

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE QUÍMICA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería
Ambiental

**Elaboración De Una Guía Práctica para el Uso Eficiente de la Energía en
empresas MiPYMES del Sector Alimenticio en Costa Rica**

Melanny Zúñiga Araya

Cartago Agosto, 2014



**Elaboración De Una Guía Práctica para el Uso Eficiente de la Energía en empresas
MiPYMES del Sector Alimenticio en Costa Rica**

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como
requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental con el grado de
Licenciatura

Miembros del Tribunal

Msc. Osvaldo Guerrero Castro
Director

Msc. Ana Lorena Arias Zúñiga
Lector 1/ Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental

Msc. Oscar Monge Ruiz
Lector 2

Dr. Luis G. Romero Esquivel
Coordinador COTRAFIG

PhD. Floria Roa Rodríguez
Directora Escuela de Química

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y amor a las personas que me dieron la vida y me enseñaron todo lo que me hace una persona de bien, por motivarme a perseguir mis sueños y darme la mano en momentos difíciles, muchas gracias mami y papi.

A mis padrinos que han sido incondicionales toda mi vida y han sido mis segundos papás; a mis hermanas Angie y Tita que siempre me han apoyado y que son amigas incondicionales, Danny Vargas que ha sido siempre como un hermano y un amigo en las buenas y en las malas.

Este logro no lo hubiera alcanzado sin el apoyo de mis amigos más cercanos, que han sido mi familia todos estos años que estuve lejos de casa.

Además a todos los profesores que influyeron con sus lecciones y experiencias en mi formación personal y profesional, en especial a tres personas que marcaron mi vida con sus enseñanzas y consejos: Kattia Camacho, Máx Soto, Ana Lorena Arias, que no sólo fueron mis profesores sino también mis amigos, ¡gracias profes!.

A todos; es un honor dedicarles todas y cada una de estas páginas de este Proyecto de Graduación, que es mi esfuerzo y trabajo con el que concluyo mi primer título profesional.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no existiría sin la cooperación de las siete empresarias clientes de banca mujer que me abrieron las puertas de sus empresas, me gustaría empezar por agradecerles su grata atención, espero que todo mi trabajo les sea de mucho provecho para sus empresas.

Además agradezco la participación de la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ) y Banca Mujer que me dieron la oportunidad de trabajar bajo el amparo de ellos, especialmente a Irene Cañas, Max Fernández y Katty Rodríguez.

De igual manera no lo hubiese podido llevar a cabo sin la guía y el apoyo de mi profesor tutor Osvaldo Guerrero así como la ayuda recibida por los profesores Oscar Monge, Juan Carlos Leiva y Luis Fernando Chanto los cuales brindaron aportes vitales en el desarrollo de este proyecto.

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

CICR: Cámara de Industrias de Costa Rica

CIRE: Consultores de Ingeniería y Recursos Energéticos

CNFL: Compañía Nacional de Fuerza y Luz

EE: Eficiencia Energética

ER: Energías Renovables

GAM: Gran Área Metropolitana

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GHG PI: Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (Greenhouse Gas Protocol Initiative)

GIZ: Agencia de Cooperación Alemana

ICE: Instituto Costarricense de Electricidad

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

IPMV: Protocolo Internacional de Medición y Verificación

JASEC: Junta A Servicios Eléctricos de Cartago

MiPyMES: Empresas Micro Pequeñas y Medianas

PYMES: Empresas Pequeñas y Medianas

OCEs: Oportunidades de Conservación de energía.

OLADE: Organización Latinoamericana de Energía

SGen: Sistema de Gestión de la Energía

WBCSD: World Business Council for Sustainable Development

LISTA DE CUADROS

Cuadro 3.1. Nombre, ubicación y actividad de las empresas participantes en el estudio. ...	36
Cuadro 4.1. Sección I del cuestionario: Datos generales de las empresas analizadas.....	41
Cuadro 4.2. Respuestas a la sección II del cuestionario: Administración de la energía	41
Cuadro 4.3. Sección VI del cuestionario: Aspectos ambientales	42
Cuadro 4.4. Resumen de las fuentes de energía y principales equipos de las empresas analizadas.....	44
Cuadro 4.5. Resumen de los consumos energéticos anuales de las empresas.....	45
Cuadro 4.6. Resultados de las auditorías energéticas empresas el Fogón y La Flor	47
Cuadro 4.7. Resultados de las auditorías energéticas empresas La Chinita, Machu Picchu y el Quequito	49
Cuadro 4.8. Consumos energéticos anuales de las siete empresas participantes en el estudio	51
Cuadro 4.9. Toneladas de CO ₂ equivalentes por empresa.....	52
Cuadro 4.10. Toneladas equivalentes de CO ₂ emitidos por cada combustible.....	52
Cuadro 5.1. Ejemplo de recibo eléctrico	57
Cuadro 5.2. Registro del consumo eléctrico mensual	58
Cuadro 5.3. Cálculo del consumo eléctrico de los equipos	59
Cuadro 5.4. Consumo eléctrico de los equipos en kW	59
Cuadro 5.5. Ejemplo de cálculo para el consumo en colones de los equipos	60
Cuadro 5.6. Registro del consumo de gas LPG mensual.....	60
Cuadro 5.7. Capacidad y precio de los cilindros existentes en el mercado	61
Cuadro 5.8. Cálculo del consumo de gas LPG por horas trabajadas.....	61
Cuadro 5.9. Registro del consumo de combustible para el transporte	62
Cuadro 5.10. Precios de la Gasolina.....	62

Cuadro 5.11. Registro de las unidades producidas.....	63
Cuadro A.1. Equipos de la empresa Catering Service La Sorpresa	76
Cuadro A.2. Calculo de la estimación del consumo del horno de la empresa La Sorpresa .	77
Cuadro A.3.Consumo de eléctrico empresa El Fogón.....	89
Cuadro A.4. Consumo de gas LPG de la empresa El Fogón.....	90
Cuadro A.5.Consumo de combustible de la empresa El Fogón.	91
Cuadro A.6. Porcentaje correspondiente a energía de los costos de los productos de la empresa El Fogón	92
Cuadro A.7.Producción promedio de la empresa El Fogón	92
Cuadro A.8. Índices energéticos globales de la empresa El Fogón.....	94
Cuadro A.9.Cantidad de litros consumidos de gas LPG por horas trabajadas y unidades producidas de la empresa El Fogón.....	94
Cuadro A.10.Consumo de gasolina de la empresa La Flor.	98
Cuadro A.11.Datos históricos de producción de la empresa La Flor	99
Cuadro A.12. Resultado de los índices energéticos de la empresa La Flor.....	100
Cuadro A.13. Consumo energético promedio de la empresa La Chinita.	104
Cuadro A.14. Índices de consumo energético de la empresa La Chinita con respecto a los servicios vendidos.	105
Cuadro A.15. Productos realizados en horno 1 y horno 2, empresa Machu Picchu.....	111
Cuadro A.16. Mediciones del consumo energético de los equipos de la empresa Machu Picchu	114
Cuadro A.17. Horas de uso de los equipos de la empresa Machu Picchu.....	114
Cuadro A.18. kWh consumidos por los equipos de la empresa Machu Picchu	115
Cuadro A.19. Costo energético de los productos elaborados por la empresa Machu Picchu	117

Cuadro A.20. Consumo energético al sustituir el uso del horno 2, empresa Machu Picchu	119
Cuadro A.21. Consumo energético en el precalentado de los hornos de la empresa Machu Picchu	120
Cuadro A.22. Consumo de energía de la empresa El Quequito por queque terminado	124
Cuadro A. 23. Factores de emisión de gases de efecto invernadero y potencial de calentamiento global.....	128
Cuadro A.24. Cuadro resumen del cálculo de toneladas equivalentes de CO ₂	129

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.Distribución del consumo de electricidad por sector año 2011. Tomado de Dirección Sectorial de Energía (2012)	22
Figura 2.2.Distribución del consumo de derivados de petróleo por sector año 2011. Tomado de	22
Figura 2.3.Porcentaje de las empresas MiPYMES según provincia. Tomado de Observatorio Nacional de PYMES (2008)	25
Figura 3.1. Diagrama de flujo de la metodología utilizada en la investigación	34
Figura A.1. Gráfico del consumo histórico de la empresa El Bizcochito.	80
Figura A.2. Gráfico de los colones pagados por concepto de mora de la empresa El Bizcochito.....	81
Figura A.3.Fotografía de ambos hornos de la empresa el Bizcochito	82
Figura A.4. Fotografía del congelador utilizado por la empresa El Bizcochito	83
Figura A.5.Fotografías de la instalación eléctrica de la empresa el Bizcochito	85
Figura A.6.Fotografía del horno y la cocina de leña utilizados en la empresa El Fogón	88
Figura A 7.Equipos utilizados en la producción de la empresa Conservas la Flor	97
Figura A.8. Gráfico de la producción de la empresa La Flor.	99
Figura A.9. Gráfico del consumo eléctrico en kWh de la empresa La Chinita	103
Figura A.10. Gráfico del consumo eléctrico en kWh de la empresa La Chinita	103
Figura A.11. Operaciones unitarias en la elaboración de postres fríos de la empresa Machu Picchu	108
Figura A.12. Fotografía del equipo utilizado en el pre-enfriamiento de la empresa Machu Picchu	109
Figura A.13.Equipo utilizado para batido, empresa Machu Picchu	110
Figura A.14. Equipos utilizados para horneado, empresa Machu Picchu	110
Figura A.15. Cámaras de refrigeración de la empresa Machu Picchu	111

Figura 9.16. Gráfico del consumo kWh histórico de la empresa Machu Picchu	112
Figura A.17. Gráfico del registro histórico del recargo por mora de la empresa Machu Picchu	113
Figura A.18. Gráfico de la distribución del consumo eléctrico de la empresa Machu Picchu	116
Figura A.19. Gráfico de la distribución del consumo energético de la empresa "El Quequito"	125

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	15
ABSTRACT	16
1 INTRODUCCIÓN	17
1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	18
1.1.1 Objetivo general	18
1.1.2 Objetivos específicos	18
2 MARCO DE REFERENCIA	19
2.1 MARCO CONTEXTUAL.....	19
2.1.1 Situación de energía en Costa Rica	19
2.1.2 Uso de energía en Costa Rica.....	21
2.1.3 El sector PYME en Costa Rica.....	23
2.2 MARCO CONCEPTUAL	26
2.2.1 Energía.....	26
2.2.2 Eficiencia energética y conservación de la energía	26
2.2.3 Uso racional y eficiente de la energía.....	27
2.2.4 Auditorías energéticas	27
2.2.5 Conceptos utilizados en el análisis de consumo de energía	28
2.2.6 Normas internacionales	29
2.2.7 Administración de la energía.....	30
2.2.8 Oportunidades de conservación de energía	30
2.2.9 Indicadores Energéticos.....	31
2.2.10 Cambio climático.....	32
3 MATERIALES Y MÉTODOS	34

3.1	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	35
3.2	DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LAS EMPRESAS 35	
3.2.1	Muestra	35
3.2.2	Descripción instrumental	36
3.2.3	Variables del estudio	37
3.3	DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA GUÍA DE USO EFICIENTE DE ENERGÍA	37
3.4	CUANTIFICACIÓN DE LAS TONELADAS EQUIVALENTES DE CO ₂ EMITIDAS POR CONCEPTO DE ENERGÍA DE LAS EMPRESAS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO	38
4	RESULTADOS Y ANÁLISIS	38
4.1	SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL DE LAS EMPRESAS ANALIZADAS	39
4.1.1	Visitas de campo	39
4.1.2	Aplicación de los cuestionarios	40
4.2	DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA GUÍA DE USO EFICIENTE DE ENERGÍA	43
4.2.1	Auditorías energéticas: implementación y evaluación de la guía de uso eficiente de energía.....	43
4.3	CUANTIFICACIÓN DE TONELADAS DE CO ₂	51
5	PROPUESTA DE GUÍA PARA EL USO EFICIENTE DE ENERGÍA EN EMPRESAS MIPYMES DEL SECTOR ALIMENTICIO	55
5.1	INTRODUCCIÓN	55
5.2	OBJETIVOS DE LA GUÍA	56
5.2.1	Objetivo General.....	56
5.2.2	Objetivos específicos	56

5.3	USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA	56
5.3.1	Energía consumida	57
5.3.2	Cálculo de los índices ligados a la producción.....	63
5.3.3	Cálculo del índice de crecimiento del consumo energético	64
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
7	Bibliografía.....	69
	APÉNDICES	74
	APÉNDICE 1: AUDITORÍAS ENERGÉTICAS.....	75
	APÉNDICE 1.1: AUDITORÍA A LA EMPRESA: CATERING SERVICE LA SORPRESA.....	76
	APÉNDICE 1.2: AUDITORÍA A LA EMPRESA EL BIZCOCHITO	79
	APÉNDICE 1.3: AUDITORÍA A LA EMPRESA EL FOGÓN	87
	APÉNDICE 1.4: AUDITORÍA A LA EMPRESA LA FLOR.....	96
	APÉNDICE 1.5: AUDITORÍA A LA EMPRESA CATERING SERVICE “LA CHINITA”.....	102
	APÉNDICE 1.6: AUDITORÍA A LA EMPRESA REPOSTERÍA MACHU PICCHU	107
	APÉNDICE 1.7: AUDITORÍA A LA EMPRESA REPOSTERÍA “EL QUEQUITO”	123
	APÉNDICE 2: CUANTIFICACIÓN DE TONELADAS DE CO2 DE LAS MIPYMES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO	126
	APÉNDICE 3: RESUMEN DE LAS VISITAS	131
	APÉNDICE 4: CÁLCULO DEL PORCENTAJE CORRESPONDIENTE A ENERGÍA DENTRO DE LOS COSTOS DE LOS PRODUCTOS DE LA EMPRESA EL FOGÓN	133
	APÉNDICE 5: DETALLE DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE ENERGÉTICO LIGADO A LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA EL FOGÓN	135

APÉNDICE 6: DETALLE DEL CÁLCULO DEL COSTO ENERGÉTICO DE LOS PRODUCTOS DE LA EMPRESA MACHU PICCHU	137
APÉNDICE 7: CÁLCULO DEL PORCENTAJE CORRESPONDIENTE A ENERGÍA DENTRO DE LOS COSTOS DE LOS PRODUCTOS DE LA EMPRESA MACHU PICCHU.....	139
APÉNDICE 8: HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	140
APÉNDICE 8.1: CUESTIONARIO APLICADO A LAS EMPRESAS ANALIZADAS	140
APÉNDICE 8.2: HERRAMIENTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN LAS VISITAS DE CAMPO	153
APÉNDICE 8.3: TABLAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	160

RESUMEN

Costa Rica realiza grandes esfuerzos para el fortalecimiento de las empresas MiPyMES; sin embargo ha dejado de lado el tema del uso eficiente de la energía en las mismas. Este estudio piloto aborda esta temática en 7 micro empresas alimenticias (reposterías, catering service, elaboración de conservas) ubicadas en la GAM. Esta investigación contempló visitas de campo y auditorías energéticas cuya finalidad fue determinar la situación actual de las empresas. Se logró el diseño e implementación de una Guía para el Uso Eficiente de la Energía, cuyo objetivo fue incluir a las empresas MiPYMES en el tema de uso eficiente de la energía así como la externalización del costo real de la energía en los costos de los productos. Además se calcularon índices energéticos y se evidenciaron oportunidades de mejora en las empresas, además de la evaluación de OCES en una de las ellas. Se analizó el consumo energético de las empresas donde el 69% del mismo se utiliza en refrigeración y requiere un gasto anual de ₡3 745 278. De igual manera se cuantificó el impacto ambiental del consumo energético en las 7 empresas, por medio de las toneladas equivalentes de CO₂ (19,45 ton CO_{2e} al año) identificando que la empresa que más emite GEI es la que utiliza leña como principal combustible. Además la investigación mostró la falta de conocimiento en aspectos básicos y técnicos de consumo y uso de la energía en empresas participantes; resaltando la importancia de estudios que busquen la mejora en este aspecto.

Palabras Clave: Uso eficiente de energía, OCEs, indicadores energéticos, auditorías energéticas

ABSTRACT

Costa Rica is making a great effort to strengthen the corporate MSMEs. However, it has neglected the efficient use of energy in them. This pilot research examines this issue on seven micro food companies (bakeries, catering service, jam making) which are located in the GAM. This research involved field visits and energy audits whose purpose was to determine the current business situation and to design and implement a Guide for Efficient Use of Energy, sought to involve the MSMEs in the efficient use of energy and the outsourcing the actual cost of the energy in the cost of the products. Besides energy indices were calculated and showed improvement opportunities in the enterprises as well as the evaluation of one of the companies ECOs. Energy consumption of the companies which were analyzed; 69% is used in refrigeration and requires an annual expenditure of ₡ 3 745 278. Similarly, the environmental impact of energy consumption was measured by means of equivalent tons of CO₂ (19, 45 ton CO₂ equivalents per year) identifying the company emits more GHG is using wood as the main fuel. Moreover the research showed the lack of knowledge in basic and technical aspects of consumption and energy use in participating companies; emphasizing the importance of studies attempting to improve in this aspect.

Keywords: Efficient energy use, ECOs, energy indicators, energy audits.

1 INTRODUCCIÓN

La energía es considerada como el motor de cualquier economía en todos los sectores; por lo tanto, se convierte en un aspecto importante en el desarrollo y gestión de planes y estrategias que conduzcan hacia un desarrollo sostenible (Aderemi, Ilori, Aderemi, & Akinbami, 2009).

Los gobiernos de países emergentes como Costa Rica invierten grandes cantidades de dinero en proyectos de generación eléctrica, por lo es importante integrar a todos los sectores de la población en esfuerzos de uso racional del recurso energético.

Uno de los sectores económicos más importantes en Costa Rica son las Micro, Pequeñas y Medianas empresas (MiPYMES) pues representan un 95% de las empresas privadas del país (Quesada, Quesada, Jara, & Arias, 2013); motivo por el cual el Gobierno de la República ha incentivado el crecimiento de las mismas. En el año 2002 se promulgó la ley de Fortalecimiento de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 2002), que tiene como objetivo impulsar el desarrollo productivo de este segmento empresarial, además en el 2010 la Administración Chinchilla Miranda elaboró una Política Pública de Apoyo a las PYMES (Ministerio de Economía Industria y Comercio, 2010), la cual tiene como objetivo general: “Fortalecer la competitividad de las PYMES costarricense”.

Sin embargo en materia de uso racional de energía, no se han realizado esfuerzos que incluyan a las MiPYMES pues Costa Rica posee la Ley No.7447. Regulación del Uso Racional de la Energía y su respectivo Reglamento (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 1994); sin embargo esta ley está orientada especialmente a altos consumidores de energía que en su mayoría corresponden a empresas grandes, dejando al margen a las empresas MiPyMES.

Dentro del alcance de este proyecto de investigación está evidenciar la situación energética actual de las empresas analizadas, así como presentar una herramienta que permita involucrar a las empresas MiPYMES en la temática de uso eficiente de la energía y permita cuantificarlo de manera efectiva y real. Además se presentan aspectos que pueden

dar pie a estudios futuros que busquen el fortalecimiento del aspecto energético a nivel empresarial.

El consumo de energía es un aspecto primordial en el tema de cambio climático pues es considerado como uno de los aspectos más significativos en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2002). Como respuesta a esto Costa Rica cuenta con una Estrategia Nacional de Cambio Climático (Ministerio de Ambiente Energía, 2009) en la que se plantea una disminución de las emisiones de toneladas equivalentes de CO₂ y uno de los sectores de intervención prioritaria es el sector energético.

La presente investigación además de los aspectos mencionados anteriormente se cuantifica las toneladas equivalentes de CO₂ que las empresas analizadas emiten por concepto de energía, evidenciando el posible impacto que estas empresas tienen en las emisiones de GEI a nivel nacional.

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1.1 Objetivo general

- Diseñar e implementar una guía dirigida al uso eficiente de energía en siete empresas MiPyMES del sector de alimenticio.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la situación energética actual de siete MiPyMES.
- Analizar el consumo energético para fomentar el uso eficiente de energía.
- Evaluar el impacto ambiental del uso de la energía en las empresas analizadas por medio de toneladas de CO₂ equivalentes.

2 MARCO DE REFERENCIA

Los temas tratados en este proyecto requieren la existencia de una base teórica y técnica la cual ubica al lector en el contexto que en el desarrolla el mismo, así como dar las herramientas teóricas para el entendimiento de los contenidos del proyecto.

Este capítulo pretende responder eso: presentar una visión general del contexto que aborda la situación energética nacional e internacional así como del contexto general que rodean a las empresas MiPyMES de Costa Rica.

Este capítulo se divide en dos secciones: Marco Contextual el cual aborda temas como la generación eléctrica y el uso de la energía así como el tópico relacionado con las empresas MiPyMES en Costa Rica. Y el Marco Conceptual en el que se mencionan aspectos como: la energía, la eficiencia energética, auditorías energéticas, uso racional de la energía, las normas internacionales relacionadas con el uso eficiente de la energía, la administración energética, oportunidades de conservación de energía, indicadores energéticos y el cambio climático.

2.1 MARCO CONTEXTUAL

2.1.1 Situación energética

América Latina y el Caribe presentó una tasa de crecimiento en el consumo de energía del 4% desde 1990 a 2010 (García, Garcés, & Atiaja, 2012); donde los combustibles fósiles son la fuente predominante (OEA, 2009).

Contrario a lo reportado en la región la producción de energía eléctrica en Costa Rica se basa en un 93% de fuentes renovables: recursos hidroeléctricos, geotérmicos¹ y eólicos (Dirección Sectorial de Energía, 2012). Estas se ven directamente afectadas por los cambios climáticos (variaciones de la precipitación pluvial, cambios en los caudales de ríos, cambios de la intensidad y dirección de los vientos) que generan una variación importante en la producción energética. Este escenario lleva a las instituciones encargadas a generar energía eléctrica con combustibles fósiles.

¹Este tipo de energía no se considera en sentido estricto, una energía renovable, pues la tierra se comporta más como un sistema de almacenamiento de energía térmica que como productor de la misma (González, 2009).

Sin embargo según el último Informe del Estado de la Nación (Programa Estado de la Nación, 2013), Costa Rica enfrenta problemas que dificultan un uso energético seguro y sostenible dentro de las causas se encuentra la postergación de inversiones estratégicas, los fenómenos asociados al cambio climático y, en el caso de los hidrocarburos, los conflictos geopolíticos y posibles escaladas de precios, tanto del crudo como de sus derivados, así como cortes de suministro.

La energía producida a partir de diesel y búnker creció en un 51% en el primer cuatrimestre del 2013 con respecto al mismo período del 2012 (Agüero, 2013). La dependencia total de los mercados internacionales del petróleo coloca a Costa Rica en una situación de alta vulnerabilidad. Al ser un país “tomador de precios”, no se tiene control sobre las cotizaciones internacionales del petróleo y sus derivados, lo que afecta directamente en el costo de la energía local (De la Torre, 2010), esto afectando a todos los sectores de la economía costarricense.

Además, este uso de hidrocarburos para la generación eléctrica, aleja al país de la meta de ser carbono neutral para el 2021 (Ministerio de Ambiente y Energía, 2009) ; pues esta pretende la reducción de emisiones de gases de distintos sectores, donde uno de los sectores de intervención prioritaria es el energético.

Asimismo; el esfuerzo económico realizado por las empresas encargadas del sector energético del país para satisfacer la demanda nacional es alto, los proyectos de generación de energía requieren costos elevados. Por ejemplo un proyecto hidroeléctrico requiere un tiempo de recuperación de treinta años o más (Instituto Costarricense de Electricidad, 2012). Además el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) invirtió una cifra de 62.300 millones de colones en la compra de combustible para la generación de electricidad en el 2012 (Torres, 2013). Esta situación refleja que “el kilowatt-hora ahorrado siempre será más rentable que el kilowatt-hora producido” (Muñoz, 2007) lo que evidencia la necesidad del uso adecuado de la energía para garantizar los intereses del país.

El impulsar medidas de uso racional y eficiencia energética así como cambios tecnológicos conlleva impactos positivos en la calidad de vida, prosperidad y bienestar de toda la población (De la Torre, 2010).

Según un estudio realizado por la Fundación Red de Energía (BUN-CA) en pequeñas y medianas empresas a nivel centroamericano se determinó que estas podrían ahorrar hasta 17,5% en el pago de energía eléctrica, si se aplican buenas prácticas de uso de energía (Contreras, 2013).

Así mismo (Carrillo-Rojas, Andrade-Rodas, Barragán-Escandón, & Astudillo-Alemán, 2014) indican que el sector alimenticio puede lograr ahorros de energía hasta de un 14% mediante la optimización de la facturación energética; además AlQdah (2013) demostró que el ahorro de energía debe ser considerado como un factor importante para aumentar la ganancia y competitividad dentro del sector cárnico.

En Costa Rica varias instituciones Gubernamentales del sector energía han trabajado en el tema de conservación de la energía eléctrica y su más grande logro fue la creación de la Ley 7447. Regulación del Uso Racional de la Energía; ley que esperaba consolidar la participación del Estado en la promoción y la ejecución gradual del “Programa De Uso Racional de la Energía”, donde consumidores altos de energía estaban en la obligación de contar con planes de conservación de la misma (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 1994).

2.1.2 Uso de energía en Costa Rica

Según el balance de energía del año 2011 elaborado por la Dirección Sectorial de Energía (Dirección Sectorial de Energía, 2012) el sector industrial consume un 21% la electricidad generada en el país y un 11,5% de los derivados de petróleo totales a nivel nacional en las Figura 2.1 y

Figura 2.2 se muestran estos porcentajes; además se evidencia como los sectores de mayor consumo energético son el residencial, comercial y servicios.

