de la Industria Maquiladora de Baja California, «Directorio de la Industria Maquiladora de Baja California,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.industriamaquiladora.com/>. [Último acceso: 25 09 2015].
- [61] D. Diario Oficial de la Federación, «Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía,» 11 09 2009. [En línea]. Available: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5109495&fecha=11/09/2009](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5109495&fecha=11/09/2009). [Último acceso: 16 05 2015].
- [62] C. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, «Usuarios del padrón de alto consumo de energía, Informe de actividades (UPAC) 2015,» 01 03 2017. [En línea]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/198076/UPAC\\_2015\\_Final\\_01mar17\\_sa.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/198076/UPAC_2015_Final_01mar17_sa.pdf). [Último acceso: 22 09 2017].
- [63] D. Diario Oficial de la Federación, «Decreto por el que se expide la ley de transición energética,» 24 12 2015. [En línea]. Available: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015). [Último acceso: 26 02 2018].
- [64] D. Diario Oficial de la Federación, «Reglamento de la ley de transición energética,» 04 05 2017. [En línea]. Available: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5481526&fecha=04/05/2017](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5481526&fecha=04/05/2017). [Último acceso: 26 02 2018].
- [65] M. Spiegel y L. Stephens, Estadística, 3era, Ed., México: Mc Graw Hill, 2005.
- [66] U. 2. U.S. Green Building Council, «Leadership in Energy & Environmental Design (LEED),» 2015. [En línea]. Available: <http://www.usgbc.org/leed>. [Último acceso: 14 08 2015].

- [67] 2. Google, «Google Drive,» Google, 24 04 2012. [En línea]. Available: <https://www.google.com/intl/es-419/drive/>. [Último acceso: 14 08 2015].
- [68] D. G. Fur, «Guía técnica para la implementación de un SGEN en el marco de una red de aprendizaje,» Feb 2017. [En línea]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/223428/Gu\\_aTecnicaImplementacionSGEnRedesAprendizaje.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/223428/Gu_aTecnicaImplementacionSGEnRedesAprendizaje.pdf). [Último acceso: 17 04 2018].
- [69] S. 2. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, «Factor de emisiones del sistema eléctrico nacional, 2015,» 23 06 2016. [En línea]. Available: [http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/cicc/aviso\\_factor\\_de\\_emision\\_electrico\\_2015.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/cicc/aviso_factor_de_emision_electrico_2015.pdf). [Último acceso: 20 04 2018].
- [70] I. 2. Organización Internacional de Estandarización, 2017. [En línea]. Available: <https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1>. [Último acceso: 15 04 2018].
- [71] O. De Buen, L. Acacio, J. I. Navarrete, F. Hernández, I. Jáuregui, L. Villareal, J. H. León y M. A. Martínez, «Informe UPAC 2014,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.conuee.gob.mx/upac/InformeUPAC2014.pdf>. [Último acceso: 06 09 2016].
- [72] S. Sistema de Información Energética, «Nomenclatura de unidades usadas en el Sector Energético,» [En línea]. Available: Nomenclatura de unidades usadas en el Sector Energético. [Último acceso: 14 05 2018].