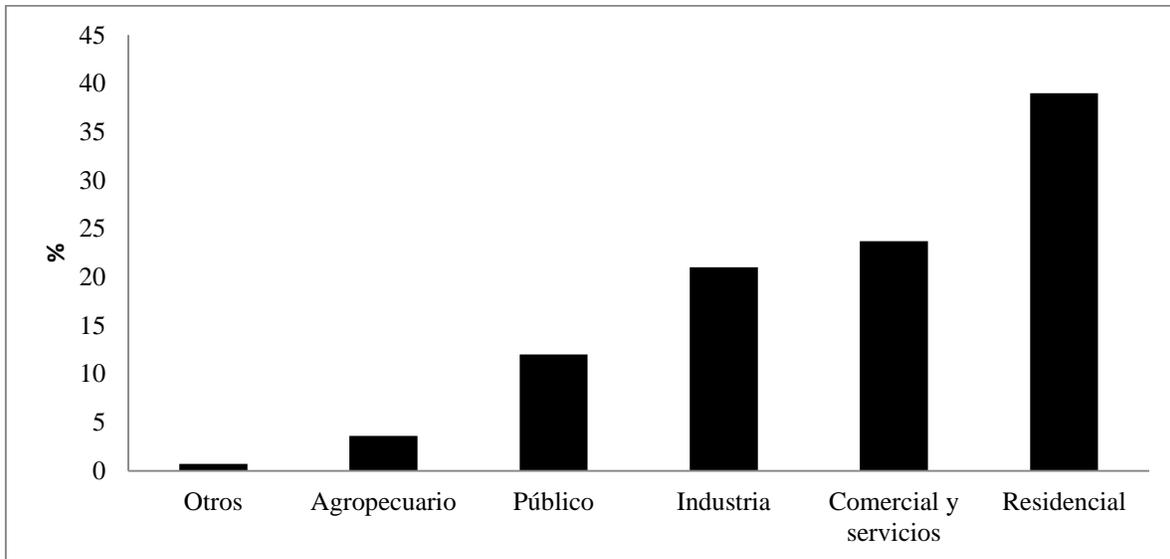


Figura 2.1. Distribución del consumo de electricidad por sector año 2011. Tomado de Dirección Sectorial de Energía (2012)

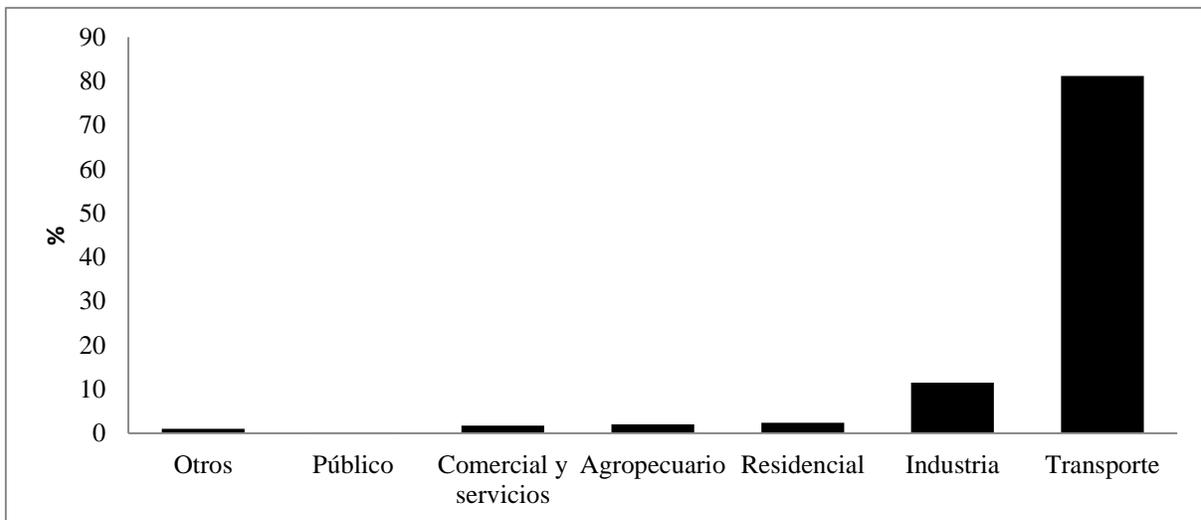


Figura 2.2. Distribución del consumo de derivados de petróleo por sector año 2011. Tomado de Dirección Sectorial de Energía (2012)

Dentro del porcentaje del sector industrial la producción de alimentos tiene un gran peso pues es el responsable por el 57,1% del consumo industrial (Dirección Sectorial de Energía, 2012) motivo por el cual el presente estudio está enfocado en empresas del sector alimenticio.

2.1.3 El sector PYME en Costa Rica

El Ministerio de Economía, Industria y Comercio clasifica a las empresas privadas PYMES según el número de personas que emplean, se considera microempresa a la que emplea de una a cinco personas, pequeña la que emplea de 6 a 30 personas y mediana la que emplea de 31 a 100 personas (Observatorio Nacional de PYMES, 2008).

En Costa Rica este sector presenta una amplia importancia social y económica, pues como se mencionó anteriormente corresponde con un 95% de las empresas privadas del país; equivalente aproximadamente unas 48 981 empresas, y genera el 46% del empleo en el sector privado; es importante mencionar que el sector industrial representa el 11% (5 388 aproximadamente) del total de estas empresas (Quesada et al., 2013).

Además el 67% de la industria alimentaria de Costa Rica son empresas PYMES con menos de 10 empleados (como las 7 empresas analizadas en el presente estudio), es importante mencionar que este sector ocupa un 35% del empleo del sector industrial; lo que representa un 4,2% del empleo total del país; además en años recientes este sector contribuye aproximadamente un 20% del PIB industrial (Hidalgo, Herrera, López, & Velásquez, 2009).

En la Figura 2.3 se detalla sobre la composición de la industria alimenticia en Costa Rica, se observa como los subsectores conservas y panificación poseen un 4% y un 7% correspondientemente. En la presente investigación 5 de las empresas participantes pertenecen a estos subsectores.

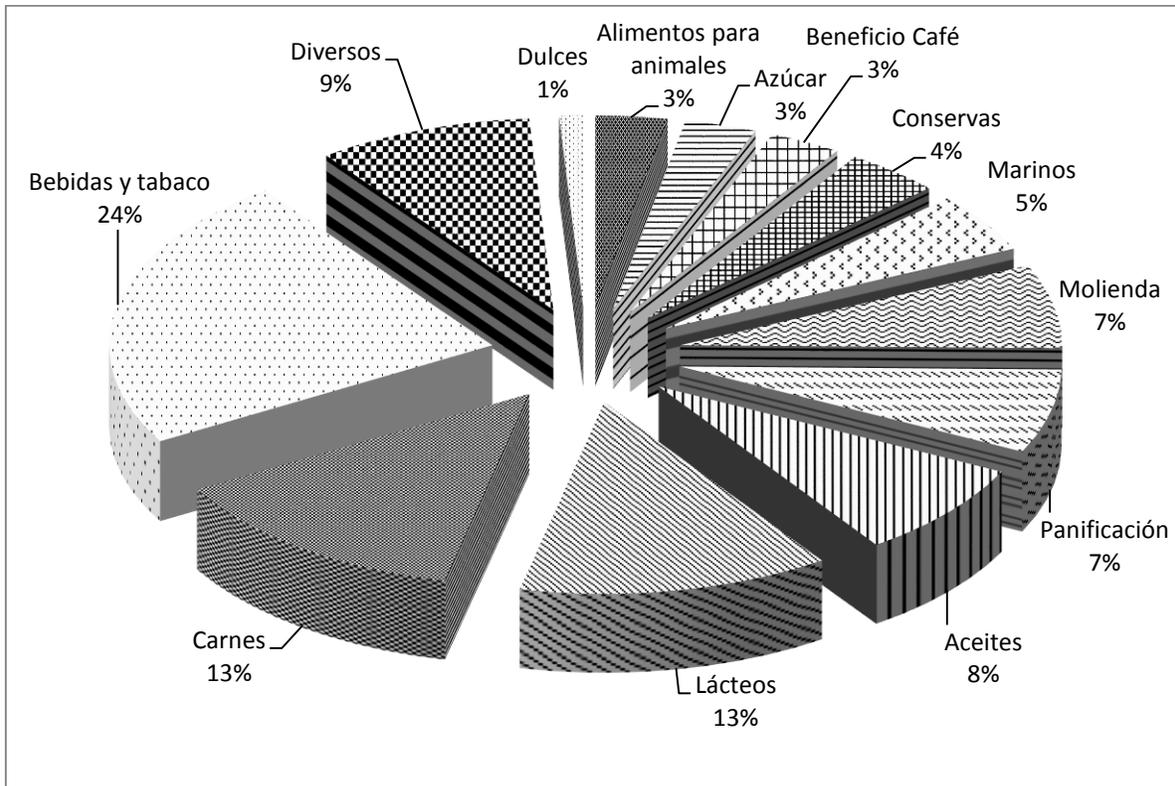


Figura 2.3 Porcentaje de los subsectores de la industria alimenticia de Costa Rica. Tomado de Hidalgo, Herrera, López, & Velásquez (2009)

En la Figura 2.4 se muestra la distribución de las empresas PYMES en el país, en la cual se observa que la provincia de San José posee la mayor cantidad de empresas, seguida por Alajuela y Cartago, aspecto por el cual se trabajó con empresas ubicadas en la GAM.

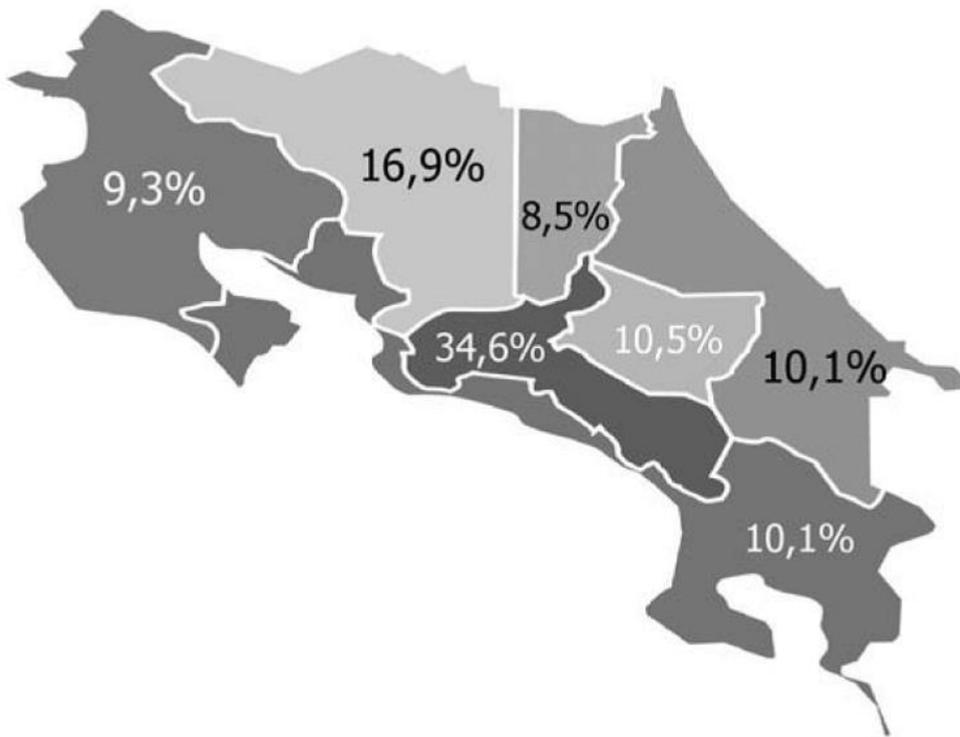


Figura 2.4. Porcentaje de las empresas MiPYMES según provincia. Tomado de Observatorio Nacional de PYMES (2008)

La Política Pública de Fomento a las PYME y al Emprendedurismo (Ministerio de Economía Industria y Comercio, 2010) tiene como uno de sus objetivos específicos “Involucrar el componente PYME como parte de la estrategia de mejora en la competitividad de Costa Rica y como uno de los receptores primordiales de las acciones que se desarrollen en este campo”. Objetivo que liga al país a estar comprometido con este sector productivo.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Energía

A pesar de las distintas definiciones de energía, cuando se discuten temas de conservación y eficiencia, la mayoría de expertos en el tema están de acuerdo en que se aborda el tema de conservación en aspectos económicos, ambientales y técnicos (Coad, 1982).

Físicamente, la energía se define como la capacidad para hacer el trabajo; aunque la energía no puede ser creada ni destruida, según la termodinámica clásica, su capacidad para hacer el trabajo puede ser degradado y destruido debido a la irreversibilidad del sistema (Oyedepo, 2012). La unidad fundamental de la energía es el Joule (Hayt, Kemmerly, & Durbin, 2007) además es importante mencionar que la energía eléctrica consumida se cuantifica en kWh (Hayt et al., 2007)

En las sociedades actuales el uso de energía es de vital importancia; la mayor cantidad de energía a nivel mundial se produce por la combustión de combustibles fósiles cuyas reservas son limitadas y afectan de manera negativa al ambiente. Para el año 2009 el consumo de energía primaria en el mundo equivalió a más de 10 000 millones de toneladas de petróleo por año, dando aproximadamente 1 976 litros de petróleo por habitante y por año (González, 2009).

2.2.2 Eficiencia energética y conservación de la energía

Las acciones de eficiencia energética son medidas altamente recomendadas por ser de bajo impacto ambiental y en muchos casos de bajo costo, además que admiten resultados de corto, mediano y largo plazo (Fundación Bariloche & Universidad de São Paulo, 2013).

La conservación de la energía y la eficiencia energética se relacionan pero se debe tener claro que se trata de dos conceptos distintos. La conservación de energía se obtiene cuando se reduce el consumo de energía debido a malos hábitos (disminución de desperdicios). Mientras que la eficiencia energética se logra cuando se reduce el consumo de energía en la elaboración de las mismas unidades productivas (consumo de energía por

unidad de producto) o cuando el consumo de energía es reducido sin afectar la cantidad producida o los niveles de confort que el sistema produce (Chanto, 2010).

2.2.3 Uso racional y eficiente de la energía

El uso racional se define como: “La utilización de la energía por parte de los consumidores, en la forma más racional, para conseguir objetivos económicos, teniendo en cuenta los condicionamientos sociales, políticos, financieros, ambientales, etc” (Ministerio de Ambiente y Energía, 1994). Este tema es relacionado con el ahorro, conservación y uso eficiente de la energía, la disminución de la demanda energética sin un deterioro en el desarrollo económico, social y ambiental de la sociedad que va dirigido a todos los sectores del país (Dirección Sectorial de Energía, 2006).

2.2.4 Auditorías energéticas

Auditoría energética se puede definir como el proceso para evaluar la energía utilizada en las empresas para la identificación de oportunidades de reducción del consumo energético, existen tres tipos de auditorías las cuales dependen de la profundidad del estudio (Thumann & Younger, 2008):

Nivel 1: “Recorrido hacia la auditoría”, este nombre implica un recorrido por la planta para facilitar la inspección visual de la energía utilizada en los sistemas, típicamente incluye la evaluación de los datos de consumo de energía, así como el análisis de cantidades y patrones que a su vez se suelen comparar con datos promedios de industrias similares. Además se estima el potencial de ahorro y se provee una lista de oportunidades de ahorro de bajo costo económico a través de mejoras operacionales y de mantenimiento.

Nivel 2: “Auditoría estándar”, esta auditoría conlleva la cantidad de energía utilizada y las pérdidas que se pueden presentar en los procesos, profundiza más en los detalles de las inspecciones así como en el análisis de equipos y en las características operacionales. Este análisis incluye mediciones in-situ para comprobar la eficiencia de los sistemas. Los cálculos de ingeniería de este tipo de auditorías son utilizados para analizar las eficiencias y los posibles ahorros económicos, además se incluye el análisis económico de la rentabilidad de las medidas de conservación recomendadas.

Nivel 3: "Simulación por computadora", este nivel de auditoría incluye más detalles en el uso de energía, este se logra con un software de simulación, el auditor desarrolla una simulación computacional de los sistemas de la planta considerando variables y predicciones en el uso de energía. La meta del auditor es crear una línea base para la comparación del uso de energía a través del tiempo. Una vez realizada la línea base el auditor puede hacer cambios en las eficiencias de los sistemas así como posibles cambios en el uso y tipo de equipos.

2.2.5 Conceptos utilizados en el análisis de consumo de energía

Se deben conocer conceptos básicos utilizados para la cuantificación de la energía a menudo se trata de determinar corrientes, voltajes o potencias específicas por lo que es de vital importancia el conocimiento de estos términos.

2.2.5.1 Carga

Para el análisis de circuitos eléctricos se debe de considerar la conservación de la carga (flujo de electrones en el cableado) (Hayt et al., 2007). La unidad fundamental de la carga es el Coulomb (C) y esta se suele representar por medio de Q.

2.2.5.2 Corriente

Este concepto es fundamental pues al movilizar una carga de un punto a otro se necesita la transferencia de energía. La carga en movimiento representa una corriente; esta se simboliza con una I y la unidad de medida es el Ampere (A) lo que es igual a un Coulomb por segundo (C/s).

2.2.5.3 Tensión

La tensión entre un par de terminales es una medida del trabajo que se requiere para mover la carga a través de un elemento, la unidad de tensión es el volt (V) y un volt es equivalente a un Joule por Coulomb (J/C).

2.2.5.4 Potencia

Si un Joule de energía se gasta al transferir un coulomb de carga a través del dispositivo en un segundo, la tasa de transferencia de energía es un watt (W); la potencia

adsorbida debe ser proporcional al número de Coulomb transferidos por segundo (corriente) y a la energía necesaria para transferir un coulomb a través del elemento (tensión). De modo que potencia es el producto de ambos:

$$P = V \times I \quad (1)$$

2.2.6 Normas internacionales

En la actualidad existen normas internacionales relacionadas con la administración y gestión de energía entre las que se pueden mencionar la ISO 50 001 (Organización Internacional de Normalización, 2011) y la norma China GB/T23331-2009: “Gestión de Sistemas de Energía” (National Standard of the People’s Republic of China, 2009)

La Norma ISO 50 001:2011, tiene como propósito facilitar a las organizaciones los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía. Además, la implementación de esta Norma Internacional conduce a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados; así como de los costos de la energía a través de una gestión sistemática de la energía. La Norma GB/T23331-2009 brinda a las organizaciones métodos y guías sobre la forma que se puede implantar un Sistema de Gestión Energética (National Standard of the People’s Republic of China, 2009).

Ambas normas especifican los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn), el cual permite a la organización desarrollar e implementar una política energética, así como establecer objetivos, metas y planes de acción que consideren los requisitos legales y toda la información relacionada con el uso de la energía. Además; el mismo permite a la organización alcanzar los compromisos establecidos para mejorar su desempeño energético (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2011).

La implementación del SGEn consiste en una serie de medidas para optimizar el uso de la energía y minimizar el consumo; como consecuencia permite disminuir la emisión de gases contaminantes y de efecto invernadero (Instituto de la Construcción de Chile, 2012).

2.2.7 Administración de la energía

Esta tiene como objetivo lograr la máxima reducción de los consumos energéticos, con la tecnología de producción actual de la compañía y posteriormente realizar los cambios a tecnologías eficientes en la medida de que estos sean rentables de acuerdo a las expectativas financieras de la empresa (Chanto, 2010). En algunos casos la administración o gerencia del recurso energético, se basa en el monitoreo de los cambios en la tarifa mensual pertinente al consumo de energía, a controlar la variación del índice de consumo (consumo por unidad de producción) en el tiempo, a observar las oportunidades de cambios tecnológicos que puedan conducir a una disminución en el consumo energético, a detectar problemas de mantenimiento del equipo lo que conlleva a extender la vida útil de los equipos (Martínez, 2007).

2.2.8 Oportunidades de conservación de energía

En el proceso de búsqueda del ahorro de energía la identificación y análisis de oportunidades de conservación de energía (OCEs) es de vital importancia, pues estas son las acciones que potencialmente llevan a este ahorro. Estas involucran actividades sencillas como el apagado de iluminación, hasta la inclusión de nuevas tecnologías en el proceso productivo (Martínez, 2007).

Para la detección de OCEs se realiza un balance de energía de la empresa estudiada y se enlistan las oportunidades detectadas, luego se evalúan de la siguiente manera (Thumann & Younger, 2008) :

- Se calcula el ahorro energético posible por cada acción identificada.
- Se deben proyectar futuros costos energéticos y calcular ahorro económico anual.
- Se evalúan los méritos de la inversión del proyecto utilizando mediciones tales como la tasa de retorno, etc.
- Se asigna la prioridad de las acciones.
- Se seleccionan las acciones adecuadas y se solicita la autorización para proceder.
- Se implementan las acciones autorizadas.

2.2.9 Indicadores Energéticos

Un indicador se define como la medida cuantitativa o cualitativa que permite identificar cambios en el tiempo y cuyo propósito es determinar el funcionamiento de un sistema, dando una alerta sobre la existencia de un problema y permitiendo tomar medidas para solucionarlo (Rojas, 2012) por lo que puede ser un parámetro para medir eficiencia.

Para el análisis energético existen distintos indicadores que se pueden utilizar. A continuación se presentan tres de los más comunes y que además fueron usados en el presente proyecto:

2.2.9.1 Tasa de crecimiento del consumo de energía

Es el porcentaje de variación entre un periodo que se considera como inicial y el anterior, puede ser puntual, cuando se comparan dos periodos o puede ser promedio cuando se comparan varios periodos.

$$T_{ce} = \left| \frac{V_i - V_f}{V_f} \right| \times 100 \quad (2)$$

T_{ce} = Tasa de crecimiento en el consumo de energía

V_i = Valor del consumo de energía en el periodo i (consumo más antiguo)

V_f = Valor del consumo de energía en el periodo f (consumo actual)

2.2.9.2 Valor porcentual de la energía en los costos del producto

Es un índice que representa el peso que tiene el costo de la energía en la empresa con respecto a los costos totales.

$$\%CEn = \frac{Cen}{C_T} * 100 \quad (3)$$

$\%CEn$

= Valor porcentual del consumo de energía con respecto a los costos totales

Cen = Consumo de energía en colones

C_T = Costos Totales

2.2.9.3 Índice energético con respecto a la producción

Es el indicador que relaciona el consumo de energía con la cantidad de unidades producidas.

$$IE = \frac{C_{en}}{P_a} + m \quad (4)$$

IE = Índice energético con respecto a la producción

C_{en} = Consumo energético promedio mensual

P_a = Producción promedio mensual

m

= pendiente de la recta del gráfico consumo energético vs producción mensual

2.2.10 Cambio climático

A lo largo del último siglo las temperaturas globales en la superficie del planeta han aumentado; lo que a su vez se relaciona con el aumento de la frecuencia de ciertos fenómenos climáticos extremos, el retroceso en la extensión de la nieve o los glaciares y el aumento del nivel del mar, siendo estas consecuencias de los cambios en el sistema climático global (IPCC, 2002).

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático define el cambio climático como la variación del estado del clima, identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos (IPCC, 2007).

Este cambio en el sistema climático global se ve relacionado con la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) que se emiten en la actualidad, por ejemplo las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO₂) se han incrementado un 31% desde 1750, y aproximadamente tres cuartas partes de las emisiones de CO₂ antropogénicas que han producido en los últimos 20 años se deben a la quema de combustibles fósiles (Gómez et al., 2006) los cuales se utilizan en gran parte para la generación de energía eléctrica.

Según Linares (2009) el ahorro y la eficiencia energética constituyen un elemento fundamental para la mejora del medio ambiente, en especial en lo que se refiere al calentamiento global.

Este aumento en la emisión de GEI ha derivado el establecimiento de diferentes normas y estímulos nacionales (políticas como la “Carbono-Neutralidad (Programa Estado de la Nación, 2013)) cuyo objetivo es la disminución de emisiones de estos gases. Además las instituciones y empresas privadas han implementado metodologías para el cálculo de las toneladas emitidas, para esta finalidad una de las más utilizadas es la propuesta en el Green House Gas Protocol Initiative (GHG PI).

Esta metodología fue implementada en el 2001 mediante la publicación del Estándar Corporativo y es una iniciativa del World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). El GHG PI brinda un marco metodológico para la determinación de herramientas de cálculo de emisiones de GEI (Castro & Rodríguez, 2013).

Jacobsen (2008) menciona que en el sector alimenticio la mayor parte de las emisiones de GEI se dependen de los insumos energéticos utilizados; esta investigación contabilizó las cantidad de toneladas equivalentes de CO₂ emitidas sólo por concepto de energía (aspectos considerados en las auditorías), coincidiendo con lo mencionado por Amani & Schiefer (2012) y Jacobsen (2008); para esta cuantificación utilizó la metodología propuesta por el GHG PI.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se abordan las actividades realizadas para la obtención de los hallazgos más significativos del estudio; se profundiza en la determinación de la situación energética actual de las empresas, el en diseño, implementación y evaluación de la guía de uso eficiente de energía además de la cuantificación de las toneladas equivalentes de CO₂ emitidas por concepto de energía en las empresas participantes del estudio, la metodología utilizada para estos aspectos se muestra en la Figura 3.1 la cual ejemplifica de manera general el proceso realizado para llevar a cabo la investigación desde el planteamiento de los objetivos hasta la elaboración de la guía y la cuantificación de toneladas de CO₂ equivalentes en las MiPYMES analizadas.

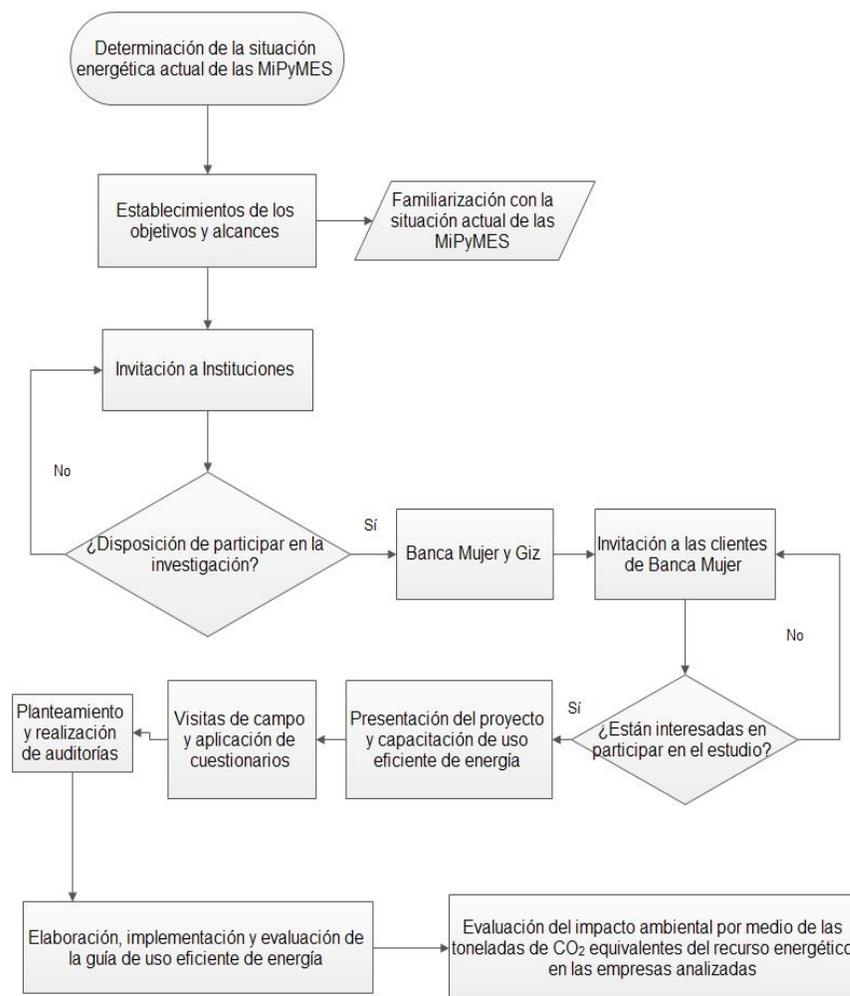


Figura 3.1. Diagrama de flujo de la metodología utilizada en la investigación

3.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El enfoque de esta investigación es mixto, pues implica un proceso de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en el estudio. Este brinda una perspectiva integral del fenómeno en estudio, en este caso el consumo de energía en las empresas MiPyMES (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006).

3.2 DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LAS EMPRESAS

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron visitas y entrevistas a instituciones que trabajan con PYMES en Costa Rica y que fomentan el uso eficiente de la energía; además se realizó una invitación a participar en la presente investigación a: la Cámara de Industrias de Costa Rica (CICR), el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), el Programa 4 E de la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ), la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), el Banco Nacional de Costa Rica a los programas: Banca de Desarrollo y Banca Mujer, la Cámara de Industria de Cartago, la Cámara de Industria Alimenticia (CACIA), la Cámara de Comerciantes y Detallistas Afines, el Centro Nacional de Producción más Limpia, el Parque de PYMES la Libertad, JASEC, Bancrédito, el Ministerio de Economía y Comercio.

Esa invitación se realizó con el fin de obtener la participación de estas instituciones y contar con el respaldo de las mismas en la determinación de las empresas participantes así como al trabajar con empresas PYMES así de generar un impacto significativo a las empresas; sin embargo sólo respondieron a la invitación Banca Mujer y GIZ.

3.2.1 Muestra

La muestra que se analizó fue un grupo de clientas del Banco Nacional, siete empresas del Programa Banca Mujer. La escogencia de las mismas estuvo a cargo del banco; mismo que realizó una invitación a quince empresas, que reciben algún tipo de seguimiento por parte del banco (participan constantemente de capacitaciones de diversas temáticas). A esta invitación respondieron siete microempresas que están ubicadas en diferentes lugares de el gran área metropolitana, en el Cuadro 3.1 se muestra el nombre de las empresas así como su ubicación y actividad principal.

Cuadro 3.1. Nombre, ubicación y actividad de las empresas participantes en el estudio.

	Empresa	Lugar	Actividad
1	El Bizcochito	Oreamuno de Cartago	Bizcochería
2	El Fogón	Tablón de Cartago	Elaboración de tortillas y comida criolla
3	Caterig Service La Chinita	Cantón central de Cartago	Servicio de comidas
4	Eventos La Sorpresa	Tibás	Servicio de comidas
5	Repostería El Quequito	Patalillo de Coronado	Elaboración de queque para eventos
6	Conservas La Flor	Los Jardines de Moravia	Elaboración de conservas, encurtidos y mermeladas
7	Repostería Machu Picchu	Moravia	Elaboración de postres fríos

3.2.2 Descripción instrumental

Para poder identificar la situación energética actual de las empresas se diseñaron dos cuestionarios que fueron aplicados en visitas de campo en las siete empresas analizadas; se realizaron entre una y cuatro visitas por empresa.

Un cuestionario estaba dirigido a las encargadas de las empresas y otro para la investigadora como bitácora de visita de campo, estos tenían como objetivo la recolección de información relacionada al recurso energético y dar una guía para la identificación de OCEs. El trabajo de campo se puede observar en el APÉNDICE 8: HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Para el diseño de los cuestionarios se realizó una investigación literaria donde se utilizaron documentos de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), así como el Protocolo Internacional de Medición y Verificación (IPMV) elaborado por el Departamento de Energía de Estados Unidos además de otros documentos como tesis de licenciatura y guías de ahorro de energía elaboradas por universidades en países como México y España.

Estos cuestionarios sirvieron de base para el análisis de la situación energética actual de las empresas; sin embargo no recopilamos toda la información necesaria por lo que

se diseñaron dos herramientas nuevas para la recolección de datos las cuales se adjuntan en el APÉNDICE 8.3: TABLAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. Estas tablas recopilaban la cantidad de producto elaborado en las empresas de manera diaria y semanal así como los tiempos de uso de los equipos; datos importantes a la hora de calcular los índices energéticos.

3.2.3 Variables del estudio

Dentro del proceso de ejecución de este proyecto se establecieron las siguientes variables:

- Actividad a la que la empresa se dedica, pues en función de esto se encuentran los equipos disponibles y el consumo y tipo de energía utilizada.
- El tipo de tarifa eléctrica; algunas de estas micro empresas están ubicadas en las propias casas de las empresarias; otras poseen un local aparte, por lo que el tipo de tarifa eléctrica con la que trabaja es determinante ya que la energía tiene diferente costo.
- Los volúmenes y tiempos de producción son factores imprescindibles para en el cálculo de la energía utilizada.
- Los indicadores de consumo energético de las empresas (tasa de crecimiento energético, valor porcentual de la energía, índice energético).
- La disponibilidad de la propietaria para colaborar en la recolección de datos para el análisis del uso de energía.

3.3 DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA GUÍA DE USO EFICIENTE DE ENERGÍA

Para el diseño de esta guía se tomaron en cuenta observaciones de las visitas de campo así como los insumos necesarios para realizar las auditorías energéticas. Estas últimas evidenciaron la importancia de incluir el costo energético dentro de los costos operativos de la empresa y como resultado trasladar este costo al producto final.

Como se mencionó anteriormente la necesidad de información para las auditorías fue la base para el diseño de la guía y el llevar a cabo la auditoría fue el modo de evaluar la misma. Además estas evidenciaron aspectos más profundos de la situación energética de

cada empresa, se calcularon los índices energéticos y el porcentaje correspondiente a energía dentro de los costos de los productos; evidenciando así la importancia del recurso energético en el desarrollo de la empresa.

Es importante resaltar que estas auditorías se realizaron haciendo una combinación entre las auditorías de I y II nivel mencionadas en el marco teórico.

3.4 CUANTIFICACIÓN DE LAS TONELADAS EQUIVALENTES DE CO₂ EMITIDAS POR CONCEPTO DE ENERGÍA DE LAS EMPRESAS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO

Las toneladas equivalentes de CO₂ se cuantificaron considerando solamente el consumo energético registrado por las auditorías energéticas. Para este cálculo se consideraron los factores de emisión del Instituto Meteorológico de Costa Rica (Instituto Meteorológico de Costa Rica, 2013). Además se tomó de base la metodología del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (Ranganathan, Murphy, Eaton, & McMahon, 2006) en el APÉNDICE 2: CUANTIFICACIÓN DE TONELADAS DE CO₂ DE LAS MIPYMES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO, se adjunta el detalle de la metodología y resultados.

Esta cuantificación se realizó para evaluar el impacto ambiental del uso de la energía en las empresas analizadas por medio de toneladas de CO₂ equivalentes esto con la finalidad de evidenciar la importancia del uso eficiente de la energía en términos ambientales; se calculó la cantidad emitida por cada empresa así como por combustible utilizado.

4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Este capítulo presenta los resultados que responden a los objetivos planteados en esta investigación abordando aspectos que evidencian la situación energética actual de las MiPyMES analizadas; así como los resultados del análisis del consumo energético de las mismas. Además se presentan los resultados obtenidos en la implementación de la guía para uso eficiente de energía mostrada en el Capítulo 5.

4.1 SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL DE LAS EMPRESAS ANALIZADAS

Al realizar las entrevistas a las personas de las instituciones que trabajan con PYMES se evidenció que el tema energético no es una prioridad para estas empresas por lo que es necesario incentivar proyectos que busquen el uso eficiente de la energía; así como profundizar estudios que incentiven la cultura de monitoreo y control, pues las buenas prácticas energéticas pueden mejorar el consumo de energía en PyMEs (Carrillo-Rojas et al., 2014).

Como se menciona en el MATERIALES Y MÉTODOS se invitaron varias instituciones a participar en este estudio sin embargo sólo el Banco Nacional y la Agencia de Cooperación Alemana mostraron interés.

4.1.1 Visitas de campo

Se realizaron entre una y cuatro las visitas de campo a las siete empresas, las cuales evidenciaron que las empresarias participantes del estudio son muy hábiles e inteligentes en el manejo de sus empresas y todas tienen la ambición de seguir aprendiendo y estudiando (actualmente la mayoría se encuentran en algún proceso académico) esto se presenta como una oportunidad de incluir el tema de ahorro y eficiencia energética en estos procesos.

La totalidad de las empresas cuenta con una cantidad menor de 10 colaboradores lo que las clasifica como micro empresas. De ellas tres funcionan dentro de la casa de habitación de la encargada y las otras cuatro poseen un local destinado para la actividad productiva (aunque se encuentre anexo a la casa).

Se evidenciaron instalaciones poco aptas para su funcionamiento pues se observaron problemas con las instalaciones eléctricas, dos de ellas contaban con una instalación considerada como peligrosa lo que podría ocasionar un incendio.

Una de las empresas presenta una conexión ilegal a la empresa generadora, práctica que se realiza para la subsistencia de la empresa; esto evidencia la importancia que las empresas cuantifiquen el consumo energético y lo externalicen dentro de los costos del producto además resalta la importancia de apoyar a las empresas MiPyMES en el uso eficiente de la energía para que eviten la necesidad de llevar a cabo esta práctica.

Las encargadas desconocen sobre aspectos técnicos que les facilite la escogencia de local que cumpla con las condiciones energéticas que las empresas demandan. Así es el caso de la empresa Machu Picchu que se encuentra en un local donde su instalación eléctrica no tiene la capacidad para suministrar la energía que se necesita para el funcionamiento de dos hornos simultáneamente, lo que retrasa el proceso productivo.

4.1.2 Aplicación de los cuestionarios

Al aplicar los cuestionarios (APÉNDICE 8: HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN) se evidenció que las empresas no poseen un control de los procesos, tampoco cuentan con un registro de sus compras, ventas e ingresos; además todas las encargadas coincidían en que no cuentan con un salario fijo que remunere el esfuerzo que estas realizan en sus empresas. Sólo la empresa La Flor cuenta con un registro diario de la producción, las empresas: La Sorpresa, La Chinita y El Quequito llevan un registro porque trabajan por pedidos y las empresas: El Bizcochito, Machu Picchu y El Fogón no llevaban un control de lo producido.

Debido a esta falta de conocimiento se dificultó la aplicación de estas herramientas; sin embargo en el Cuadro 4.1 se muestra la información que se logró recopilar:

Cuadro 4.1. Sección I del cuestionario: Datos generales de las empresas analizadas

Nombre de la empresa	Catering Service La Sorpresa	El Bizcochito	El Fogón	La Flor	Catering Service La Chinita	Repostería Machu Picchu	Repostería El Quequito
Actividad principal	Servicio de comidas para eventos	Bizcochos y panes	Bizcochos y panes	Conservas	Servicio de comidas para eventos	Postres fríos	Repostería y queques
Cantidad de colaboradores	3	6	6	1	6	3	1
¿Exporta sus productos?	Ninguna						
Jornada de trabajo	Dependen de la cantidad de trabajo que tengan						

El Cuadro 4.1 evidencia lo mencionado antes; las empresas se clasifican como micro empresas, además se presenta las actividades principales de las empresas analizadas; variable a tomar en cuenta en el desarrollo de la investigación.

Cuadro 4.2. Respuestas a la sección II del cuestionario: Administración de la energía

Pregunta	Respuesta	Cantidad de empresas
¿Cuál es la compañía que le venda el servicio de energía eléctrica?	ICE	1
	JASEC	3
	CNFL	3
¿Posee la empresa alguna política de conservación de energía?	Sí	1
	No	6
¿Posee la empresa algún registro permanente del consumo de energía que permita analizar su evolución y compararlo con el control de la producción?	Sí	4
	No	3
¿Conoce los beneficios de las buenas prácticas de consumo de energía?	Sí	7
	No	0
¿Usted cree que estas prácticas le traerían beneficios directos a su empresa?	Sí	7
	No	0

En el Cuadro 4.2 se presentan datos relacionados con la administración de energía; la pregunta 2 aborda el tema de la existencia de una política de conservación de energía en la empresa; una de las empresas respondió que sí; sin embargo, la política no está establecida

de manera formal. La pregunta referente al registro del consumo de energía, la mayoría respondió afirmativamente; sin embargo cuando se solicitó este registro ninguna empresa lo tenía, solamente archivaban los recibos para enviárselos al contador.

La totalidad de las empresas analizadas conocían los beneficios de las buenas prácticas en el uso de energía y creían que estas llevarían beneficios directos a sus empresas; es importante mencionar que estas recibieron una capacitación introductoria en el inicio de la investigación para facilitar la introducción en el tema.

Para completar las secciones III, IV y V del cuestionario: datos de consumo energético en el proceso de producción, usos de energía y energía térmica las empresas no contaban con los datos necesarios, por lo que se diseñaron herramientas para la recopilación de esta información la cual profundiza en los resultados de las auditorías.

La sección IV del cuestionario se refirió a aspectos ambientales, en el Cuadro 4.3 se muestran los resultados.

Cuadro 4.3. Sección VI del cuestionario: Aspectos ambientales

Pregunta	Respuesta	Cantidad de empresas
1. ¿Su empresa realiza un conteo de las emisiones de CO2 anuales?	Sí	
	No	2
	No sé lo que son Ton de CO2	5
2. Le parece este un aspecto importante para la promoción de la empresa?	Sí	
	No	2
	No sé	5
3. ¿A su empresa le parece importante contar con alguna certificación sobre sostenibilidad ambiental?	Sí	7
	No	
4. ¿Cree que la empresa posee oportunidades de un potencial de energía en sus procesos?	Sí	7
	No	
5. ¿Cree que es importante realizar campañas de ahorro de energía?	Sí	7
	No	
6. ¿Estaría a favor de utilizar ER en su empresa?	Sí	5
	No	1
	No sé qué es ER	1
7. ¿Está interesada en recibir más capacitaciones?	Sí	7
	No	

La pregunta 1 del Cuadro 4.3 evidencia que el conteo de toneladas equivalentes de CO₂ no es un aspecto prioritario en las empresas y que la mayoría desconocen a lo que se refiere. Sin embargo todas las empresas consideran importante alguna certificación de

sostenibilidad empresarial. Además todas las encargadas creen que sus empresas poseen potencial de ahorro de energía en sus procesos; además, todas están interesadas a continuar capacitándose en el tema de ahorro de energía y sostenibilidad empresarial.

Estos resultados generales brindan una perspectiva general de la situación energética global de las empresas lo que estableció las bases para las auditorías energéticas.

4.2 DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA GUÍA DE USO EFICIENTE DE ENERGÍA

Como se mencionó en el Capítulo 3, para el diseño de la guía de uso eficiente de energía se utilizaron observaciones de las visitas de campo, resultados de la aplicación de los cuestionarios y la necesidad de información para las auditorías energéticas.

A continuación se presentan los principales resultados de las auditorías energéticas realizadas a las siete empresas así como se presentan los resultados obtenidos al implementar la guía propuesta.

4.2.1 Auditorías energéticas: implementación y evaluación de la guía de uso eficiente de energía

En esta sección se muestran los resultados más importantes de las auditorías en cada empresa analizada; sin embargo, cada una de ellas se detalla con mayor profundidad en la sección de Apéndices.

Es de vital importancia mencionar que entre las siete empresas analizadas existen diferencias significativas en cuanto al tipo y cantidad de energía utilizada, así como el tipo de equipos que estas utilizan (debido a que se dedican a actividades distintas) (ver Cuadro 4.4). Como se observa en dicho cuadro los tipos de energía más utilizados son: el gas LPG (71%), la electricidad (86%) y la gasolina (29%) utilizada en el transporte de los productos, motivo por el cual la guía propuesta se basa prioritariamente a estos aspectos.

Cuadro 4.4. Resumen de las fuentes de energía y principales equipos de las empresas analizadas

Empresa	Fuente de energía utilizada	Principales equipos
La Sorpresa	Gas LPG y electricidad	Horno eléctrico y cocina de gas
Bizcochito	Gas LPG y electricidad	Hornos eléctricos y plantilla de gas
El Fogón	Leña, gas LPG, gasolina, electricidad	Horno de leña, plantilla de gas y vehículo
La Flor	Gas LPG y gasolina	Plantilla de gas y vehículo
Machu Pichu	Electricidad	Hornos eléctricos
La Chinita	Gas LPG y electricidad	Plantilla de gas, vehículo, horno eléctrico
El Quequito	Electricidad	Horno eléctrico

Es importante recalcar que una de las empresas presenta una conexión ilegal, motivo que imposibilitó realizar la auditoría de manera completa, únicamente se calculó la cantidad de energía consumida por el equipo conectado de esta manera (la conexión se hizo aproximadamente hace un año) y el monto que se ha debido pagar, esto con la finalidad que la empresaria conozca el monto de la deuda con la compañía generadora de electricidad. La cantidad de energía consumida por el equipo ha sido de aproximadamente 1 160 kWh y ₡ 232 350 por año.

Con la auditoría de la empresa el Bizcochito hubo problemas pues la encargada de la empresa no colaboró con el registro de los tiempos de uso de los equipos, tampoco con el registro de la producción, motivo por el que solamente se analizaron los pocos recibos eléctricos con los que se contaba. La propietaria y administradora es la encargada de todo lo referente a la empresa y es probable que no contara con tiempo para llevar estos registros, actitud que evidencia la poca importancia que se le da a este tema; razón por la que se obvian muchas de las oportunidades de mejora.

En las otras empresas (El Fogón, La Flor, Catering Servise la Chinita, Repostería Machu Picchu y Repostería El Quequito) sí se realizó un análisis más completo, considerando siempre las diferencias de cada empresa.

La guía propuesta en el Capítulo 5 pretende involucrar a las empresas MiPyMES en el uso eficiente de la energía; sin embargo, primero se debe cuantificar este recurso y

determinar el impacto en el funcionamiento de las empresas, por lo que los análisis realizados a las empresas fueron enfocados a esto.

El 86% de las empresas analizadas no cuentan con un registro histórico del consumo energético ni con datos de producción; por lo que es posible que a nivel nacional unas 4 634 empresas MiPYMES del sector industrial no cuenten con este registro.

De igual manera Aderemi et al. (2009) concluye que la mayoría de las empresas analizadas en ese estudio, presentaban bases de datos productivas inconsistentes; aspecto que puede contribuir a un uso ineficiente de energía debido al desconocimiento de la energía requerida para la producción. Así mismo el efecto de ahorro cuantitativo de una medida de conservación no se logra conocer exactamente por las empresas debido a la vigilancia y medición es insuficiente; incluso en los casos en que el ahorro es importante y relevante para rentabilidad de la empresa (Kelly Kissock & Eger, 2008).

En el Cuadro 4.5 se presentan los consumos energéticos anuales (considerando las limitantes de la información) de las empresas analizadas; este aspecto se debe registrar dentro de sus gastos anuales.

Cuadro 4.5. Resumen de los consumos energéticos anuales de las empresas

Empresa	Consumo anual			
	kWh	Litros de gasolina	Litros de Gas GLP	kg Leña
La Sorpresa	1.680			
Bizcochito	25.906			
El Fogón	104	451	267	10.800
La Flor			258	
Machu Picchu	15.372			
Catering Service La Chinita	5.080		10.908	
El Quequito	3.067			
Total	51.209	451	11.433	10.800

Estos consumos son equivalentes a 309 620 571 kJ/año y llevan consigo un gasto de \$3 745 278 al año, valor no despreciable en el desarrollo de una empresa MiPYME.

En el Cuadro 4.6 se muestran los resultados de las auditorías energéticas de las empresas El Fogón y La Flor.

La empresa El Fogón se dedica a la elaboración de tortillas con queso, chorreadas y demás productos de la cocina costarricense que son vendidos en una feria del agricultor (ver el APÉNDICE 1.3: AUDITORÍA A LA EMPRESA EL FOGÓN), sus consumos energéticos anuales son: 104 kWh de energía eléctrica, 267 litros de gas LPG, 451 litros de gasolina y 24 m³ de leña (aproximadamente 10 800 kg/año); en el Cuadro 4.6 se muestra la cantidad de colones gastados por la empresa por estos conceptos. El porcentaje invertido en energía por producto varía desde un 8,40% a 40,30%, esto se debe al tiempo de uso de los equipos y al tipo de equipo utilizado en la elaboración de los productos.

La empresa La Flor está dedicada a la elaboración de mermeladas, jaleas, encurtidos de manera artesanal actividades para las cuales consume aproximadamente 258 litros de gas LPG al año (ver Cuadro 4.6), para esta auditoría sólo se consideró esta fuente de energía pues es la más utilizada; además en el momento que se realizó esta investigación la empresa estaba trasladándose a una nueva sede lo que dificultaba el registro de consumos de energía eléctrica. El cálculo del índice energético relacionado con la producción se analizó con la producción de octubre del 2013 a abril del 2014.

Ambas empresas utilizan el vehículo propio para la distribución de sus productos lo que evidenció la importancia de conocer el rendimiento del mismo, la empresa El Fogón posee un carro más eficiente pues consume menos combustible por kilómetro recorrido.

No se logró calcular el índice energético: Tasa de crecimiento del consumo de energía para ninguna de las dos empresas pues no contaban con un registro histórico de la energía consumida a través del tiempo; además dada la diversidad de productos y la irregularidad del proceso productivo de la empresa La Flor se dificultó el cálculo del porcentaje de energía dentro de los costos y valor porcentual de la energía.

Cuadro 4.6. Resultados de las auditorías energéticas empresas el Fogón y La Flor

Nombre de la empresa	Gasto anual (C/ año)				Porcentaje de energía dentro de los costos	Tasa de crecimiento del consumo de energía	Indicadores energéticos		
	Electricidad	Gas LPG	Gasolina	Leña			Valor porcentual de la energía	Relación energía consumida con la producción	Rendimiento del vehículo (l/km)
El Fogón	7 369	107 155	326 216	216 000	Varía desde 8,4% a 40,3% (según el producto, observar el Cuadro A. I. 6)	-	14,3%	72 227 kJ/unidad producida lo que es aproximadamente C\$31 /unidad producida (ver el Cuadro A. I. 8).	0,26
La Flor	-	103 572	-	-	-	-	-	Gas LPG: 0,03 l/unidad producida y 0,8 l/ hora trabajada 0,86 /unidad producida aproximadamente C\$345 por unidad	0,30

En el Cuadro 4.7 se presentan los resultados de las auditorías realizadas a las empresas La Chinita, Machu Picchu y El Quequito. Las actividades principales de estas empresas son: Catering Service, Elaboración de Repostería Fría (leche asada, tres leches, etc) y la Elaboración de Queques para Eventos; respectivamente.

La empresa La Chinita consume aproximadamente 5 080 kWh/año de energía eléctrica (según facturación histórica) y 193 litros de gas LPG/año; la empresa Machu Picchu 15 372 kWh/año y la empresa El Quequito 3062 kWh/año; el gasto relacionado a estos consumos se muestra en el Cuadro 4.7. Además para las tres empresas se calculó el costo promedio por kWh consumido, donde la empresa Machu Picchu presenta el costo mayor por kW consumido, la razón puede ser que la tarifa de esta empresa es tarifa comercial no residencial como las otras dos empresas.

Al analizar el consumo de la empresa Machu Picchu se observó que en promedio la empresa paga por mes ¢4 425 por morosidad (presentó cargo por mora en 7 de 9 meses analizados), aspecto que evidencia una oportunidad de mejora y que es de vital importancia externalizar el costo de energía al producto.

Además se evaluaron dos OCEs que se identificaron: la sustitución del uso del horno 2 por el horno 1, lo que generaría un ahorro de 207 kWh por año, equivalente a ¢29 493; y el cambio de precalentar el horno en temperatura alto por bajo, esto generaría un ahorro anual de 157 kWh aproximadamente ¢22 393. Es importante mencionar que para implementación de estas OCEs no se requiere hacer ninguna inversión.

Dada la naturaleza de esta empresa El Quequito se calculó el requerimiento de energía por cada unidad producida asumiendo que las horas totales de elaboración son 10h (dato consultado con la encargada); no obstante dado que el tiempo de decoración no es el mismo para todos los productos, se calculó el requerimiento utilizado por hora sólo por concepto de decoración (contemplando el consumo de: la iluminación, el televisor y refrigeración). La empresa requiere 17,04 kWh por unidad producida lo que equivalente aproximadamente a ¢1 837 además como requerimiento extra 0,68 kW por hora, equivalente a ¢73 por cada hora dedicada a la decoración.

Cuadro 4.7. Resultados de las auditorías energéticas empresas La Chinita, Machu Picchu y el Quequito

Nombre de la empresa	Gasto anual (€/ año)				Indicadores energéticos			
	Electricidad	Gas LPG	Gasolina	Leña	Porcentaje de energía dentro de los costos	Tasa de crecimiento del consumo de energía	Valor porcentual de energía	Relación energía consumida con la producción
La Chinita	391 318 (€77 por kWh consumido)	77 679	-	-	-	-	-	13,2 kWh/servicio y 0,5 litros de gas LPG/ servicio; lo que es aproximadamente €1 221 por servicio y 47 639 kJ por servicio
Macuhu Picchu	2 185 284 (€142 por kWh consumido)	-	-	-	8,7%	11,7%	8,6%	0,17 kWh por unidad producida, aproximadamente €25 lo que se traduce en 612 kJ por cada unidad
Quequito	330 686 (€108 por kWh consumido)	-	-	-	-	-	-	17 kWh por unidad producida, aproximadamente €1 837 0,7 kW por hora de decoración unos €74

En general, dos de las MiPyMES analizadas (Machu Picchu y Quequito) utilizan un 69% de la energía en iluminación y refrigeración, 22% en hornos y 7,5% en otros como televisores y cocina y 1 % en equipos como batidoras y licuadoras. Estos porcentajes en el uso de la energía son diferentes que los presentados en la Encuesta de Consumo Energético Nacional en el Sector Industrial (2002) realizada por la Dirección Sectorial de Energía (Dirección Sectorial de Energía, 2002); pues en esta el 36% se utiliza en la generación de calor, el 6% en iluminación y refrigeración, esta diferencia se puede deber a que las empresas analizadas elaboran sus productos de manera artesanal.

Es importante mencionar que otros estudios demuestran las PYMES del sector cárnico consumen más electricidad en los sistemas de refrigeración (AIQdah, 2013) en semejanza de las empresas analizadas en el presente estudio.

Sin embargo según el último Estado de la Nación (Programa Estado de la Nación, 2013) el mayor uso de la energía en el sector residencial corresponde a la refrigeración, dato similar al resultado de esta investigación, aspecto que se podría comparar ya las empresas se encuentran en la casa de habitación de la propietaria o anexa a la misma y los productos se elaboran de manera artesanal con equipos utilizados semejantes (o iguales) a los usados en viviendas.

Estos porcentajes de uso de energía implican que a la hora de buscar mejoras en equipos y procesos se debe de considerar primero el aspecto de iluminación y refrigeración; este alto porcentaje se debe a las horas de uso de los mismos; por ejemplo las cámaras de refrigeración se mantienen encendidas 24 horas durante todos los días de la semana.

4.3 CUANTIFICACIÓN DE TONELADAS DE CO₂

Como se menciona en el capítulo de MATERIALES Y MÉTODOS esta cuantificación se realizó para evaluar el impacto ambiental del uso de la energía en las empresas analizadas por medio de toneladas de CO₂ equivalentes.

Las emisiones de CO₂ en el sector alimenticio son primordialmente el resultado de la energía consumida en las diferentes etapas del proceso (Jacobsen, 2008); lo que respalda la importancia ambiental de esta cuantificación en las acciones para el cambio climático. El cálculo realizado se detalla en el APÉNDICE 2: CUANTIFICACIÓN DE TONELADAS DE CO₂ DE LAS MIPYMES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO.

Para el análisis de las toneladas equivalentes de CO₂ se consideraron solamente los consumos energéticos mencionados en las auditorías energéticas; estos se presentan de manera resumida en el Cuadro 4.8 y se utilizaron los factores de emisión del Instituto Meteorológico Nacional (Instituto Meteorológico de Costa Rica, 2013).

Cuadro 4.8. Consumos energéticos anuales de las siete empresas participantes en el estudio

Nombre de la empresa	Consumos			
	Electricidad (kWh)	Gas GLP (l)	Leña ² (kWh generados)	Gasolina (l)
La Sorpresa	1.680	-	-	
Bizcochito	25 906	-	-	
El Fogón	104	267	34.776	451
La Flor	-	258		
Repostería Machu Picchu	15 372	-		
Catering Service La Chinita	5 080	193		
Repostería El Quequito	3 067	-		

En Cuadro 4.9 se muestra el resultado de las toneladas de CO₂ equivalentes emitidos por cada empresa.

² Se realizó la conversión a kWh generados por los 10 800kg de leña, esto según literatura; se calculó considerando la densidad de la leña de pino sugerida por (Francescato et al., 2008) y se aproximó el potencial calórico sugerido por (Granifo, 2009).

La empresa que más emite es El Fogón en la cual la leña es principal combustible (observar también el Cuadro 4.10). El 8,5% de la industria costarricense también utiliza esta como fuente principal de energía (Dirección Sectorial de Energía, 2002), lo que podría representar un impacto ambiental significativo a la hora de tomar acciones para la carbono neutralidad.

Cuadro 4.9. Toneladas de CO₂ equivalentes por empresa.

Empresa	Ton e CO2 anual
La Sorpresa	0,13
Bizcochito	2,00
El Fogón	14,43
La Flor	0,62
Repostería Machu Pichu	1,19
Catering Service La Chinita	0,86
Repostería El Quequito	0,24
Total	19,45

La segunda empresa que más emite es la empresa el Bizcochito, seguida por la Repostería Machu Picchu, ambas empresas utilizan electricidad como principal combustible en sus procesos.

Cuadro 4.10. Toneladas equivalentes de CO₂ emitidos por cada combustible

Fuente de la energía	Ton e CO2 anual
Electricidad	3,95
Gas LPG	1,73
Leña	12,71
Gasolina	1,06
Total	19,45

Las toneladas equivalentes de CO₂ emitidas por las siete empresas son 19,45, sin embargo es importante recalcar que se consideraron solamente los aspectos profundizados en las auditorías energéticas por lo que esta cifra podría aumentar si se elabora un cálculo de la huella de carbono de cada empresa.

En el Cuadro 4.11 se muestran las tasas de emisión de CO₂ equivalentes de las empresas analizadas en kgCO₂/unidad producida de las empresas analizadas (las empresas

La Sorpresa y Bizcochito no se pudieron analizar, por razones explicadas en secciones anteriores.

Cuadro 4.11. Tasas de emisión de CO₂ en kg/ unidad producida de las empresas analizadas

Empresa	kgCO₂/unid prod
La Sorpresa	-
Bizcochito	-
El Fogón	0,36
La Flor	2,07
Repostería Machu Pichu	0,04
Catering Service La Chinita	2,23
Repostería El Quequito	1,31

Se realizó una búsqueda exhaustiva en literatura nacional para comparar estas tasas de emisión con otras de empresas nacionales además se consultó con la Dirección de Cambio Climático del MINAE, sin embargo esto no se obtuvo ningún resultado positivo.

Carrillo-Rojas et al (2014) reporta para dos empresas PYMES panificadores tasas de 0,387 y 1,007 kgCO₂ por unidad producida; dato que similar para las empresas El Fogón, Machu Picchu y El Quequito.

La tasa de emisión de la empresa Bimbo Colombia según Barrios (2014) es de 0,19 kgCO₂ por kg producido, es menor a lo encontrado en esta investigación y lo reportado por Carrillo-Rojas et al (2014), esto se puede deber al tamaño de la empresa; pues esto trae consigo diferencias significativas en la elaboración de los productos.

Promediando las toneladas anuales emitidas por las empresas analizadas (Cuadro 4.9), se obtiene el valor de 2,78 Toneladas equivalentes de CO₂ anuales por empresa; si las 5 288 empresas PYMES del sector industrial presentaran esta misma tasa de emisión, estas emitirían 14 974 Toneladas equivalentes de CO₂ anuales.

Según el último Estado de la Nación las emisiones de GEI que ascendieron a 10 611 769 toneladas equivalentes de CO₂ entre el período 2011 y 2012 (Programa Estado de la Nación, 2013); por lo que las empresas PYMES del sector alimentos podrían ser responsables del 0,14% de estas emisiones.

Sin embargo es importante mencionar que en el Inventario Nacional de GEI (2005) no se menciona el sector alimentos de elaboración de pan, pasteles y bizcochos: “... Debe además tomarse en consideración la variedad de pequeñas empresas en el país que se dedican a la fabricación de estos productos, por lo que es difícil hacer una consideración a nivel nacional de la cantidad total producida...” (Chacón & Montenegro, 2009).

5 PROPUESTA DE GUÍA PARA EL USO EFICIENTE DE ENERGÍA EN EMPRESAS MIPYMES DEL SECTOR ALIMENTICIO

5.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta la Guía para el Uso Eficiente de la Energía elaborada durante el desarrollo del proyecto, esta propuesta explica de una forma sencilla la metodología utilizada para valorizar la energía en el desempeño de empresas MiPyMES.

Al establecer y explicar la metodología presentada se permite la adecuada cuantificación del recurso así como la identificación de la energía consumida por los equipos y procesos; que a su vez pueden estar ligados a opciones de mejora que impacten de manera significativa al desempeño energético de la empresa y que ayuden en la identificación de OCEs en la empresa.

Esta Guía se desarrolla considerando las fuentes de energía que se identificaron durante el proceso de elaboración de auditorías: electricidad, gas LPG, gasolina y biomasa (leña); además se expone la metodología para el cálculo del consumo de energía de los principales equipos de la empresa. Igualmente se explica de manera práctica la manera de calcular los índices energéticos para las empresas y se expone la importancia e impacto que estos pueden tener en la estabilidad económica de la empresa.

5.2 OBJETIVOS DE LA GUÍA

5.2.1 Objetivo General

Diseñar una herramienta que involucre a empresas MiPyMES en el uso eficiente de la energía.

5.2.2 Objetivos específicos

- Diseñar cuadros para que faciliten el cálculo del consumo energético de productos y procesos de la empresa además de incentivar al registro mensual de estos consumos.
- Mostrar la metodología para determinar el impacto real de la energía en los costos de los productos.
- Presentar de manera sencilla la metodología para el cálculo de índices energéticos de las empresas.
- Garantizar el tema a desarrollar mediante la utilización de ejemplos de aplicación.

5.3 USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

La importancia de la implementación del uso eficiente de la energía se puede ligar a la mejora de la productividad en las empresas; la presente guía abarca el análisis de los equipos y procesos de las empresas; haciendo énfasis en el registro de consumos energéticos, así como de las horas de uso de los equipos. Esta práctica puede ayudar a la empresa a:

- Interpretar el consumo de energía
- Costear de una manera efectiva el producto
- Generar indicadores de desempeño que faciliten la evaluación de la eficiencia energética de la empresa así como la detección de anomalías en los procesos.
- Evaluar la adquisición de nuevas tecnologías y equipos.

5.3.1 Energía consumida

5.3.1.1 Electricidad

Se recomienda llevar un registro histórico de facturación donde se registre la cantidad de energía consumida (kWh) como la cantidad invertida; sin embargo muchas veces se desconoce cómo es que las empresas generadoras realizan los cobros del servicio eléctrico. Por esto se presenta el Cuadro 5.1 donde se observan los cobros básicos de realizados por las empresas generadoras de energía.

Cuadro 5.1. Ejemplo de recibo eléctrico

Mes al cobro: mayo 2014	Fecha de vencimiento: junio 2014
Tipo de tarifa	
Consumo eléctrico (kWh)	
Consumo (¢)	
Alumbrado público	
Impuesto de bomberos	
Impuesto de ventas	
Cargo por mora	
Re conexión	
Total	

Conociendo el detalle del los recibos eléctricos se procede a llevar un registro del mismo, este se puede realizarse una carpeta física destinada para archivarlos además se recomienda completar un cuadro como el Cuadro 5.2:

Cuadro 5.2. Registro del consumo eléctrico mensual

Mes	kWh consumidos	¢ invertidos
Enero		
Febrero		
Marzo		
.		
.		
.		

Se debe conocer el costo promedio por kWh consumido por la empresa, cálculo que se debe realizar considerando el promedio de los recibos eléctricos sin considerar el monto por multas. A continuación se muestra el ejemplo de cálculo:

<i>Recibo eléctrico promedio:</i>	
Consumo prom (kWh)	1 281
Consumo prom	151 054,44
Alumbrado público	4 425
Impuesto de bomberos	2 448,89
Impuesto de ventas	19 636, 67
Total (¢)	177 565

$$\text{Valor de kWh} = \frac{\text{¢ } 177\ 565}{1\ 281\ \text{kWh}} = 138,6\ \text{¢/kWh}$$

5.3.1.1.1 Consumo de equipos eléctricos

Es de vital importancia conocer el consumo de los equipos utilizados en los procesos productivos, con el objetivo de evidenciar los de mayor consumo y buscar oportunidades de mejora en su uso. La determinación de este consumo se puede hacer de dos maneras: una teórica con los datos de placas de los equipos (esta están ubicadas generalmente detrás de los mismos) y otra con mediciones; la más recomendada es la segunda, sin embargo lleva

consigo la contratación de un profesional. En esta guía se plantea la primer opción, a continuación se muestra un ejemplo de cálculo:

Cuadro 5.3. Cálculo del consumo eléctrico de los equipos

Equipo	Corriente (A)	Voltaje (V)	Potencia (W) (V*A)
Batidora	7,3	120	843,60
Horno 1			
Alto	20,43	220	4 494,60
Bajo	10,45	220	2 299,00
Dorar	20, 62	220	4 536,40

Cuadro 5.4. Consumo eléctrico de los equipos en kW

Equipo	Potencia (kW)
Batidora	0, 840
Horno 1	
Alto	4,94
Bajo	2,30
Dorar	4,53

Además de los consumos energéticos de los equipos se debe conocer las horas de para poder estimar la cantidad de energía consumida por unidad de tiempo, tal y como se factura las compañías generadoras de electricidad. En el

Cuadro 5.5 se muestra un ejemplo de este cálculo.

Cuadro 5.5. Ejemplo de cálculo para el consumo en colones de los equipos

Equipo	Potencia (kW)	Cantidad de horas trabajadas por el equipo por mes	Colones mensuales
Batidora	0,840	30	3 492,70
Horno 1			
Alto	4,94	45	30 810,78
Bajo	2,30	38	12 113,64
Dorar	4,53	15	9 417,87
Total			55 834,99

Este cálculo puede ser usado al comprar equipo nuevo pues se estiman los kWh que consumirá el equipo nuevo y así para estimar futuros aumentos o ahorros en la facturación eléctrica.

5.3.1.2 Consumo de Gas LPG

Como se dice en el capítulo anterior, consumir gas LPG fue un factor común en las siete empresas analizadas, por lo que fue necesario agregarlo en la guía.

Lo primero que se debe hacer es un registro adecuado del consumo, para lo que se recomienda la elaboración de un cuadro como el siguiente:

Cuadro 5.6. Registro del consumo de gas LPG mensual

Mes	Cilindros	¢ invertidos
Enero		
Febrero		
Marzo		
.		
.		
.		

El completar el Cuadro 5.6 se observa que la unidad utilizada para cuantificar el consumo de gas en esta guía es cilindros, por lo que es necesario hacer la conversión a litros de combustible. En el Cuadro 5.7 se muestran la capacidad y precio de los cilindros que se encuentran en el mercado:

Cuadro 5.7. Capacidad y precio de los cilindros existentes en el mercado

Contenido (litros)	Precio
8, 598	3 477
21, 495	8 691
85, 981	34 766

Precios vigentes del gas LPG por la empresa Zeta Gas Costa Rica al 19/05/2014

En semejanza a lo referente al uso de los equipos eléctricos se debe cuantificar las horas que se utilizan los equipos para poder determinar cuántos litros de combustible se consumen por hora de trabajo del equipo, en el Cuadro 5.8 se muestra un ejemplo de cálculo:

Cuadro 5.8. Cálculo del consumo de gas LPG por horas trabajadas

Equipo	Consumo (litros de gas)	Horas trabajadas	Litros consumidos /horas trabajadas
Plantilla	25	40	0,625

Es recomendable realizar este cálculo en litros por horas trabajadas, ya que el precio del combustible puede variar con el tiempo.

A continuación se presenta el ejemplo de cálculo para esta conversión:

$$0,625 \text{ l/h} \times \frac{\$8\,691}{21,495 \text{ l}} = 252,70 \text{ \$/h}$$

5.3.1.3 Consumo de combustible para transporte

Utilizar un vehículo propio para actividades relacionadas con la empresa es una práctica común en las empresas analizadas lo que refleja la importancia de conocer su rendimiento energético por kilómetro recorrido (l/km).

Para determinar el rendimiento del vehículo se sugiere un procedimiento sencillo, el cual se ejecuta cuando se carga de combustible al vehículo, primero se anotan los kilómetros reportados por el odómetro del vehículo así como los litros y colones reportados por la máquina expendedora de combustible, siguiendo el Cuadro 5.9.

Cuadro 5.9. Registro del consumo de combustible para el transporte

km reportados por el odómetro del vehículo	Litros reportados por la máquina expendedora de combustible	Gasto económico (¢)
Viaje 1		
Viaje 2		
Rendimiento del vehículo		

El precio varía con el tiempo, en el Cuadro 5.10 se muestran los precios actuales de la gasolina.

Cuadro 5.10. Precios de la Gasolina

Producto	Precio / litro total
Gasolina Súper	773
Gasolina Plus 91 (Regular)	752

Precios vigentes de la gasolina al 19/05/2014

5.3.2 Cálculo de los índices ligados a la producción

Como se mencionó en la introducción de esta guía, un aspecto muy importante para el desempeño de las empresas es la cuantificación de la energía relacionándolo con la producción, a continuación se presenta la metodología para el cálculo de este índice.

Para empezar es necesario contar con un registro de las unidades producidas, en el Cuadro 5.11 se presenta un ejemplo de cómo se pueden registrar estos datos.

Cuadro 5.11. Registro de las unidades producidas

Nombre del producto	Mes: Enero				Total
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	
Bizcochos					
Empanadas					
Pasteles					
Total					
	Febrero				Total
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	
Empanadas					
Pasteles					
Total					

Teniendo el promedio de las unidades producidas se puede calcular el consumo energético requerido por cada una:

$$\frac{kWh \text{ consumidos por mes}}{\text{Unidades producidas}} = kWh / \text{unid prod}$$

$$\frac{\text{Litros de gas LPG}}{\text{Unidades producidas}} = l / \text{unid prod}$$

5.3.3 Cálculo del índice de crecimiento del consumo energético

Este cálculo cuantifica de manera porcentual el aumento de consumo de energía, este cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Crecimiento del consumo energético} = \frac{\text{Consumo}_{\text{inicial}}}{\text{Consumo}_{\text{final}}} \times 100$$

Se recomienda hacer este cálculo a inicios y finales del año, para cuantificar cuánto crece el consumo al pasar del año.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este capítulo presenta las principales conclusiones que surgieron a raíz de este proyecto abarcando los principales resultados obtenidos durante el desarrollo; al mismo tiempo se evidencia el cumplimiento de los objetivos planteados.

Además se en brinda una serie de aspectos que se pueden mejorar en el desarrollo de investigaciones semejantes.

6.1 CONCLUSIONES

Se diseña e implementa una guía enfocada al uso eficiente de energía para empresas MiPyMES del sector de alimenticio utilizando como base de conocimiento las auditorías energéticas realizadas en esta investigación.

Esta investigación abordó una muestra pequeña de empresas, por lo que los resultados podrían ser debatidos y comprobados por investigaciones de mayor alcance, sin embargo se logra presentar una visión general de la situación energética actual de varias empresas MiPYMES de Costa Rica.

La situación energética actual de las empresas que participaron en el estudio es deficiente. Todas poseen gran desconocimiento en aspectos básicos y técnicos de consumo y uso de la energía.

Las empresas analizadas gastan en energía aproximadamente ₡3 745 278 al año, monto que significa una alta suma de dinero, considerando la disponibilidad económica de estas empresas.

El costo de la energía en las empresas estudiadas varía de un 8% a un 40% con respecto a los costos del producto dependiendo de la empresa. Este costo es ignorado en la mayoría de los casos y debe ser incluido en el precio final del producto.

Las empresas estudiadas ignoran en los costos del producto el costo de transporte al entregar el mismo, lo que se debe de internalizar en el precio del producto.

Las MiPyMES analizadas utilizan en mayor porcentaje de energía en iluminación y refrigeración por lo que estos aspectos deben ser prioritarios a la hora de la buscar OCES.

El 86% de las empresas no cuentan con un registro histórico del consumo energético; tampoco de un registro de producción, lo que dificulta la realización de estudios orientados a la mejora del desempeño energético de las mismas; asimismo, obstaculiza el cálculo de los índices energéticos: tasa de crecimiento de consumo de energía, valor porcentual de la energía en los costos de producción, índice energético con respecto a la producción mencionados en el marco teórico. Si se extrapola el porcentaje anterior es posible 4 634 MiPyMES del sector industrial del país no posean registros del consumo energético así como de su producción, por lo que puede que no estén incluyendo el verdadero costo de la energía dentro del valor del producto.

El impacto ambiental correspondiente al uso de energía en las empresas analizadas, mediante el cálculo de toneladas de CO₂ equivalentes dio como resultado 19,45 ton de CO₂ equivalente al año, dato que evidencia la importancia de este sector empresarial en la meta país de alcanzar la carbono neutralidad, pues las empresas MiPyMES pueden estar emitiendo 14 974 ton de CO₂equivalente por año, lo que representaría un 0,14% de lo mencionado en el último informe del Estado de la Nación.

La empresa El Fogón es la que más toneladas equivalentes de CO₂ emite al año y esto se ve relacionado al uso de leña como combustible principal, lo que evidencia que el 8,5% de la industria costarricense puede estar emitiendo una suma considerable de GEI anualmente.

Se identifica la importancia ambiental de cuantificar las emisiones de GEI de las empresas MiPyMES de Costa Rica, para incluir estos datos en las estadísticas nacionales.

Se comprobó que existe carencia de datos sobre consumo energético y emisión de GEI a nivel nacional relacionada para empresas MiPyMES.

Se comprobó que existe carencia de datos sobre consumo energético y emisión de GEI a nivel nacional relacionada para empresas MiPyMES

6.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda al Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) la elaboración de bases de datos con los contactos de empresas PYMES; los cuales estén a disposición de todo público, para facilitar el desarrollo de proyectos que busquen la mejora en la competitividad de las mismas.

Se recomienda a la banca nacional que incorporen la temática de ahorro de energía y gestión ambiental en los cursos y capacitaciones que brindan sus clientes. Así mismo se sugiere establecer una lista de profesionales certificados que brinden asesoría a las MiPyMES en este tema.

Todo cliente de un banco estatal debe pagar por el consumo energético real de su empresa; la banca debe dar asesoría en este tema para evitar que las empresas clientes usen energía sin pagar.

Deben todas las empresas usar como indicador para la mejora continua de sus procesos el consumo de energía por unidad producida.

El banco debe asesorar en compra de equipos para que las empresas adquieran aquellos que promuevan el ahorro de energía (compras verdes); y el arreglo de la instalación eléctrica en todos los casos que en donde es evidente el riesgo por incendio.

Las empresas deben pagar los recibos por consumo de energía a tiempo, con el fin de evitar cobros de morosidad.

Se recomienda la inclusión de estas siete empresas en el proyecto: Caminos hacia la Producción más Limpia a las Américas para darles un seguimiento en su desempeño energético y ambiental. Se podrían plantear nuevos proyectos como por ejemplo la obtención de una certificación ambiental para las empresas. Las categorías podrían ser empresa amigable con el ambiente, empresa sostenible y empresa eco industrial.

Se invita a todas las Escuelas del TEC a protagonizar proyectos de esta naturaleza, sobre todo que apoyen a las empresas MiPyMES pues el Tecnológico de Costa Rica como Universidad Estatal debe de fortalecer a este tipo de empresas.

Se recomienda la creación de un acuerdo entre el TEC y el Banco Nacional el cual busque que las empresas PYMES clientes del banco (Banca de desarrollo y Banca Mujer, por ejemplo) reciban acompañamiento por parte de las Escuelas del TEC (Electromecánica, Administración de Empresas, Producción Industrial, Química, Materiales, etc...)

Se recomienda realizar estudios factibilidad para la implementación de medidas de ahorro energético en las empresas que estaban dispuestos a implementarlas.

Como la malla académica del plan 1800 de Ingeniería Ambiental no aborda ningún curso relacionado con ahorro de energético, se recomienda a los estudiantes de esta malla académica que estén interesados en esta temática cursar cursos relacionados con la temática de uso eficiente de la energía. A la vez se invita a la Carrera de Ingeniería Ambiental a incrementar su participación en proyectos que fomenten la eficiencia energética y el uso eficiente de la energía.

Se recomienda continuar este tipo de estudio incluyendo más empresas y analizando a mayor profundidad los aspectos energéticos de las mismas, perfeccionando la guía propuesta en este proyecto.

Se insta a la MINAE y demás instituciones a incorporar en sus estadísticas sobre emisiones de GEI a las empresas PYMES del país, pues corresponden a la mayoría de las empresas privadas del país.

7 Bibliografía

- Aderemi, A. O., Ilori, M. O., Aderemi, H. ., & Akinbami, J. F. K. (2009). Assessment of electrical energy use efficiency in Nigeria food industry. *African Journal of Food Science*, 3, 206 – 216.
- Agüero, M. (2013, May 21). Prolongado verano dispara la generación eléctrica con búnker. *La Nación*.
- AlQdah, K. S. (2013). Prospects of energy savings in the national meat processing factory. *International Journal of Sustainable Energy*, 32(6), 670–681. doi:10.1080/14786451.2013.790035
- Amani, P., & Schiefer, G. (2012). Data Availability for Carbon Calculators in Measuring GHG Emissions Produced by the Food Sector. *International Journal on Food System Dynamics*, 2(4), 392–407.
- Asamblea Legislativa de Costa Rica. Reglamento para la Regulación del Uso Racional de la Energía Ley 7447 (1994). Costa Rica.
- Asamblea Legislativa de Costa Rica. Ley N° 8262: Fortalecimiento de las Pequeñas y Medianas Empresas (2002). Costa Rica.
- Barrios, A. M. (2014). *Estimación de la Huella de Carbono y Huella Hídrica Corporativa de una Industria Panificadora*. Universidad Militar Nueva Granada. Retrieved from http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11731/1/MEDICI%C3%93N_DE_HUELLA_DE_CARBONO_H%C3%8DDRICA_Y_HUELLA_DE_CARBONO_CORPORATIVA.pdf
- Carrillo-Rojas, G., Andrade-Rodas, J., Barragán-Escandón, A., & Astudillo-Alemán, A. (2014). Impact of electrical energy efficiency programs, case study: Food processing companies in Cuenca, Ecuador Impacto de programas de eficiencia energética eléctrica, estudio de caso: Empresas alimentarias en Cuenca, Ecuador. *DYNA*, 81(184), 41–48.
- Castro, M., & Rodríguez, E. (2013). *Estimación de la Huella de Carbono Corporativa en la Industria de Alimentos de Consumo Masivo Colombiano. Aplicación en la Producción de Jugo de Fruta*. Universidad de ICESI.
- Chacón, A., & Montenegro, J. (2009). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Absorción de Carbono en Costa Rica en el 2000 y 2005* (pp. 1–78). San José.
- Chanto, L. F. (2010). *Manual de la Gestión Energética: Los Programas de Uso Eficiente de la Energía para la Industria y La Auditoría Energética*. San José: Consultores en Ingeniería y Recursos Energéticos, S.A.

- Coad, W. J. (1982). A definition of energy. In *Energy Engineering And Management For Building Systems* (Van Nostra., pp. 47–48).
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. (2006). *Tablas de Conversión de Unidades*. México D.F.
- Compañía Nacional de Fuerza y Luz: Dirección Innovación y Eficiencia Energética. (2013). Folleto informativo: descubra el Gastón. 14 noviembre. Retrieved May 27, 2014, from http://www.cnfl.go.cr/pdf/INNOVACION_Y_EFICIENCIA_ENERGETICA/EFICIENCIA_ENERGETICA_EN_EL_HOGAR/MINI_TEST_DE_CONSUMO/DESCUBRA_AL_MAS_GASTON.pdf
- Contreras, G. (2013). PYMES ahorrarían hasta 17,5% de electricidad si mejoran el consumo. *CR.hoy*. Retrieved March 10, 2013, from <http://www.crhoy.com/pymes-ahorrarian-hasta-175-de-electricidad>
- De la Torre, T. (2010). *Hacia un nuevo modelo energético para nuestro país*. San José.
- Dirección Sectorial de Energía. (2002). *Encuesta de Consumo Energético Nacional en el Sector Industrial 2001/2002*. San José.
- Dirección Sectorial de Energía. (2006). Sistemas de Información Energética Nacional. *Revista Energía*, 50.
- Dirección Sectorial de Energía. (2012). *Balance Energético Nacional de Costa Rica 2011*. San José.
- Energy Management Solutions Inc. (2014). Herramientas de Energía: Equivalencias Energéticas Comunes. Retrieved May 16, 2014, from <http://www.emsenergy.com/herramientas-de-energia/>
- Francescato, V., Antonini, E., & Zuccoli, L. (2008). *Manual de combustibles de madera*. Madrid. Retrieved from http://www.cederprodesse.org/_CederProdesse/documents/COMBUSTIBLES_BTC_Handbook_Espa%C3%B1ol_Completo.pdf
- Fundación Bariloche, & Universidad de São Paulo. (2013). *Energía: Una visión sobre los retos y oportunidades en América Latina*. São Paulo. Retrieved from http://www.caf.com/_custom/static/agenda_energia/assets/caf_agenda_energia_vision.pdf
- García, F., Garcés, P., & Atiaja, R. (2012). *Panorama General del Sector Eléctrico en América Latina y el Caribe*. Quito: OLADE.

- Gómez, D., Watterson, J., Americano, B., Ha, C., Marland, G., Matsika, E., & Nenge, L. (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Energy, Volume 2* (pp. 1–47).
- González, J. (2009). *Energías Renovables* (Reverté., pp. 521–522). Barcelona.
- Granifo, R. (2009). *Recuperación de los residuos de la madera para uso energético en la región metropolitana*. Universidad Andres Bello, Chile.
- Grupo Zeta. (2014). Precios del Gas. *05 abril*. Retrieved May 13, 2014, from <http://www.grupozeta.co.cr/>
- Hayt, W., Kemmerly, J., & Durbin, S. (2007). *Análisis de Circuitos en Ingeniería* (7th ed., pp. 9–17). México D.F: McGraw-Hil Interamericana.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (Mc Graw Hi.). México D.F.
- Hidalgo, A., Herrera, R., López, V., & Velásquez, G. (2009). *El sector de la industria alimentaria de Costa Rica : Una perspectiva desde la Cadena de Valor*. San José.
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2012). *Plan de Expansión de la Generación Eléctrica Período 2012-2024*. San José.
- Instituto de la Construcción de Chile. (2012). *Manual de Gestión de la Energía en Edificios Públicos*. Santiago: Sociedad Impresora R&R Ltda.
- Instituto Meteorológico de Costa Rica. (2013). *Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero*. San José.
- IPCC. (2002). *Principales Conclusiones del Tercer Informe de Evaluación Cambio Climático: Ciencia, Impactos, Adaptación y Mitigación*. Madrid.
- IPCC. (2007). *Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I,II y III del Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri R.K y Reisinger, A (d. Ginebra*.
- Jacobsen, C. (2008). *The Food Carbon Story : A Background Paper on Carbon Accounting Practices for the Food System*.
- Kelly Kissock, J., & Eger, C. (2008). Measuring industrial energy savings. *Applied Energy*, 85(5), 347–361. doi:10.1016/j.apenergy.2007.06.020
- Linares, P. (2009). Eficiencia energética y Medio Ambiente. *Economía Y Medio Ambiente*, 847, 75–92.

- Martínez, A. (2007). *Energy Management*. Honolulu: Atlantic International University.
- Ministerio de Ambiente y Energía. Reglamento para la Regulación del Uso Racional de la Energía. , Pub. L. No. 25584 (1994). Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2009). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. San José.
- Ministerio de Economía Industria y Comercio. (2010). Política Pública de Fomento a las PYME y al Emprededurismo. San José.
- Moya-Roque, R., & Tenorio-Monge, C. (2013). Características de combustibilidad de diez especies de plantaciones de rápido crecimiento en Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 10(506), 26–33.
- Muñoz, B. (2007). *Panorama Energético y la conservación de la energía eléctrica en Costa Rica*. San José.
- National Standard of the People's Republic of China. Energy Management Systems. , Pub. L. No. GB/T23331-2009 (2009). China.
- Observatorio Nacional de PYMES. (2008). *Primer Diagnóstico Nacional de PYMES*. Costa Rica.
- OEA. (2009). *Seguridad Energética para el Desarrollo Sostenible en las Américas*. Washington D.C.
- Organización Internacional de Normalización. ISO 50001: Sistemas de Gestión de la Energía (2011). Costa Rica.
- Oyedepo, S. O. (2012). Energy Efficiency and Conservation Measures: Tools for Sustainable Energy Development in Nigeria. *International Journal of Energy Engineering*, 2(3), 86–98.
- Programa Estado de la Nación. (2013). *Decimonoveno Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible* (pp. 177–228). San José.
- Quesada, G., Quesada, O., Jara, E., & Arias, A. (2013). *ESTADO DE SITUACIÓN DE LAS PYMES EN COSTA RICA 2013*. Costa Rica.
- Ranganathan, J., Murphy, A. J., Eaton, R., & McMahon, M. (2006). *Protocolo Gases de Efecto Invernadero: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte*. México D.F.
- Rojas, C. (2012). *Caracterización del Consumo de Energía y Potencial de Ahorro del Sector Industrial Venezolano*. Universidad Simón Bolívar.

Thumann, A., & Younger, W. (2008). *Handbook of Eenergy Audits* (7th ed.). Lilburn: The Fairmont Press, Inc.

Torres, J. (2013). ICE invirtió 62.300 millones de colones en la compra de combustible para generación eléctrica. *CR.hoy*. Retrieved May 14, 2013, from <http://www.crhoy.com/ice-invirtio-62-300-millones-de-colones-en-la-compra-de-combustible-para-generacion-electrica/>

APÉNDICES

APÉNDICE 1: AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

En esta sección se detallan las auditorías energéticas que se realizaron a las siete empresas participantes del estudio. Además se muestra el impacto económico del uso de la energía en los costos de los productos.

Además se presenta el cálculo de los índices energéticos: tasa de crecimiento del consumo energético, valor porcentual de la energía y el índice ligado a la producción; como se menciona en el marco teórico del presente proyecto, el cálculo de estos índices permite la inclusión del costo de la energía en los costos de los productos así como la manera de cuantificar la eficiencia energética de la empresa en un futuro.

Se presenta una lista de recomendaciones para cada empresa donde se resaltan las oportunidades de mejora que pueden estar ligadas con OCEs.

APENDICE 1.1: AUDITORÍA A LA EMPRESA: CATERING SERVICE LA SORPRESA

Fecha: I semestre, 2014

Descripción de la empresa

Esta micro empresa se dedica al servicio de comidas para eventos, en ella colaboran alrededor de 3 personas. La propietaria es la encargada del área de comida y contratación, a la vez el esposo le colabora muchas veces con la preparación de repostería. Este Catering Service está en proceso de crecimiento y su clientela es relativamente poca por lo que su actividad es más irregular, sin embargo cuando no poseen evento, trabajan vendiendo repostería y otros productos. La empresa está ubicada en Tibás y no cuenta con instalaciones exclusivas, las actividades de cocina se realizan en su casa de habitación.

Situación energética

Esta empresa utiliza energía eléctrica y gas LPG en sus equipos de producción los cuales se muestran en el Cuadro A.1. 1. La empresa es cliente del Instituto Costarricense de electricidad (ICE); dado que las actividades se realizan en la casa de habitación la tarifa eléctrica con la que le cobran el servicio eléctrico es residencial (T-Re).

Cuadro A.1. 1. Equipos de la empresa Catering Service La Sorpresa

Equipo	Tipo de energía
Batidora	
Congelador	
Dos refrigeradoras de 14''	Electricidad
Una cocina de cuadro discos	
Una cocina carreta	
Plancha de cocina	Gas LPG
Horno 1	
Horno 2	Electricidad

En el caso particular de esta empresa no se realizó un estudio completo de su situación energética pues cuando se realizó la primer y única visita se evidenció una irregularidad con la conexión eléctrica del horno 2 (el cual es el que se usa de manera regular, mientras el horno 1 está en des uso); además dada la ubicación de la empresa se decidió no hacer mediciones de consumo eléctrico.

Sin embargo se consultó de manera anónima a la compañía generadora de electricidad la manera en la que se calcula una multa de este tipo para poder estimar el monto que esta empresa podría pagar.

Cuadro A. 1. 2. Calculo de la estimación del consumo del horno de la empresa La Sorpresa

Horno 2	
<i>Consumo anual</i>	
Consumo (kW)	5,83
Horas/semana	6
Consumo por mes	140,04
Consumo por año	1680,48
<i>Cobro(ℳ)</i>	
Primeros 200	16.200,00
kW adicional	216.150,08
Total	232.350,08

El Cuadro A. 1. 2 muestra el resultado del cálculo realizado para estimar la multa a la que la empresa se está exponiendo teniendo esa conexión eléctrica; los datos utilizados fueron: 6h de uso por semana y la conexión tiene un año de haberse hecho. El monto de esta multa puede ser mayor considerando el hecho que el la empresa generadora de electricidad aplique una multa más estricta.

Recomendaciones

- Se observó que la empresa presenta una fortaleza en publicidad y proyección, por lo que se recomienda incorporarse a una incubadora de empresas donde se pueda fortalecer así como solucionar temporalmente la situación de la ubicación, ya que existe la posibilidad de utilizar el inmobiliario de la incubadora y con esto mejorar la imagen de la empresa.
- Se recomienda modificar la conexión eléctrica para evitar el riesgo del cobro de la multa, ya que es un monto significativo para la empresa.
- Además se recomienda que la empresa empiece a llevar un registro de la producción (unidades producidas y tiempos de producción) y de la cantidad de energía consumida (electricidad y gas LPG).

APENDICE 1.2: AUDITORÍA A LA EMPRESA EL BIZCOCHITO

Fecha: I Semestre, 2014

Descripción de la empresa

La actividad principal de esta empresa está relacionada con la elaboración de panes y bizcochos caseros, en esta una micro empresa cuenta con un máximo de 6 colaboradores, esta varía por temporadas, puesto que trabajan según la cantidad de pedidos que tengan. La jornada laboral va está normalmente de 8 a 12h, esto también relacionado a la cantidad de encargos.

Está ubicada en Oreamuno de Cartago, posee un local de aproximadamente 64 m² independiente la casa de la encargada, sin embargo se encuentra anexa a la misma. Además cabe resaltar que se consideró la situación familiar alrededor de la empresa, pues es una variable significativa en el análisis de empresas MiPyMES en especial a las dirigidas por señoras cuya actividad contribuye de manera significativa al soporte del hogar.

Situación energética

En esta sección se da una visión general de la situación energética actual de la empresa “El Bizcochito”, evidenciando oportunidades de mejora que puede aplicar la gerencia de la misma.

Consumo histórico de energía eléctrica

La empresa utiliza energía eléctrica y gas LPG como fuentes de energía, sin embargo su principal fuente es la eléctrica, la empresa encargada de este servicio es JASEC. La bizcochería cuenta con un medidor exclusivo para la planta de producción cuya tarifa es general; sin embargo, la encargada tiene conectado un equipo de alto consumo al medidor de la casa que está anexa a la empresa.

Se intentó de analizar el consumo histórico pero se encontró con un desorden en el archivo de los recibos eléctricos ya que no se guardan o archivan mes a mes; la empresa se

visitó la última semana de marzo del 2014 y sólo se contaba con 3 recibos del 2013, los del 2014 estaban extraviados.

En el Figura A. 1. 1 se muestra el comportamiento del consumo de energía para los dos tipos de tarifas, donde según la clasificación de las tarifas de JASEC la tarifa a es la tarifa residencial y la b es comercial.

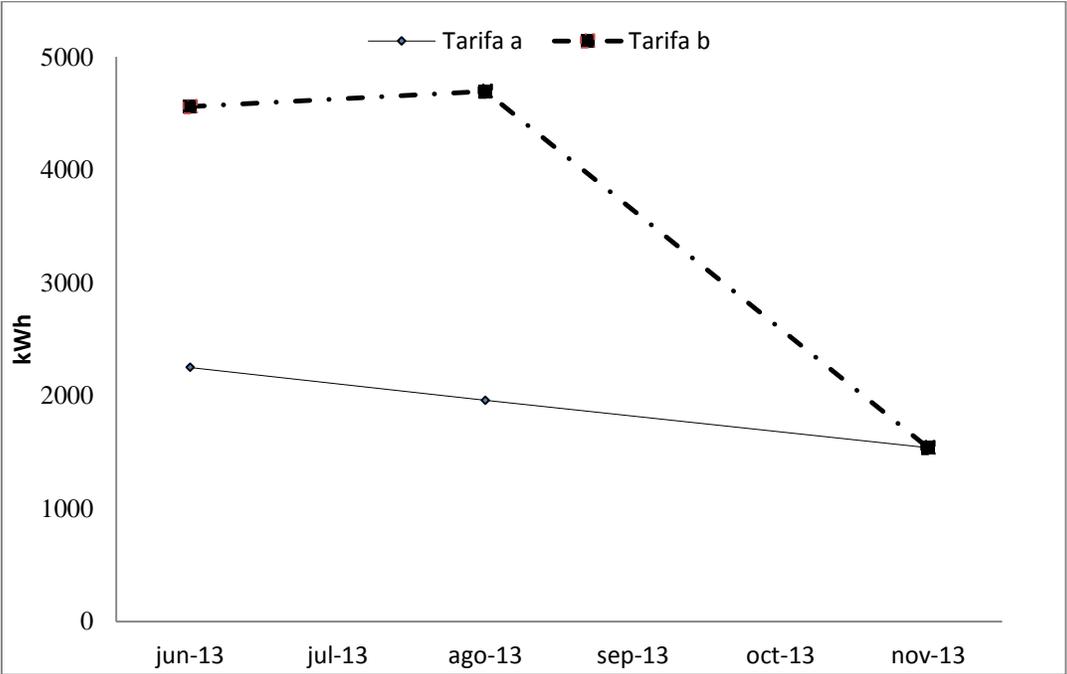


Figura A. 1. 1 Gráfico del consumo histórico de la empresa El Bizcochito

Como se observa en el Figura A. 1. 1 ambos consumos son altos, considerando que el consumo máximo tarifario son 3000 kWh, esto evidencia que se debe si la producción aumenta existe la posibilidad que sobre pasen este máximo y si esto ocurre durante 6 meses en el último año JASEC lo reubicaría a la categoría T-1 la cual es tiene un costo mayor a la actual, sin embargo para generar conclusiones del comportamiento del consumo se necesita una mayor cantidad de recibos eléctricos para poder analizar el comportamiento histórico y poder suponer el comportamiento futuro.

De los recibos eléctricos analizados se observó en todos un recargo por mora, lo ya que estos se pagaron fuera de la fecha límite, en el Figura A.1. 2 se observa el comportamiento

del mismo. Este es un aspecto a considerar ya que en promedio se pagó ₡6 014,80 monto no despreciable para una MiPyME pues estas empresas deben de evitar este tipo de fugas de dinero.

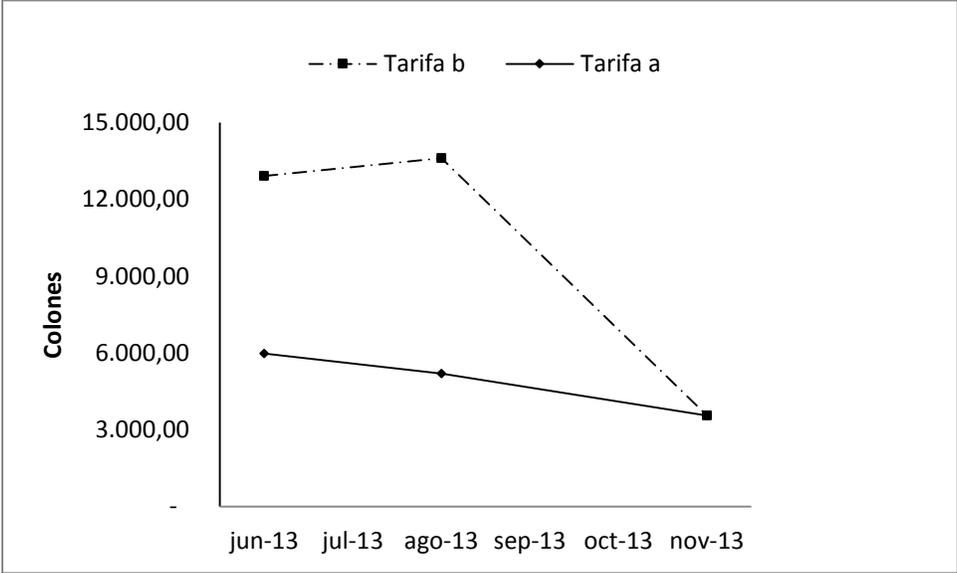


Figura A.1. 2. Gráfico de los colones pagados por concepto de mora de la empresa El Bizcochito

El equipo que está conectado al medidor de la tarifa a es de los dos hornos eléctricos que se utilizan en el proceso productivo, este es un horno navarro cuyo consumo teórico son 15 kWh, dato se obtuvo al realizarle la consulta al técnico de la empresa Hornos Navarro S.A.

Como se mencionó en el capítulo 3 se diseñaron 2 herramientas para la recopilación de datos de producción (tiempo de uso de equipo y unidades producidas), las cuales se entregaron a la encargada de la empresa para la recolección de datos durante 3 semanas de producción; sin embargo la encargada de la empresa no estos no se registraron, lo que se informó fue que tenían mucho trabajo. Considerando esto cabe resaltar la señora es la encargada de todo lo relacionado con la empresa y tenía otras prioridades. Dado lo anterior no se pudieron hacer los cálculos para los índices energéticos y los balances energéticos de la empresa.

Inventario de equipos

A continuación se presentan los equipos principales de la empresa, estos son de vital importancia en el proceso productivo de la misma además podrían representar un consumo energético significativo.

Hornos industriales

Cuentan con dos hornos que son la columna vertebral de en la elaboración de los productos de la empresa, como se mencionó anteriormente se cuenta con uno conectado al medidor eléctrico de la casa cuyo consumo eléctrico teórico es 15kWh. Además se cuenta con otro horno antiguo que se utiliza para la elaboración del principal producto, el bizcocho. Figura A.1. 3 se muestran ambos hornos.



Figura A.1. 3.Fotografía de ambos hornos de la empresa el Bizcochito

El horno de la derecha es un horno más antiguo cuyo sistema de control automático es nulo, ya únicamente cuenta con una cuchilla de encendido y apagado. Esta situación representa problemas para la empresa ya que se han dado problemas en la cocción de los productos, pues no se puede regular la temperatura ni el tiempo que están los productos,

esta situación ha dejado pérdidas en la empresa. A este horno se le hicieron modificaciones en las resistencias o para mejorar el rendimiento del mismo.

Congelador

Este equipo se utiliza para guardar el queso utilizado en la producción, sin embargo este no se usa como tal, ya que se utiliza como enfriador, ya que el queso no se puede congelar y se necesita que esté refrigerado para evitar dañar la calidad del mismo.

La manera que se utiliza es introduciendo unos baldes de agua en el congelador y una vez estos congelados se desconecta el equipo el cual se mantiene a una temperatura baja, luego de unas horas se vuelve a conectar el equipo para que vuelva a bajar la temperatura.

Además del uso inadecuado del equipo antes mencionado no se está utilizando la todo el espacio del equipo, debido a que es un congelador horizontal que dificulta el manejo de la materia prima por lo que la encargada ideó introducir unas cajas donde se montan los quesos y queden a una altura fácil de manipular, por lo que queda un espacio dentro del equipo donde no se puede introducir queso y se está desperdiciando energía.

Estas prácticas evidentemente afectan la vida útil del congelador ya que el hecho que esté desconectando y conectando puede dañar el equipo además que con esta práctica se gasta más energía, pues el compresor debe trabajar más para alcanzar la temperatura de congelación. En la Figura A. 1. 4 se muestra el congelador con el que trabaja la empresa, en la figura se muestra que es un equipo antiguo que posiblemente tenga fugas en las paredes, lo que haría que se consuma más energía.



Figura A. 1. 4. Fotografía del congelador utilizado por la empresa El Bizcochito

Batidora

Se cuenta con es una batidora y amasadora industrial, la cual se utiliza dependiendo de la cantidad de trabajo que se tenga programado.

Luminarias

En el área de las mesas de trabajo poseen 3 fluorescentes dobles de 32W.

Molinos de maíz

Dado que el producto principal de la empresa es el bizcocho se utiliza un equipo para la molienda del maíz, actualmente la empresa cuenta con dos, sin embargo se encuentra en funcionamiento sólo uno; solamente en diciembre funcionan los dos, ya que se da el servicio de molienda de maíz para las personas que elabora tamales.

Instalación eléctrica

En las visitas de campo que se realizaron se pudo observar que la planta de producción de la empresa cuenta con una instalación insegura y probablemente poco eficiente energéticamente en la Figura A.1. 5 se observan imágenes de la misma.

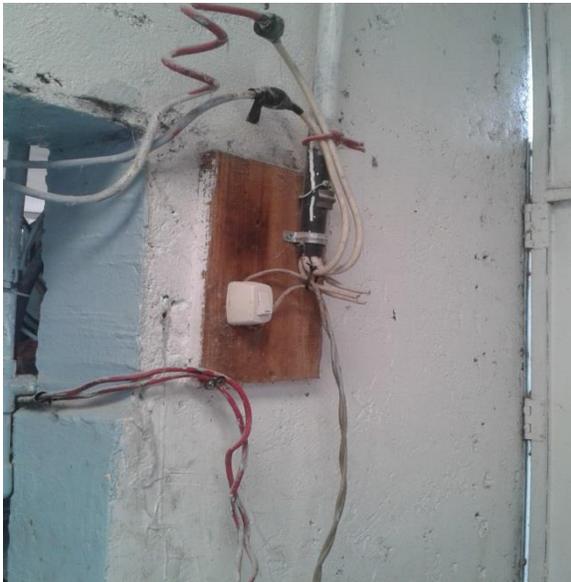


Figura A.1. 5.Fotografías de la instalación eléctrica de la empresa el Bizcochito

Recomendaciones

Se recomienda a la encargada de la empresa a llevar un archivo de los recibos eléctricos para conocer el comportamiento del consumo eléctrico además de poder incluir de manera adecuada este gasto en los costos de los productos.

Se insta a las organizaciones pertinentes a dar seguimiento a la empresa en cuanto a temas administrativos y técnicos como asesoramiento de la compra de equipos.

El hacer un análisis económico para el cambio del equipo de refrigeración ya que el manejo que se le da en este momento al congelador es probable que se esté consumiendo más energía de la necesaria.

Además se recomienda la instalación de un sistema de control en el horno viejo, para poder controlar la temperatura y el tiempo de cocción, con esto se podría evitar la pérdida de producto.

De igual manera se recomienda una auditoría completa y más profunda en la que se analice cada operación unitaria además de los equipos de la empresa, esto con el fin de identificar OCEs que impacten de manera significativa en el desempeño de la empresa. En esta auditoría se analizaría a su vez la instalación eléctrica de la empresa que no sólo puede ser poco eficiente sino peligrosa para la seguridad de las instalaciones de la empresa y por lo consiguiente de la casa de habitación de la encargada.

APÉNDICE 1.3: AUDITORÍA A LA EMPRESA EL FOGÓN

I Semestre, 2014

Descripción de la empresa

Esta es una empresa familiar, sus productos principales son elaborados a base de maíz. La empresa participa en una feria del agricultor los días sábados por lo que su jornada laboral se desarrolla los días miércoles, jueves y viernes días en los que se preparan los productos para vender el sábado en la feria; la cantidad de colaboradores es de un máximo de 6 que se turnan los días.

La ubicación de la empresa es en Tablón de Cartago, esta se encuentra anexa a la casa de la familia. Es importante resaltar que esta empresa participa constantemente en ferias como las Expo Pymes del MEIC y del Banco Nacional, sin embargo para el presente estudio sólo se analizó las actividades relacionadas con la feria del agricultor.

Cabe resaltar que la materia prima de esta empresa se compra en la zona aledaña a Tablón de Cartago. Este concepto es importante ya que la encargada espera contar con alguna certificación de sostenibilidad en un futuro lo que llevaría consigo una ventaja competitiva ante otras empresas.

Situación energética

En esta sección se profundizarán aspectos pertinentes al recurso energético como lo la cantidad y tipo de energía, se calcularon los índices energéticos: valor porcentual de la energía así como el requerimiento energético por unidad producida.

Además esta sección presenta el porcentaje correspondiente al recurso energético de los costos totales; así como una introducción en el tipo de los equipos y de los procesos productivos de la empresa.

Aspectos Generales

La principal fuente de energía en los procesos de la empresa es la biomasa, pues cuentan con un horno y cocina de leña, este se puede observar en la Figura A. 1. 6. En la cocina se prepara el maíz que es la base de los productos y en el horno se elaboran productos como:

rosquillas, tamal asado y bizcocho, no se cuenta con batidoras ni amansadoras esos trabajos los realizan a mano.



Figura A. 1. 6. Fotografía del horno y la cocina de leña utilizados en la empresa El Fogón

Se utiliza en energía eléctrica para moler el maíz pues cuentan con un molino artesanal, más adelante se detallan sus especificaciones de consumo. Además se utiliza gasolina para el vehículo de la empresa para el transporte en el traslado a la feria los días sábado, este transporte es vital para el funcionamiento de la empresa.

Conjuntamente se utiliza gas LPG en la cocción de uno de sus principales productos (las tortillas con queso) cuentan con 2 plantillas de gas las cuales funcionan conjuntamente en las ferias grandes (Expo Pymes) mientras que los sábados en la feria del agricultor funciona sólo una.

Tipos de energía

En esta sección se detalla sobre los tipos y cantidades de energía utilizados por la empresa presentando así los datos más significativos y las tablas utilizadas para su cálculo.

Eléctrica

Como se mencionó antes la empresa no cuenta con amasadoras ni batidoras la energía eléctrica que utiliza corresponde la consumida por el motor del molino para el maíz y la iluminación, esta corresponde a un bombillo incandescente de 75W.

Los consumos eléctricos de estos equipos se pueden observar en el Cuadro A. 1. 3, para el cálculo del consumo eléctrico del molino se realizaron mediciones con el equipo Fluke 43B de la Escuela de Electromecánica del TEC, estas mediciones reportaron que el factor de carga del motor es 0,45 lo que refleja que este motor está sobredimensionado ya que tiene una capacidad mayor de la que se está utilizando actualmente. El tiempo de uso por semana es de 15 min, según datos de la encargada, el tiempo de uso del bombillo incandescente es de 27 h a la semana durante la jornada de los días miércoles, jueves y viernes.

Cálculo de las horas de uso del molino:

$$15 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 0,25 \text{ h}$$

Cuadro A. 1. 3. Consumo de eléctrico empresa El Fogón

Electricidad	kW	h/sem	kWh/sem	€/sem (*)
Motor eléctrico	0,55	0,25	0,1375	
Iluminación Bombillo 75W	0,075	27	2,025	153,5375
Total por semana			2,16	

(*) Se tomó el dato de: <http://www.jasec.co.cr/index.php/residenciales-servicios/energia/tarifas-vigentes-luz>

Como se observa en el Cuadro A. 1. 3 la empresa invierte por concepto de energía eléctrica aproximadamente €153, 53 semanales cantidad que probablemente no sea significativa en los gastos de la empresa, sin embargo se es parte fundamental de los costos variables de los productos lo que hace que sea un monto importante de monitorear.

Gas LPG

Esta fuente de energía se utiliza para la cocción de las tortillas y las chorreadas; en el Cuadro A. 1. 4 se muestra el consumo semanal, mensual y anual de gas LPG. Como se mencionó en la introducción el gasto de combustible gas LPG corresponde solamente al utilizado en la feria del agricultor, este se determinó pesando con una romana el cilindro de gas antes y después de la feria para convertir este peso en litros.

Cuadro A. 1. 4. Consumo de gas LPG de la empresa El Fogón

Gas LPG	kg	litros	Gasto económico
Semanal	3	5,56	2 232,40
Mensual	12	22,24	8 929,6
Anual	144	266,86	107 155,44

El peso promedio de lo consumido en la feria fueron 3kg por semana, con esto se produjeron 130 tortillas y 44 chorreadas. Una vez determinado el peso usado en esta producción se calculó la cantidad de litros y colones correspondientes. A continuación se muestra los cálculos realizados:

$$3 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ l}}{0,5396 \text{ kg}^3} = 5,5596 \text{ l}$$

Una vez calculado los litros de combustible se calculó la cantidad de colones invertida en la compra de esta fuente de energía:

$$5,560 \text{ l} \times \frac{\text{¢}8 631^4}{21,495 \text{ l}} = \text{¢}2 232,40$$

Este cálculo se multiplico por 4 para obtener el gasto mensual y este se multiplicó por 12 para obtener el monto anual correspondiente al consumo de gas LPG.

Gasolina

La gasolina utilizada por la empresa corresponde a la consumida por el transporte desde la planta de producción a la feria del agricultor, este recorrido es de

³ Dato que se obtuvo de: (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, 2006)

⁴ Dato tomado de: (Grupo Zeta, 2014)

aproximadamente 36 km (desde Tablón de Cartago hasta San Francisco de Dos Ríos), la gasolina utilizada es Plus 91 conocida popularmente como regular.

Para el cálculo de la cantidad de gasolina utilizada se diseñó un cuadro igual al Cuadro 5.9 (presentado en la propuesta de la guía del Capítulo 5). Se completó este cuadro con los datos de la empresa El Fogón, los datos se presentan en el Cuadro A. 1. 5.

Cuadro A. 1. 5. Consumo de combustible de la empresa El Fogón.

Medición	Consumo por km	Consumo por:		
		<i>Semana</i>	<i>Mes</i>	<i>Año</i>
L totales	l/km		Litros	
56	0,26			
km totales		9,40	37,60	451,19
216	€/km		€	
€ totales				
40.777,00	188,78	6 796,17	27 184,67	326 216,00

Biomasa

Como se mencionó en la introducción el horno y la cocina de esta empresa utilizan como combustible la biomasa, el tipo de leña varía entre pino y café. La encargada invierte mensualmente aproximadamente €18 000 en este combustible que son aproximadamente 2 m³.

Para el uso eficiente de este tipo combustible se recomienda realizar estudios para la determinación del poder calórico de la leña utilizada en los procesos productivos; este aspecto se ve afectado por el porcentaje de humedad presente en combustible (Moya-Roque & Tenorio-Monge, 2013).

Ya que la humedad afecta la eficiencia de la leña se recomienda su secado antes de utilizarla así como prestar especial atención en época lluviosa sobre el manejo de la misma, disponiéndola en lugares secos alejados de la lluvia.

Impacto en de la energía en los costos del producto

Un aspecto importante para esta investigación es la identificar el porcentaje correspondiente a energía dentro de los costos productivos para identificar el impacto del recurso energético en los precios de los productos.

En el Cuadro A. 1. 6 se muestra estos porcentajes los cuales se calcularon considerando los requerimientos energéticos de cada producto, en el APÉNDICE 4 se puede observar con más detalle el cálculo por producto.

Cuadro A. 1. 6. Porcentaje correspondiente a energía de los costos de los productos de la empresa El Fogón

Producto	%
Tortillas	8,40
Paquetitos	12,93
Tamales	22,06
Chorreadas	40,26

Se observa una variación desde un 8,40% hasta un 40,26% lo que refleja una variación significativa entre los productos, sin embargo en la siguiente sección se calcula el índice energético de valor porcentual de la energía donde se muestra la incidencia global de la energía en los costos de los productos.

Índices energéticos

Antes de realizar los cálculos de los índices energéticos se estimó la producción promedio, considerando solamente la feria del agricultor de los sábados y no las ferias grandes.

Producción promedio

En el Cuadro A.1. 7 se presenta un resumen de la producción promedio de la empresa, tanto por semana y por año; esta empresa no cuenta con un registro histórico de su producción por lo que los datos promediaron con respecto al último mes.

Cuadro A.1. 7. Producción promedio de la empresa El Fogón

Producción	Semanal	Mensual	Anual
Tortillas	140	560	6.720,00
Tamales	44	176	2.112,00
Paquetitos	124	496	5.952,00
Chorreadas	44	176	2.112,00
Total	352	1408	16.896,00

En este caso además de conocer las cantidades de unidades producidas, se conoce la cantidad de horas que trabaja la plantilla de gas por lo que se va a determinar la cantidad de gas consumido por unidad producida y por hora trabajada.

Tasa de crecimiento de consumo de energía

En esta empresa tampoco se pudo calcular este el índice energético debido a que no se contaba con registros históricos de energía además la empresa empezó a participar en la feria del agricultor desde hace poco más de un año antes realizaban otras actividades.

Valor porcentual de la energía

Este índice se calculó con la fórmula que se muestra en el capítulo 2, a continuación se presentan los cálculos realizados para la obtención de este índice energético.

$$CEn = \frac{Cen}{C_T} * 100$$

Donde:

$$\%CEn = \frac{21\ 919,97}{153\ 124,00} * 100$$

$$\%CEn = 14,315$$

$\%CEn$

= *Valor porcentual del consumo de energía con respecto a los costos totales*

$Cen = \text{¢}21\ 919,97$ *suma invertidas en energía (gasolina, electricidad y leña).*

$C_T = \text{¢}153\ 124,00$ *sumatoria de los costos de todos los productos*

El valor porcentual de la energía de la energía con respecto a los costos es de un 14,31%, un porcentaje no despreciable dentro de las operaciones de una empresa en crecimiento.

Índice energético con respecto a la producción

En el Cuadro A. 1. 8 se muestra el resumen de los cálculos realizados para la obtención de este índice energético, este mide el consumo energético promedio de los productos.

Cuadro A. 1. 8. Índices energéticos globales de la empresa El Fogón

Tipo de energía	kJ	₡/mes
Biomasa (*)	125.193.600,00	18.000,00
Electricidad	31.140,00	614,15
Gasolina	1.310.140,67	27.184,67
Gas LPG	7.423,39	8.929,62
<i>Total</i>	126.542.304,06	54.728,44
<i>Producción mensual</i>	1752	
Índice energético	kJ/unid prod 72.227,34	₡/unid prod 31,24

(*) No se realizaron los análisis de poder calórico de la madera utilizada en los procesos sino que se utilizaron datos teóricos para realizar la estimación, en el APÉNDICE 4 se muestra el detalle del mismo.

Cómo se menciona en el cuadro anterior no se realizaron los análisis energéticos de la biomasa ya que esto es un tema amplio que no se abarcaba en los alcances del presente proyecto.

Dado que este índice es global se profundizó más en el uso de gas LPG y se calcularon los litros consumidos por cada hora de trabajo de la plantilla así como por unidad producida. En la feria se trabajan aproximadamente 7h semanales, se consumen 5,56 litros de gas LPG y se producen 184 unidades (tortillas y chorreadas) en el Cuadro A. 1. 9 se muestran estos cálculos:

Cuadro A. 1. 9. Cantidad de litros consumidos de gas LPG por horas trabajadas y unidades producidas de la empresa El Fogón.

Horas trabajadas	
$\frac{l}{h \text{ trabajada}}$	$\frac{₡}{h \text{ trabajada}}$
$5,56 \div 7 = 0,79$	$2 \ 232,40 \div 7 = 318,91$
Unidades producidas	
$\frac{l}{\text{unid prod}}$	$\frac{₡}{\text{unid prod}}$
$5,56 \div 174 = 0,03$	$2 \ 232,44 \div 174 = 12,83$

Conclusiones

1. Se cuantificó el consumo semanal de energía eléctrica de la empresa, el cual corresponde a 2,16 kWh y ₡153,53 lo que al año significa a una inversión de ₡7 340. Además como resultado de las mediciones del consumo eléctrico del molino se evidenció que el motor está sobredimensionado y si sufriera algún daño se puede cambiar por uno más pequeño y no afectaría la producción de la empresa.
2. Además se cuantificó la cantidad de gas LPG consumido en el año el cual es de aproximadamente 267 litros lo que es una inversión de ₡107.155,44 colones al año, se debe recordar que para esta estimación solo se considera la producción para la feria del agricultor.
3. Con respecto a este consumo de gas LPG se determinó la cantidad de litros y colones invertida por cada hora de trabajo los cuales fueron ₡318,91 y 0,8 litros.
4. Se determinaron los porcentajes que los costos de energía van desde 8,4 % y un 40% con respecto a los costos totales de los productos, sin embargo el índice de valor porcentual de la energía en los costos totales corresponde a 14%, esto es considerando la sumatoria de los costos.
5. Se calculó la cantidad total invertida por concepto de energía la que correspondió a un ₡38,87 por unidad producida. Además se utilizan 89 873,80 kJ por unidad producida.

Recomendaciones

- Se recomienda la incorporación de esta empresa en proyectos que certifique de sostenibilidad empresarial como por ejemplo bandera azul.
- Se invita realizar un seguimiento de la eficiencia energética de la empresa con la medición de los índices energéticos en el futuro para así evaluar del desempeño.
- Se recomienda prestar principal atención con el lugar donde se dispone la leña para evitar que en época seca se humedezca y esto baje el rendimiento energético y conlleve una inversión mayor.
- Se insta a la integración del costo energético en todos los productos para que este aspecto se cubra con las ventas.
- Se recomienda el registro constante de las unidades producidas pues así la empresa puede llevar un registro del crecimiento que está presentando.

APÉNDICE 1.4: AUDITORÍA A LA EMPRESA LA FLOR

Fecha: I Semestre, 2014

Descripción general

La actividad principal de esta empresa es la producción de conservas y jaleas de manera artesanal; dentro de los productos principales están: el escabeche, el chilero, la pasta de chile, jalea de naranjilla. La empresa está formada por una sola persona; la administradora es el encargada de la compra de la materia prima, la elaboración de los productos, su distribución además de la publicidad. Para este último aspecto la empresa participa constantemente en ferias de PYMES promocionando y vendiendo los productos por lo que poco a poco se han ido dando a conocer sus productos.

La empresa está ubicada en Moravia, en el último mes se empezó a trabajar en un local exclusivo para la elaboración del producto, ya que antes se preparaban en la casa de la encargada. El proceso productivo es de una manera artesanal, condición que la empresaria desea mantener ya que este es el factor que la diferencia de la competencia.

Situación energética

La principal fuente de energía en los procesos productivos es el gas LPG, sin embargo para el funcionamiento de la empresa se debe de agregar el combustible utilizado en la realización de la ruta de distribución así como en el traslado a las ferias que participa.

Tipos de energía

En el presente capítulo se muestran los tipos de energía utilizados en las actividades principales de la empresa.

Gas LPG

Como se mencionó anteriormente el gas LPG es la principal fuente de energía, esta es utilizada para la cocción de la materia prima y la esterilización de los envases, para esta actividad no se cuenta con el equipo adecuado se utiliza una olla destapada en la que se incorporan los frascos de vidrio y el agua para luego hacer hervir el agua por 10 minutos. Además una vez llenos los frascos se vuelven a esterilizar el producto por lo que la

encargada utiliza la misma agua para aprovechar el agua ya usada y que la misma está caliente, por lo que no va a consumir más energía. En la Figura A. 1. 7 observan los equipos que se utilizan en la producción.



Figura A. 1. 7. Equipos utilizados en la producción de la empresa Conservas la Flor

Regularmente por mes se consumen poco más de 20 litros de gas LPG, lo equivalente a un cilindro (21,495l), más adelante se detalla sobre la cantidad de energía utilizada por unidad producida.

Debido a que el gas LPG es la fuente de energía más utilizada en la producción, se analizaron los procesos en los que podrían presentarse OCEs dentro de ellos se identificó el proceso de esterilización, el cual se detalla a continuación:

Combustible para transporte

Como se mencionó en la descripción de la empresa, la gerente de la empresa es la vez la encargada de la distribución del producto, ella cuenta con una ruta que incluye pulperías, carnicerías y demás establecimientos. Dada esta situación es de fundamental importancia que la encargada conozca el consumo del vehículo con el cual trabaja que consume gasolina Plus 91 (comúnmente llamada regular).

Para esto se elaboró un cuadro semejante al Cuadro 5.9 (presentado en la guía), el consumo de esta empresa se presenta en el Cuadro A.1. 10.

Cuadro A.1. 10. Consumo de gasolina de la empresa La Flor.

¢/km	l/km
214,29	0,30

Se refleja que este cálculo es de vital para la empresa pues el transporte juega un papel fundamental para el desarrollo de la misma, con esto se le da la herramienta a la encargada para determinar la cantidad de combustible que gasta en la ruta que realice así como el costo en gasolina que debe recurrar de las ferias a las cuales asiste.

Electricidad

Este es un tipo de energía poco utilizado en las actividades de la empresa, básicamente se utiliza por concepto de iluminación y refrigeración, los cuales se llevan a cabo por un bóbilo incandescente de 100W y una refrigeradora de casa. Las actividades productivas de la empresa se empezaron a llevar a cabo en un local desde el último mes, por lo que no se pudo determinar el consumo histórico de estos 2 conceptos.

Índices energéticos

Para el cálculo de los índices energéticos se debe conocer la producción promedio de la empresa, en este caso específico de la empresa La Flor sí se cuenta con un registro de producción, dado que la encargada coloca en el etiquetado el lote de producción al que corresponde cada producto.

Producción

En el Cuadro A.1. 11 se muestra la producción mensual promedio de la empresa La flor además se presenta la cantidad de días trabajados en producción por mes, como se mencionó antes la encargada participa de diversas ferias por lo que no se cuenta con una jornada fija de producción, ya que esta va a depender de las ferias a las que se asista.

Cuadro A.1. 11 Datos históricos de producción de la empresa La Flor

	Cantidad producida	Días en producción
Octubre	35	9
Noviembre	40	1
Diciembre	13	2
Enero	20	6
Febrero	22	4
Marzo	28	5
Abril	18	3
Promedio	25	5

El comportamiento de esta producción se puede observar en el, en el cual se refleja la diferencia de la producción entre los meses.

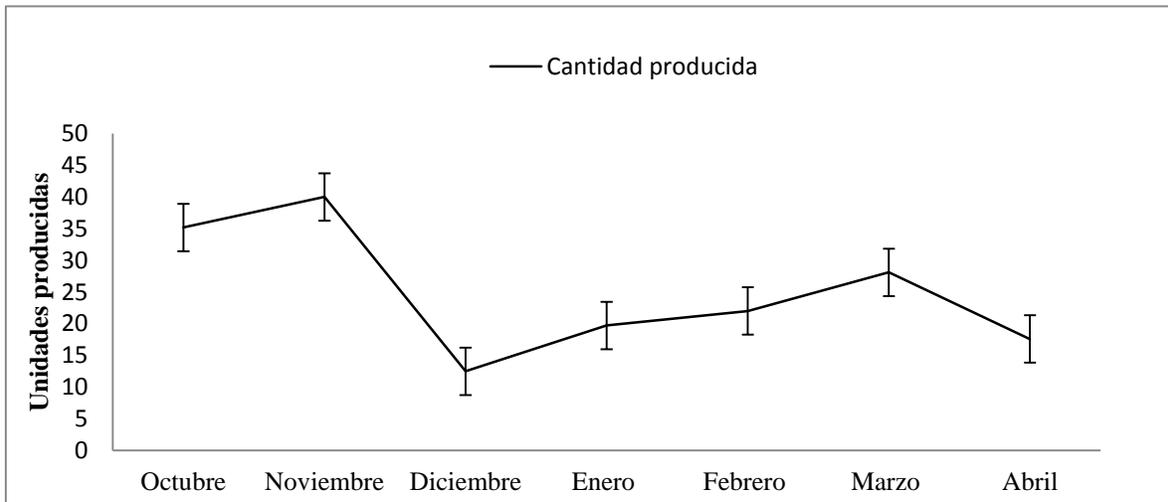


Figura A.1. 8 Gráfico de la producción de la empresa La Flor.

Cálculo de índices energéticos

Una vez obtenidos los datos de producción se procedió a calcular los índices energéticos, según lo mencionado en el marco teórico del presente proyecto se indicaron 3 tipos de índices energéticos: tasa de crecimiento del consumo de energía, valor porcentual de la energía y el índice ligado a la producción.

Sin embargo sólo se calculó el índice ligado a la producción, puesto que se carecía información para determinar los otros dos, por ejemplo en el caso de la tasa crecimiento de consumo de energía no se contaba con datos históricos de energía eléctrica pues recientemente se trasladaron las actividades de producción a un local nuevo.

Los resultados de este cálculo se muestran en el Cuadro A. 1. 12:

Cuadro A. 1. 12 Resultado de los índices energéticos de la empresa La Flor

gas LPG/unid prod	kJ/unid prod	¢/unid prod
0,86	23,91	345,11

Conclusiones

El vehículo de la encargada consume aproximadamente 0,30 litros de gasolina por kilómetro recorrido lo que genera una inversión de ₡214,30 colones dato importante para los costos de los productos que van a diferentes ferias de empresas.

Se pudo observar como en el proceso productivo se trabaja en promedio sólo 5 días al mes y se producen alrededor de 25 frascos por día trabajado, dando una producción promedio de 125 frascos.

La producción se ve afectada por la cantidad de ferias a las que participa la encargada pues dependiendo de estas intensifica la producción. Además que se trabajen sólo 5 días en producción refleja que los demás días del mes la dueña realiza las otras actividades de la empresa.

El índice energético ligado a la producción es de 0,86l gas LPG/unid producida equivalente a unos ₡345,11 /unid producida.

Recomendaciones

Se recomienda hacer el estudio de factibilidad sobre la compra del equipo de esterilización, para determinar si es rentable el cambio de tecnología esto sin afectar la calidad o sabor del producto, ya que la esterilización afecta en la salubridad del producto más no así en su sabor.

Agregar el consumo de gasolina dentro de los costos de la empresa, pues es dinero invertido en la distribución y mercadeo de la empresa, actividades importantes para su funcionamiento.

APÉNDICE 1.5: AUDITORÍA A LA EMPRESA CATERING SERVICE “LA CHINITA”

Fecha: I Semestre, 2014

Descripción de la empresa

La actividad principal de esta empresa es el servicio de comidas para eventos (Catering Service), que incluye la elaboración de: comida, repostería y bocadillos. Esta empresa se conforma por un máximo de 6 personas, dos en la cocina y 4 como meseros. La jornada laboral de la encargada de la empresa va desde las 4:00 am hasta las 10:00 pm, esta depende de los requerimientos del evento.

Esta empresa está ubicada en Cartago y cuenta con en unas instalaciones seguras, con buena iluminación y ventilación; afortunadamente esta cuenta ventas estables lo que le permite la inversión de dinero en equipos nuevos y eficientes. Esta empresa empezó actividades hace 12 años y ha ido creciendo de manera constante.

Situación energética

En esta empresa se utiliza la energía proveniente de gas LPG utilizado para cocinar los alimentos en una plantilla, la energía eléctrica para la refrigeración, el uso del horno, el entretenimiento y la iluminación. Además de consumir gasolina regular para el transporte.

Tipos de energía

Anteriormente se mencionaron los tipos de energía utilizados en esta empresa a continuación se muestran los consumos relacionados a estos:

Electricidad

Se analizaron los recibos eléctricos de meses anteriores, se debe considerar que sólo se pudieron analizar 3 meses ya que los demás recibos los tenía el contador; en

Figura A. 1. 9 y Figura A.1. 10 se presentan estos consumos en kWh y en colones.

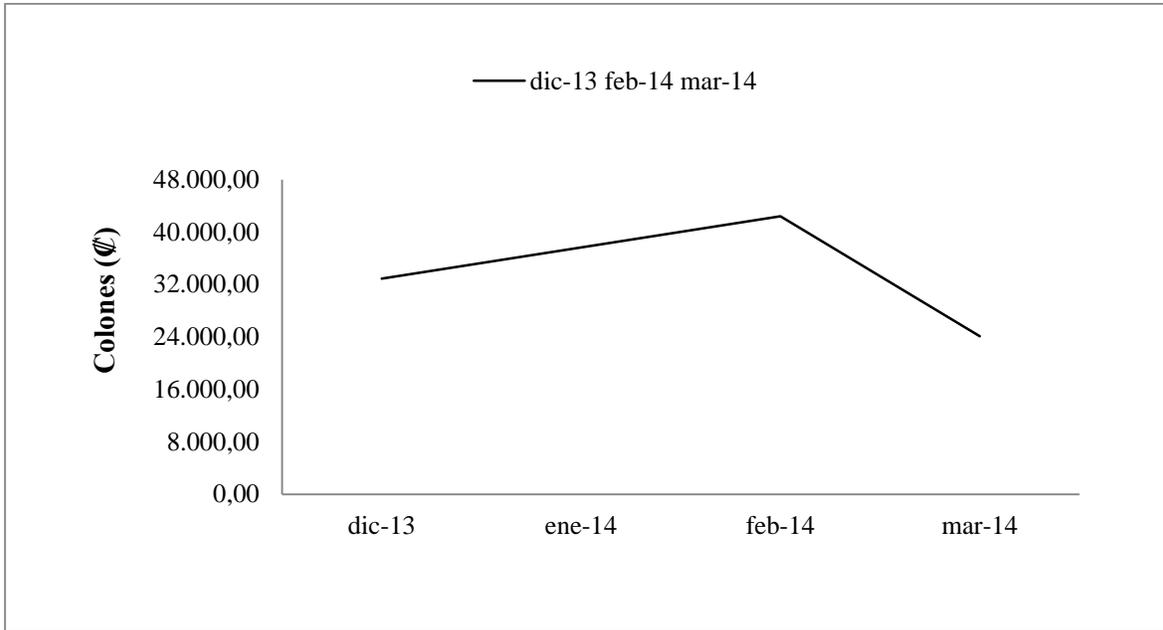


Figura A. 1. 9. Gráfico del consumo eléctrico en kWh de la empresa La Chinita

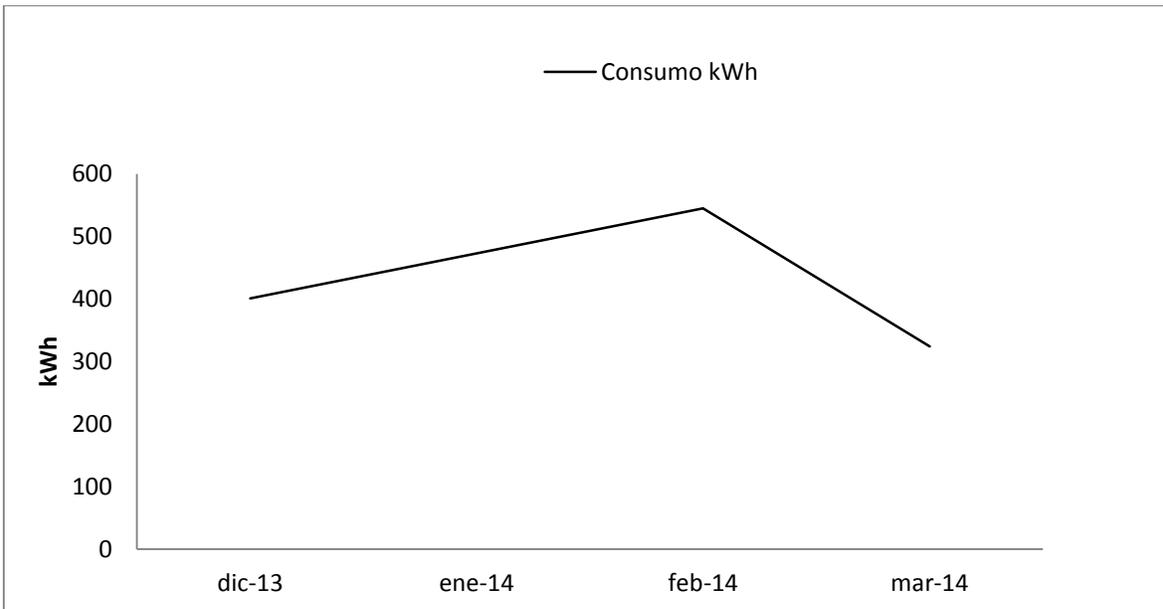


Figura A.1. 10. Gráfico del consumo eléctrico en kWh de la empresa La Chinita

Es importante mencionar que todo este consumo corresponde a actividades relacionadas con la empresa (refrigeración, lavado de manteles, iluminación, televisión, radio,

computadora) obviando el hecho que esta se encuentra en la casa de habitación de la encargada pues ella se dedica a tiempo completo a la empresa. En el Cuadro A. 1. 13 se muestra el consumo promedio de la empresa La Chinita.

Cuadro A. 1. 13. Consumo energético promedio de la empresa La Chinita.

Consumo mensual	kWh	₡
<i>Electricidad</i>	423,33	32.609,73

Gas LPG

Como se mencionó en la metodología del presente proyecto diseñaron herramientas que permitieron la recopilación de datos relacionados con las horas uso de los equipos y la cantidad de servicios vendidos en el último mes. Como resultado de este proceso de recopilación se registró que la plantilla de gas se utilizó unas 35h y se consumió $\frac{3}{4}$ del cilindro lo que son aproximadamente unos 16,12 litros/mes y unos ₡6473,25 mensuales.

Gasolina regular

No se realizó el cálculo del consumo de gasolina de esta empresa, sin embargo este se puede calcular mediante la elaboración de un cuadro similar al Cuadro 5.9 presentado en la Guía de Uso Eficiente de energía y evaluado en la auditoría de la empresa El Fogón, este facilitaría cuantificación de los litros de combustible consumidos por cada kilómetro recorrido, dato importante a la hora de fijar el precio en los servicios.

Índices energéticos

En esta sección se presentan los cálculos realizados para la identificación de los índices energéticos de esta empresa, sin embargo no se contaba con los datos necesarios para el cálculo de los índices: tasa de crecimiento de consumo energético y valor porcentual de la energía; por lo que solamente se calculó el índice energético ligado con la producción. Se calculan los litros de gas LPG por cada hora de uso de la plantilla de gas, así como los litros y kWh consumidos por servicio vendido.

Producción

Además de las herramientas antes mencionadas la empresa cuenta con un orden en el registro de sus ventas lo que facilitó la recopilación de los servicios vendidos en el último mes, dada la diversidad de los productos que se venden (pues se preparan distintos tipos de bocadillos, pasteles, comidas, bebidas, ensaladas) se realizó una sumatoria de todos y se presentan los índices con respecto a cada servicio vendido generalizando la diversidad de los productos. Además se registraron las horas de uso del cilindro de gas LPG ligando esto a la cantidad de servicios registrados.

Se cuantificaron ventas de 32 servicios que estuvieron ligados a la preparación de 110 productos y el uso del gas LPG por 35 horas. Dado que la energía eléctrica también se utiliza en la elaboración de estos servicios se asocia esta con la cantidad promedio de kWh consumidos por mes.

Cálculo del índice energético

En el Cuadro A. 1. 14 se muestra el consumo de gas LPG por hora trabajada así como el consumo de electricidad por unidad producida asimismo la cantidad de colones invertida por estos conceptos.

Cuadro A. 1. 14. Índices de consumo energético de la empresa La Chinita con respecto a los servicios vendidos.

<i>Electricidad</i>				
kWh	kWh/servicio	₡/ servicio	₡ total/ servicio	kJ/servicio
423,33	13,23	1.019,05		
<i>Gas LPG</i>				
litros	l/servicio	₡/ servicio	1.221,34	47.639,01
16,12	0,504	202,29		

Cabe resaltar también que se determinó los litros y colones invertidos en el uso del gas LPG en la preparación de alimentos por hora, calculo que se muestra a continuación:

$$\frac{16,12 \text{ litros gas LPG}}{35 \text{ h}} = 0,46 \text{ l gas LPG/h}$$

$$\frac{\$6\,473,25 \text{ invertidos en gas LPG}}{35 \text{ h}} = 184,95 \text{ \$/h}$$

El conocimiento de este dato se aplica a la hora de incluir este aspecto en los costos del servicio, por ejemplo si hacen un pedido cuyo tiempo de cocción es 2 horas se le debe agregar aproximadamente \$370 a los costos que incluyen mano de obra y materiales.

Conclusiones

Se logró cuantificar el promedio de energía eléctrica y gas LPG utilizados en la elaboración de los servicios lo que permitió el cálculo de los índices energéticos.

La obtención de estos índices permite la inclusión del costo energético real a los costos de los servicios brindados, como es el caso del gas LPG que se logra determinar los litros y colones invertidos para la elaboración de productos por hora (l/h y $\$/h$) además estos permiten tener una base para el seguimiento de la eficiencia energética de la empresa.

Se manifiesta la importancia del conocimiento de la eficiencia del vehículo de la empresa, pues no se conoce la cantidad de litros de gasolina gastados por kilómetro aspecto que también se debe conocer para los costos de los productos.

Recomendaciones

Como ahora se conoce el dato referente a los índices energéticos y en la guía propuesta se explica cómo se calculan se recomienda a dar un seguimiento de los mismos, con el fin de poder registrar la eficiencia energética de la empresa.

Se recomienda realizar los cálculos para determinar la cantidad de litros consume el vehículo por kilómetro recorrido, para agregar este dato a los costos de los productos.

APÉNDICE 1.6: AUDITORÍA A LA EMPRESA REPOSTERÍA MACHU PICCHU

Fecha: I semestre, 2014

Descripción general

La actividad principal de esta empresa se basa en la elaboración de repostería fría, esta es una microempresa familiar en ella colaboran 3 personas de manera constante en el proceso productivo (dos en la producción y uno en la distribución del producto).

El local está ubicado en Moravia, es importante mencionar que la empresa es cliente de Wal-Mart Costa Rica esto les ha dado una oportunidad de ampliar su clientela, sin embargo constantemente les devuelven producto que no venden, generando pérdidas significativas en las finanzas de la empresa, evidenciando cómo esta compañía no le da a las empresas MiPyMES una oportunidad justa para competir.

Situación energética

En esta sección se describen aspectos significativos en el uso de energía en la empresa Machu Picchu describiendo de manera general los equipos y procesos que se llevan a cabo además se muestra el comportamiento histórico y la distribución (cantidad de energía consumida realmente por los equipos) del consumo eléctrico así como el cálculo de índices energéticos de la empresa.

La energía utilizada en los procesos productivos de esta empresa es en su totalidad eléctrica y son clientes de CNFL. Como se mencionó en la descripción general de la empresa Machu Picchu, la actividad principal de la empresa es la elaboración de postres fríos (flanes, tres leches, leche asada⁵). En la Figura A. 1. 11 se muestra un esquema general de este proceso para el desarrollo de esta investigación se profundizan en las tres principales operaciones unitarias principales (batido, horneado y refrigeración).

⁵ Postre tradicional de Perú (país de origen de la propietaria), la receta elaborada en la empresa corresponde a una receta familiar.



Figura A. 1. 11. Operaciones unitarias en la elaboración de postres fríos de la empresa Machu Picchu

Dejando de lado el transporte y el pre-enfriado; si se desea hacer la inclusión del transporte en los costos del producto así como aspecto del uso eficiente de la energía en esta empresa, se debe primero determinar el consumo del vehículo utilizado para estas actividades como se muestra en la guía propuesta en el Capítulo 5 del presente documento (sección destinada para consumo de combustible). Además en el pre-enfriado se utiliza un abanico pequeño como se muestra en la Figura A. 1. 12 por lo que se eligieron equipos que podían representar un consumo más significativo.



Figura A. 1. 12. Fotografía del equipo utilizado en el pre-enfriamiento de la empresa Machu Picchu

Como se mencionó previamente se hizo énfasis en las operaciones de batido, horneado y refrigeración. Para la operación de batido como su nombre lo dice se necesita un equipo para batir la materia prima buscando una homogenización de la misma en la Figura A. 1. 13 se muestra este equipo.



Figura A. 1. 13. Equipo utilizado para batido, empresa Machu Picchu

En cuanto al horneado se cuenta con dos hornos (mostrados en la Figura A. 1. 14) en los que se hornean los distintos postres, en el Cuadro A. 1. 15 se muestran los postres realizados en cada horno el horno de la izquierda es el considerado horno 1 y el de la derecha es el horno 2.



Figura A. 1. 14. Equipos utilizados para horneado, empresa Machu Picchu

Cuadro A. 1. 15. Productos realizados en horno 1 y horno 2, empresa Machu Picchu

Producto	Horno 1	Horno 2
Leche asada	X	
Flanes		X
Cheese cake	X	
Tiramisu		X
Chocolate		X
Suspiros	-	-
Tres Leches		X

El proceso de refrigeración se lleva a cabo con cinco cámaras de frigoríficas las cuales se utilizan 24h los 7días de la semana, en la Figura A. 1. 15 se muestran dos de ellas.



Figura A. 1. 15. Cámaras de refrigeración de la empresa Machu Picchu

Energía eléctrica

Dado que la empresa sólo utiliza la energía eléctrica a continuación se muestran los consumos históricos registrados en la facturación de los últimos meses así como la distribución del consumo actual de la empresa por lo que se presenta los consumos energéticos reales de los equipos.

Consumos históricos

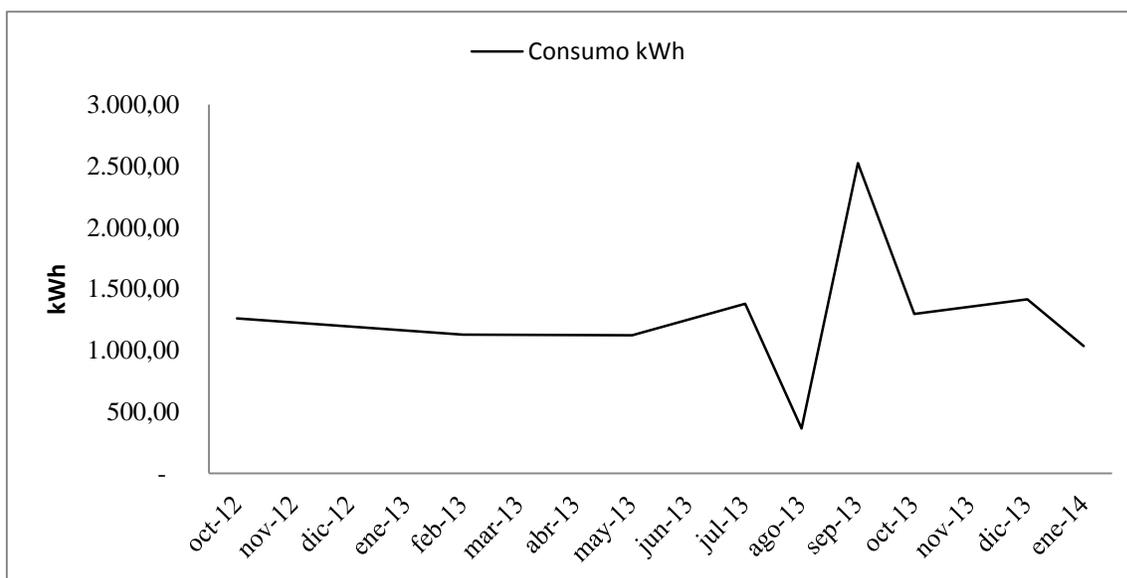


Figura A.1. 16. Gráfico del consumo kWh histórico de la empresa Machu Picchu

Se analizó la facturación eléctrica de los últimos meses, es importante resaltar que esta fue la única empresa que contaba con un registro de estas facturas. En el Figura A.1. 16 se observa el comportamiento de este consumo además este análisis permite calcular el consumo promedio de la empresa: 1 281 kWh y la cantidad promedio invertida es \$179 236,90 asimismo se calculó el precio promedio por cada kWh: \$142,16.

El pico de consumo presentado en setiembre 2013 dio debido a que en agosto la compañía eléctrica no cobró la facturación y la acumuló el mes siguiente. Al analizar la facturación se observó que constantemente se paga multa por mora de meses anteriores, ya que se paga el recibo fuera después de la fecha límite. En el Figura A. 1. 17 se muestran las cantidades que se han pagado por este concepto. Esto evidencia la dificultad económica que posee la empresa para sufragar el costo energético, además este gasto de más representa una oportunidad de mejora.

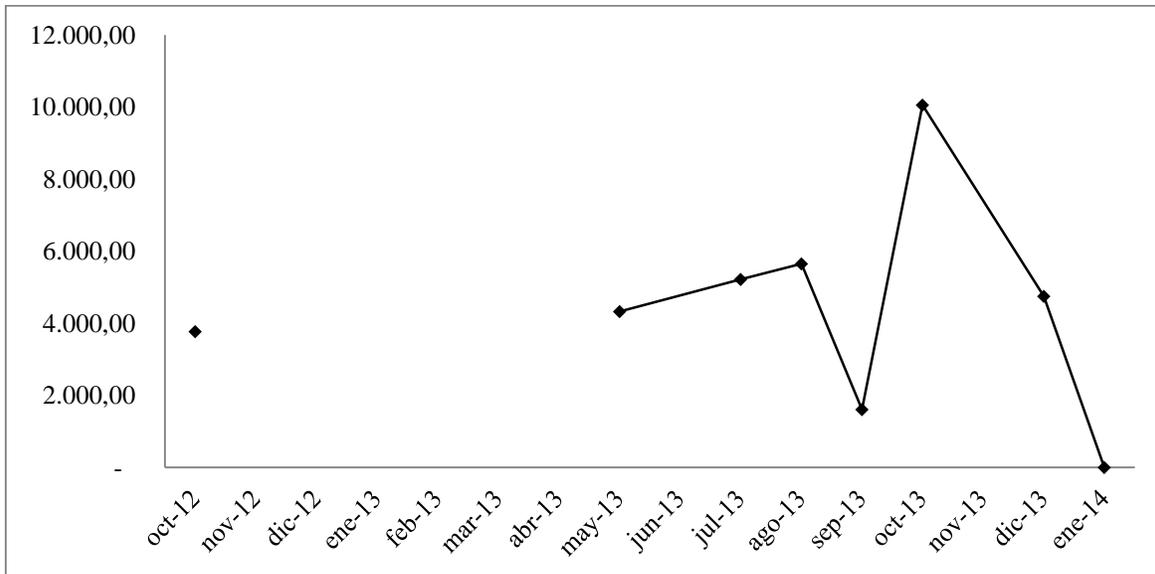


Figura A. 1. 17. Gráfico del registro histórico del recargo por mora de la empresa Machu Picchu

Consumos energéticos reales de los equipos

Se realizaron mediciones de consumo eléctrico (con los equipos mencionados en la metodología de la investigación) en los equipos utilizados en la producción, cuando se realizaron estas mediciones se evidenció que la instalación eléctrica no es la adecuada para esta empresa, pues existen dos tableros (uno 120V y otro 220V) combinados, una línea de 120V atraviesa ambos tableros además al hacer se observó que el sistema no está balanceado y que los cables observados en el medidor son diferentes en los tableros del local, mostrando que en algún punto hay un cambio de cables (cambiando el color y probablemente el material) lo que puede tener pérdidas de energía. Además el requerimiento energético de la empresa es mayor a la capacidad instalada pues no se pueden utilizar ambos hornos a la vez.

En el Cuadro A.1.16 se muestran los consumos energéticos promedio registrados por los equipos de medición, se observa que los equipos de mayor consumo son los hornos para determinar el consumo en kWh es necesario conocer la cantidad de horas que se utilizan los equipos para esto se registraron los tiempos de uso por tres semanas.

Cuadro A. 1. 16. Mediciones del consumo energético de los equipos de la empresa Machu Picchu

Equipos	Potencia (kW)		
	Alto	Bajo	Dorar
Horno 1	4,94	2,30	4,54
Horno 2	5,835	2,72	
Cocina		0,66	
Batidora		0,86	
Refrigeración e iluminación		1,12	

Distribución de la energía

Como se mencionó anteriormente se registraron las horas de uso de los equipos de tres semanas, en el Cuadro A. 1. 17 se muestra el promedio mensual del mismo, es importante recordar que las cámaras de refrigeración siempre permanecen encendidas.

Cuadro A. 1. 17. Horas de uso de los equipos de la empresa Machu Picchu

Equipos	hrs/mes
Batidora	15.20
Cocina	103.00
Horno 1	
Alto	25.60
Bajo	18.6
Dorar	4.8
Horno 2	
Alto	16.93
Bajo	5.07

En el Cuadro A. 1. 18 se muestran los kWh mensuales consumidos en promedio por los equipos de la empresa Machu Picchu, se observa cómo el mayor consumo se da en refrigeración e iluminación a pesar de presentar que la potencia es de 1,12 kW. Este consumo se debe a las horas de uso del equipo, pues presenta un consumo constante (24h/7días), además es importante resaltar que la encargada de la empresa trata de utilizar los hornos de manera eficiente, pues se encienden una vez por día, precalentándose y

aprovecha todo el calor generado por el horno. En el Figura A. 18 se muestra la distribución del consumo energético de la empresa.

Cuadro A. 1. 18. kWh consumidos por los equipos de la empresa Machu Picchu

Equipo	kWh/mes
Cocina	67,98
Batidora	13,32
Horno 1	191,00
Horno 2	112,59
Refrigeración e iluminación	805,90
Total	1 190,78

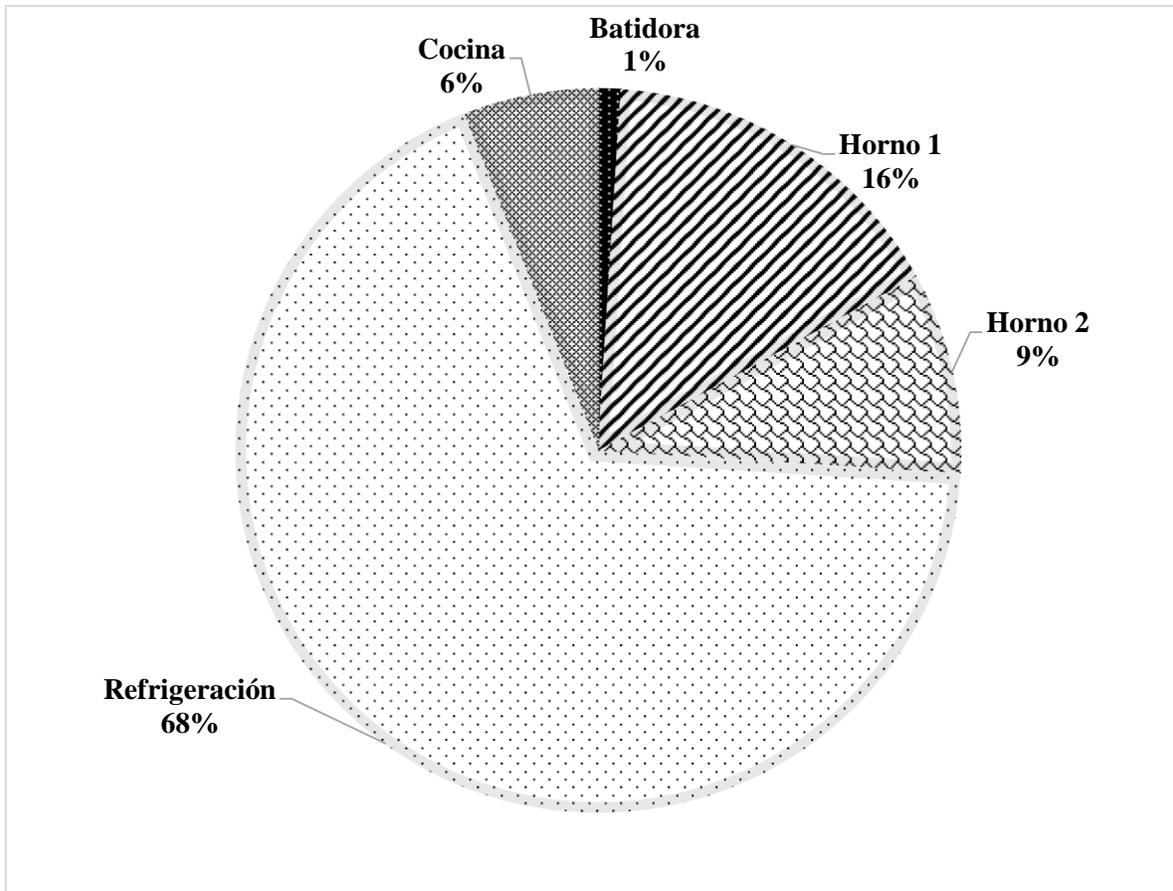


Figura A. 18. Distribución del consumo eléctrico de la empresa Machu Picchu

El cálculo realizado para determinar los kWh expresados en el Cuadro A. 1. 18 posee un error del 7,21% considerando como valor teórico el promedio de la facturación eléctrica y como valor práctico el total consumido por los equipos. A continuación se muestra el cálculo:

$$\%E = \left| \frac{1\ 190,78 - 1\ 281,00}{1\ 281,00} \right| \times 100$$

$$\%E = 7,04\%$$

Impacto en de la energía en los costos del producto

Dado que se registraron los tiempos de uso de los equipos para la elaboración de los distintos productos y se determinó el valor promedio de cada kWh consumido se pudo hilar

finamente y calcular la cantidad de energía requerida por producto, en el Cuadro A. 1. 19 se muestra el resumen de los costos por producto, la columna de costos de la empresa son los gastos que incurre la empresa en mano de obra y materia prima para la elaboración de cada producto, la columna de costo energía en producción se detalla en el APÉNDICE 7, además el costo de refrigeración se determinó dividiendo el consumo mensual entre las unidades producidas. Tener conocimiento del costo energético de los productos hace posible la inclusión de este rubro en los costos del producto y poder sufragar el gasto en electricidad de una mejor manera evitando así el recargo por mora en la facturación.

Cuadro A. 1. 19. Costo energético de los productos elaborados por la empresa Machu Picchu

Producto	Costos de la empresa (₺)	Costo energía (₺)	Refrigeración e iluminación	% E	Costo real (₺)
Leche Asada	250	7,93		9,84	257,93
Tres leches	260	3,51		7,76	263,51
Chessecake fresa	280	7,94		8,79	287,94
Chessecake limon	320	7,94	16,66	7,69	327,94
Tiramisú	250	10,65		10,92	260,65
Queque chocolate	300	10,65		9,10	310,65
Suspiro Limeño	350	10,59		7,79	360,59
Flan de coco	300	6,93		7,86	306,93

En promedio el porcentaje correspondiente a energía es de un 8,72% con respecto a los costos por cada producto.

Cálculo de índices energéticos

Valor de crecimiento del consumo de energía

Esta empresa fue la única a la que se le pudo calcular este índice a continuación se muestra el detalle:

$$T_{ce} = \frac{(1\ 260 - 1\ 128)}{1\ 128} \times 100$$

$$T_{ce} = 11,70\%$$

Para este cálculo se consideró como v_1 a 1260 que corresponde a la cantidad de kWh consumidos del mes más antiguo que se tiene registro en este caso fue octubre del 2012 y como v_f al mes más reciente que en este caso febrero, 2014. El cálculo deja claro que la tendencia del consumo energético es creciente además la empresa busca seguir creciendo produciendo más e introduciéndose a nuevos mercados.

Valor porcentual de la energía

Este índice energético tiene como objetivo determinar el valor porcentual de la energía con respecto a los costos de producción de la empresa. A continuación se muestra el valor de este indicador:

$$\%Cen = \frac{199.44}{2\ 310} \times 100$$

$$\%Cen = 8,62\%$$

Para este cálculo la empresa

Índice energético con respecto a la producción

Se determinó el consumo de energía (kWh/unid prod) por unidad producida y la cantidad de dinero invertida por cada unidad:

$$kWh/unid\ produ = \frac{1\ 188,65\ kWh}{6\ 876\ unid\ prod}$$

$$0,17\ kWh/unid\ prod$$

$$\$/unid\ prod = 24,57$$

$$kJ/unid\ prodi = \frac{1\ 188,65\ kWh}{6\ 876\ unid\ prod} \times \frac{3\ 600\ kJ}{1\ kWh}$$

$$kJ/unid\ prod = 612$$

Identificación de OCEs

Sustitución del uso del horno 2 por el horno 1

Cómo se mencionó en el Cuadro A. 1. 16 el horno 2 posee mayor potencia (kW) que el horno uno, lo que evidencia una oportunidad de conservación de energía, pues se puede evaluar la posibilidad de utilizar sólo el horno uno, esto no trae consigo una inversión económica extra, solamente aumentaría las horas de uso del horno uno. En el Cuadro A. 1. 20 se muestra el consumo actual del horno 2 (kWh) versus el consumo que podría tener el horno 1 al sustituir al 2.

Cuadro A. 1. 20. Consumo energético al sustituir el uso del horno 2, empresa Machu Picchu

Consumo actual horno 2	kW	hrs/me s	kWh	Ahorro anual (kWh)	Ahorro anual (¢)
Alto	5.8 4	16.93	98.81		
Bajo	2.7 2	5.07	13.78		
Total			112.59		
Consumo al sustituir el horno 2 por el 1	kW	Hrs	kWh	207.46	29,493.09
Alto	4.9 4	16.93	83.65		
Bajo	2.3 0	5.07	11.65		
Total			95.30		

Como se aprecia en el cuadro anterior el ahorro económico es de aproximadamente ¢29 493,09 aunque el monto no parezca significativo hay que considerar que no se realiza ninguna inversión para esta opción de mejora.

Pre calentamiento de los hornos

Cada vez que se utiliza los hornos pasan por un proceso de pre calentamiento que consiste en el encendido del horno en temperatura alto por aproximadamente 7 minutos, la OCE identificada en esta operación es el cambio en la temperatura, cambiar de alto a bajo. Se calculó la cantidad de horas por semana que se precalientan los hornos, en el Cuadro A.1. 21 se muestra el cambio que puede haber en el consumo energético así como el ahorro económico que esto conllevaría.

Cuadro A.1. 21. Consumo energético en el precalentado de los hornos de la empresa Machu Picchu

Equipos utilizados	k W	hrs/ mes	kWh	Ahorro anual (kWh)	Ahorro anual (₺)
			13.8		
Horno 1 alto	4.94	2.8	3		
			10.7		
Horno 2 alto	5.84	1.84	4		
Total precalentamiento en alto			24.5		
			7		
Horno 1 bajo	2.30	2.8	6.44	157.52	22,392.94
Horno 2 bajo	2.72	1.84	5.00		
Total precalentamiento en bajo			11.4		
			4		
			13.1		
Ahorro mensual (kWh)			3		

Refrigeración

Dado que el mayor consumo energético está ligado con la refrigeración del producto es importante evidenciar acciones para el mejor uso de los equipos de refrigeración.

- Se debe realizar una limpieza del condensador constantemente.
- Corroborar que las puertas de las cámaras están bien cerradas, revisar los empaques y bisagras de las puertas.
- Las cámaras frigoríficas deben estar lo más lejos posible de áreas calientes, pues no sirve mucho poseer una cámara muy potente si el ambiente que la rodea está demasiado caliente.
- Se debe recordar que las cámaras deben tener espacio en la ubicación de las mismas, no deben estar muy pegadas a la pared.
- En el caso de que exista más de un equipo de refrigeración, es recomendable la colocación proximal de uno con otro, pues puede disminuir la superficie de contacto con el ambiente y reducir los consumos.
- No introducir producto caliente dentro de las cámaras.

Conclusiones

Al realizar esta auditoría se presentó la situación energética actual evidenciando aspectos importantes en el desarrollo de la empresa, se identificó el consumo promedio de energía (1281 kWh/mes) así como el costo promedio por kWh consumido (¢142,16) además se logra evidenciar que la empresa paga constantemente multa por mora que ha sido en promedio ¢4 425 colones monto que se podría disminuir al agregar el costo energético a los productos.

Se determinó que el porcentaje correspondiente a energía de los costos de los productos el cual en promedio es de un 19,54%. Además se calculó el valor de crecimiento del consumo de energía considerando como valor inicial el consumo en octubre, 2012 y como valor final febrero, 2014 este valor fue de un 11,7%. Así mismo se determinó que el valor porcentual de la energía con respecto a los costos totales de la empresa corresponde a un 8,62%. Conjuntamente se calculó el índice de energía con respecto a la producción el cual son de 0,17 kWh/unidad producida lo que se refiere a 612 kJ/unidad producida que en promedio la empresa invierte ¢24,57 por cada unidad que produzcan.

Conjuntamente se lograron identificar y evaluar dos OCEs: la sustitución en el uso del horno 2 por el horno 1 y precalentar los hornos en temperatura bajo en lugar de alto, estas oportunidades de conservación podrían de generar el ahorro anual de 364,98kWh lo que podría traer consigo el ahorro de ¢51 886,03. Además se identifica que el consumo de las cámaras de refrigeración es muy importante, por lo que se debe de poner atención en el uso de las mismas.

Recomendaciones

Primeramente es recomendable búsqueda de otro local para el desarrollo de las actividades productivas donde un aspecto importante a considerar son las condiciones energéticas del nuevo establecimiento.

Como resultado principal de esta auditoría se determinaron los costos energéticos de los productos, aspecto que se deben incluir en los costos de la empresa.

Esta empresa fue de las pocas que mantiene un orden en la facturación, aspecto que se debe seguir manteniendo para poder determinar el crecimiento en la producción y ligarlo con el crecimiento en el consumo energético.

Se recomienda dar un seguimiento al funcionamiento de las cámaras de refrigeración, sólo utilizar las necesarias, revisar los empaques, limpiar las rejillas de las cámaras como se indica en cada uno.

APÉDICE 1.7: AUDITORÍA A LA EMPRESA REPOSTERÍA “EL QUEQUITO”

Descripción general

La actividad principal de esta micro empresa es la elaboración de queques para eventos está formada por sólo una persona, y se encuentra ubicada en Coronado anexa a la casa de la propietaria.

Esta empresa trabaja por pedidos, por lo que el volumen de producción varía en el paso del tiempo. La jornada de trabajo principalmente es en las mañanas y en las noches.

Situación energética

Esta empresa sólo utiliza electricidad para la elaboración de sus queques, por poca disponibilidad de tiempo no se hicieron mediciones de consumo de energía y se trabajó con datos de consumo teóricos de los equipos.

Dado que la empresa está anexa a la casa de habitación de la encargada estas comparten medidor eléctrico; en este caso no se asume que todo el consumo de la casa corresponde a actividades de la empresa (como lo supuesto en la auditoría de la empresa La Chinita) porque en ella vive una familia de seis adultos y un bebé por lo que se no sólo se realizan actividades de la empresa.

Debido a esto se utiliza el consumo teórico de los equipos utilizados exclusivamente en la repostería y un registro del tiempo de uso de los mismos para la elaboración de un queque para determinar el consumo referente sólo a la empresa.

En el Cuadro A. 1. 22 se presenta el consumo energético para la elaboración de un queque. Es importante mencionar que la cantidad de horas es la cantidad promedio que se utilizan los equipos, por ejemplo: la iluminación se utiliza 10 horas ya los bombillos permanece encendidos durante el proceso de elaboración de la masa y la decoración, lo que generalmente tiene una duración de 10h. Es importante resaltar que se incluye el televisor dentro del equipo utilizado en el proceso productivo, esto se debe a que este permanece encendido durante todo el proceso.

Cuadro A. 1. 22. Consumo de energía de la empresa El Quequito por queque terminado

Equipo utilizado	Potencia del equipo (kW)⁶	hrs/Queque terminado	kWh	kWh/ queque terminado
Iluminación	0,032	10	0,64	17,04
	0,05	10	0,50	
Batidora	0,22	0,83	0,18	
Horno	3,3	1	3,30	
Licuadaora	0,35	0,33	0,12	
Refrigeradora	0,45	24	10,80	
Televisor	0,15	10	1,50	

El tiempo registrado por la batidora, el horno y la licuadaora es el promedio del tiempo que se utilizan estos equipos. La refrigeradora se utiliza 24h todos los días.

En la Figura A. 19 se presenta la distribución del consumo energético de la empresa El Quequito, el referente a refrigeración es el consumo mayor, como lo sucedido en la auditoría a la empresa Machu Picchu, esto se puede deber por el uso constante del equipo.

⁶ La potencia consumida de estos equipos se tomó de (Compañía Nacional de Fuerza y Luz: Dirección Innovación y Eficiencia Energética, 2013)

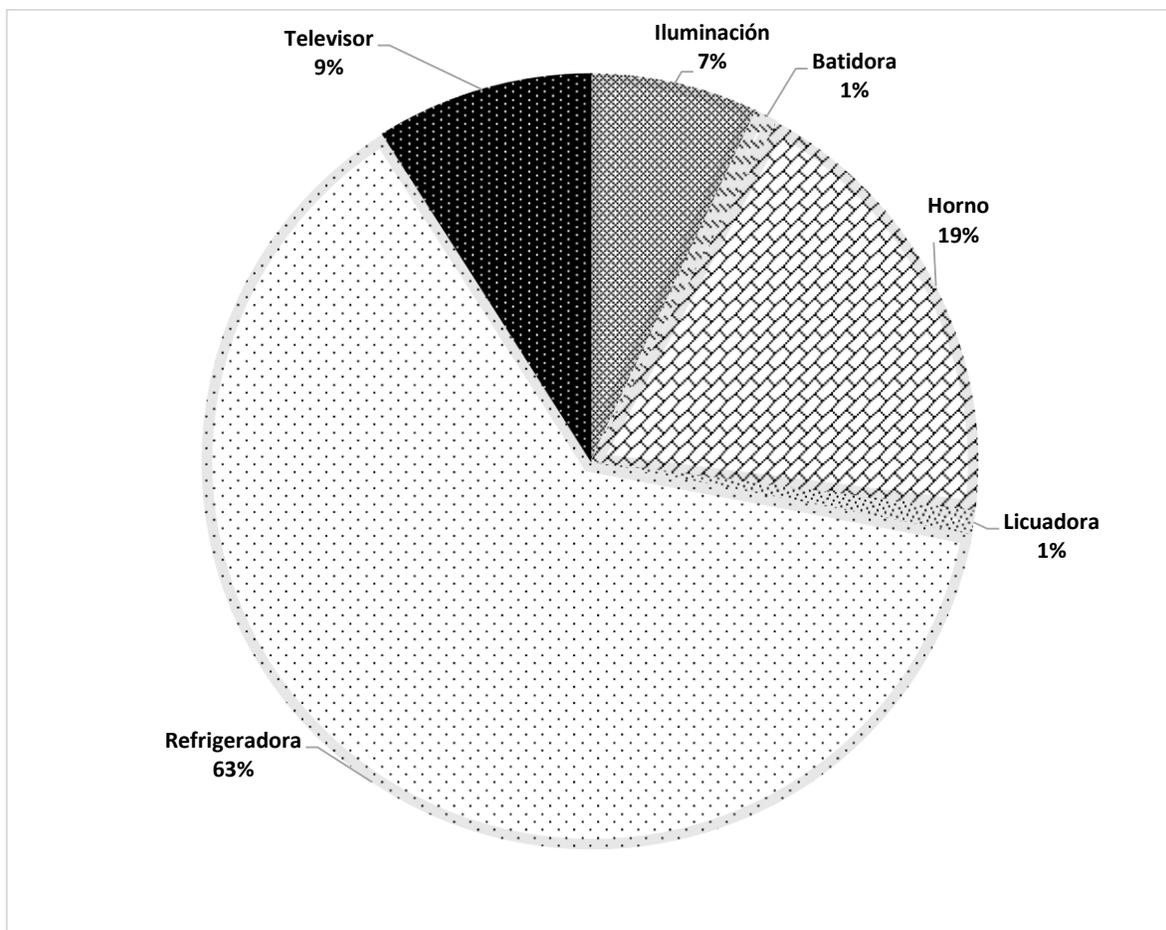


Figura A. 19. Distribución del consumo energético de la empresa "El Quequito"

El consumo mensual de la empresa es de 255,55 kWh ya que la producción promedio de la empresa ha sido de 15 queques, el costo promedio por kWh consumido es de ₡107,82, el gasto base de energía por queque producido es de ₡1 837,25.

Como se mencionó antes este requerimiento energético calculado en el Cuadro A. 1. 22 se hizo con las horas promedio de elaboración de queque, sin embargo es común que la decoración dure más de 10 horas por lo que se determinó el consumo “extra por hora” (para este se consideró solamente: la iluminación, el televisor y la refrigeración), el cual fue de 0,68 kW por hora, aproximadamente 73,53 colones.

La determinación de estos datos es de vital importancia en la incorporación del costo energético en la empresa.

APÉNDICE 2: CUANTIFICACIÓN DE TONELADAS DE CO₂ DE LAS MIPYMES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO

Descripción general

Respondiendo al cuarto objetivo del presente estudio se cuantificaron las toneladas de CO₂ emitidas por concepto de energía en las empresas participantes de la presente investigación, para este cálculo se utilizaron los datos de consumo energético provenientes de las auditorías energéticas además del uso de los factores de emisión oficiales de Costa Rica, emitidos por el Instituto Meteorológico Nacional así como por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

Metodología de cálculo

Para el diseño de la metodología utilizada se consultó el Protocolo Gases de Efecto Invernadero (GHG PI⁷) : Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (Ranganathan et al., 2006), con el fin de adaptar la realidad de las empresas con la estructura de este reporte.

Para esto se consideraron los consumos energéticos de las empresas por concepto de electricidad, biomasa, gas LPG y gasolina. Cabe resaltar que este cálculo se vio limitado por los datos ya detallados en los apéndices correspondientes a las auditorías de cada empresa. Estos consumos se clasificaron como: emisiones fijas (electricidad, consumo de leña y gas LPG) y emisiones móviles (consumo de gasolina); en el *Cuadro 4.5* se muestran los consumos anuales de las empresas en estos conceptos.

⁷ Por sus siglas en inglés: Greenhouse Gas Protocol Initiative

Consumos				
Nombre de la empresa	Electricidad (kWh)	l Gas GLP	Leña (conversión a kWh generados)⁸	l Gasolina
La Sorpresa	1.680,48	-	-	
Bizcochito	25.905,60	-	-	
El Fogón	103,80	266,86	34.776,00	451,19
La Flor	-	257,94		
Repostería Machu Pichu	15.372,00	-		
Catering Service La Chinita	5.080,00	193,46		
Repostería El Quequito	3.067,20	-		

Es importante mencionar que la cantidad de toneladas emitidas de cada gas de efecto invernadero (GEI) (CO₂, CH₄, N₂O) se calculan de manera separada, tal como lo establece el PGH PI (Ranganathan et al., 2006). En el Cuadro A. 2. 23 se muestran los factores de emisión del Instituto Meteorológico Nacional así como el potencial de calentamiento global de los GEI utilizados por el IPCC.

⁸ Se calculó considerando la densidad de la leña de pino sugerida por (Francescato et al., 2008) y se aproximó el potencial calórico sugerido por (Granifo, 2009)

Cuadro A. 2. 23. Factores de emisión de gases de efecto invernadero y potencial de calentamiento global.

Combustibles fósiles			
	CO₂ kg /l	CH₄ g/l	N₂O g/L
Potencial de Calentamiento Global	1	21	310
Gasolina	2,26	0,8162	0,2612
Gas LPG	1,61	127,7	2,554
Electricidad			
kWh (2012)	Kg CO ₂ e kWh 0,0771		
Biomasa			
	kg/kWh	g/kWh	g/kWh
<i>Leña</i> ⁹	0,359	0,108	0,014

Adaptado de (Gómez et al., 2006; Instituto Meteorológico de Costa Rica, 2013)

Resultados

Se calcularon las toneladas de CO₂ equivalentes emitidas por cada empresa así como las emitidas por cada de cada combustible el Cuadro A. 2. 24 muestra los cálculos realizados para la cuantificación de las toneladas de CO₂ equivalentes. En este cuadro se observa como la empresa que emite más toneladas de CO₂ es la empresa El Fogón y estas están ligadas al consumo de biomasa (leña) como combustible principal. Seguido a la biomasa está la electricidad, el gas LPG y la gasolina (3,95- 1,73 - 1,06 ton e CO₂).

La empresa que emite menos cantidad de CO₂ equivalente es La Sorpresa, pero se debe considerar que este es el consumo de un solo horno, como se explica en la auditoría por lo que esta cantidad puede ser mayor.

⁹ Este índice energético se tomó de (Gómez et al., 2006). Además el consumo se calculó considerando la densidad de la leña de pino sugerida por (Francescato et al., 2008) y se aproximó el potencial calórico sugerido por (Granifo, 2009)

Cuadro A. 2. 24. Cuadro resumen del cálculo de toneladas equivalentes de CO₂

Nombre de la empresa	Factor emisión (emisiones Fijas)							Factor emisión (emisiones móviles)						
	Electricidad (kWh)	1 Gas GLP			Leña			1 Gasolina				Total ton e CO ₂ de emisiones móviles	Total de ton e CO ₂	
	CO ₂ kg e/kWh	CO ₂ kg /l	CH ₄ g/l	N ₂ O g/L	CO ₂ kg/kWh	CH ₄ g/kWh	N ₂ Og/kWh	CO ₂ kg /l	CH ₄ g/l	N ₂ O g/L				
	0,0771	1,61	0,1277	2,554	0,359	0,108	0,014			2,26	0,8162	0,2612		
	Emisiones Fijas							Emisiones móviles						
	Electricidad	1 Gas GLP			Leña			1 Gasolina						
	CO ₂ kg e	CO ₂ kg	CH ₄ g	N ₂ O g	CO ₂ kg	CH ₄ g	N ₂ Og	CO ₂ kg	CH ₄ g	N ₂ O g				
La Sorpresa	129,57	-	-	-	-	-	-	129,57	0,13					0,13
Bizcochito	1.997,32	-	-	-	-	-	-	1.997,32	2,00					2,00
El Fogón	8,00	429,65	34,08	681,57	12.484,58	3.755,81	486,86	13.364,04	13,36	1.019,69	368,26	117,85	1,06	14,43
La Flor	-	415,28	32,94	658,78	-	-	-	620,20	0,62					0,62
Repostería Machu Pichu	1.185,18	-	-	-	-	-	-	1.185,18	1,19					1,19
Catering Service La Chinita	391,67	311,46	24,70	494,08	-	-	-	856,82	0,86					0,86
Repostería El Quequito	236,48	-	-	-	-	-	-	236,48	0,24					0,24
kg e CO ₂	3.948	1.156,40	1,93	568,67	12.484,58	78,87	150,93		18,39	1.019,69	7,73	36,53		19,45
Ton e CO ₂	3,95	1,16	0,0019	0,57	12,48	0,08	0,15				1,063,96			
Total ton e CO ₂	3,95		1,73				12,71	18.389,60	18,39		1,06		1,06	19,45

Las toneladas de CO₂ emitidas por las siete empresas es 19,45, sin embargo importante recalcar que se consideraron solamente los aspectos profundizados en las auditorías energéticas dejando de lado aspectos importantes como el transporte en todas las empresas, por lo que esta cifra puede aumentar si se elabora un estudio más profundo.

APÉNDICE 3: RESUMEN DE LAS VISITAS

Visitas realizadas desde el 26 de marzo

Encargada: Melanny Zúñiga Araya

Aspectos importantes

1. El objetivo principal de estas visitas fue la familiarización con las instalaciones, procesos y equipos de las empresas, además se empieza a completar la información requerida en los cuestionarios elaborados.
2. Se realizaron anotaciones sobre hallazgos importantes de las instalaciones así como de los equipos y hábitos de consumo; este insumo, más los datos indagados por los cuestionarios fueron de vital importancia pues se han identificado actitudes y situaciones que posiblemente desencadenen en oportunidades de conservación de energía.
3. Se han identificado cuatro empresas donde se evidencia la necesidad de profundizar la auditoría a de segundo nivel; estas empresas son: Repostería Servat, Bizcochería Santa Teresa, El Fogón Dorado, Isa Cake's (esta presenta un tamaño menor a las otras 2 pero se puede usar de ejemplo para las señoras que sólo trabajan con equipo casero).
4. Dentro de los hallazgos más notorios se pueden mencionar:
 - Una de las empresas del estudio tiene un equipo conectado de manera ilegal al tendido eléctrico de la compañía del servicio.
 - Se observó que varias de las participantes del estudio les han cobrado varias veces multa por no pagar el servicio de una manera puntual, acción que podría resaltar como una opción de mejora para generar un ahorro económico en la compañía.
 - El cuestionario reflejó como las encargadas están conscientes de la importancia de ahorro de energía en sus instalaciones y todas consideran que existen oportunidades de mejora, pero desconocen cómo se puede hacer para mejorar.
 - Además de la conciencia en el tema de ahorro de energía y todos los beneficios que este conlleva, consideran muy importante el desempeño

ambiental de sus compañías (ahorro de agua, disminución de generación de residuos, disminución de la contaminación atmosférica) mostrando un interés en que sus empresas cuenten con certificaciones de desempeño ambiental (bandera azul, carbono neutro, etc...). Sin embargo se cuenta con poco o nulo conocimiento sobre estas temáticas, lo que refleja otra oportunidad de mejora, donde la competitividad de las empresas podría mejorar.

- Se notó como pocas empresas llevan un control de la facturación energética, así como de sus ventas y su producción. Muchas tienen un contador que les archiva y ordena las facturas de sus compras pero eso no necesariamente tienen sus recibos guardados, sólo dos señoras tenían los tenían así. Además se evidenció como sólo se fijan en el monto de pago, no en el detalle de la facturación.
- Para estas primeras visitas quedó pendiente los datos promedios de consumos de energía así como los promedios de sus ventas y su producción, para el cálculo de índices energéticos. Para la recolección de estos datos se diseñaron 2 herramientas para que las señoras llevaran un registro día a día de lo que producían y una identificación en uso de sus equipos (tiempos, temperaturas), herramientas de vital importancia en la guía que se está diseñando.

Aspectos fuera del alcance del proyecto

1. Averiguar sobre las inscripciones en el MEIC: Preguntarle a los profes de administración.
2. Investigar sobre el problema con el perseverante de la empresa El bizcochito.
3. Sugerir al proyecto “Caminos hacia la producción más limpia en las américas” la inclusión de estas empresas en el mismo, así como la alianza con Banca Mujer.
4. Recomendar una mayor participación de Banca Mujer en esta temática.

**APÉNDICE 4: ÁLCULO DEL PORCENTAJE CORRESPONDIENTE A ENERGÍA
DENTRO DE LOS COSTOS DE LOS PRODUCTOS DE LA EMPRESA EL FOGÓN**

Tortillas			Unidades: 130
Materiales Directos	Cantidad	Precio	
Maíz (kg)	7	2.800,00	
Leña (m3)	1/8	2.250,00	
Queso (kg)	14	32.200,00	
Masa Corriente (kg)	7	7.000,00	
Sal (bolsa)	1	150,00	
Gas para la cocción (l)	5,56	2.232,40	
Electricidad (kW)	2,16	153,54	
Mano de Obra (h)	-	17.334,52	
Litros de combustible para transporte	9,40	1.699,04	
Gas LPG (l)	5,56	2.232,40	
Platos de cartón	150	2.400,00	
Otros		-	
Préstamo		5.000,00	Costo por tortilla
Total		75.451,91	580,40
Energía			
Invertido	6.334,98		
%	8,40		

Chorreadas			Unidades:44
Materiales	Cantidad	Precio	
Maíz (kg)		6.000,00	
Azúcar		900,00	
Harina		1.000,00	
Mantequilla		500,00	
Sal		1.000,00	
Leña	1/8	2.250,00	
Electricidad (kW)	2,16	153,54	
Litros de combustible para transporte	9,40	1.699,04	
Gas LPG (l)	5,56	2.232,40	Costo por chorreada
Total		15.734,98	357,61
Energía			
Invertido	6.334,98		
%	40,26		

Paquetitos			Unidades: 75
Materiales	Cantidad	Precio	
Maíz (kg)	7	2.800,00	
Leña (m3)	1/8	2.250,00	
Queso (kg)	6	13.800,00	
Masa Corriente (kg)	3	3.000,00	
Azúcar (kg)	2	1.200,00	
Leche agria (l)	6	4.000,00	
Sal		100,00	
Maicena		1.000,00	
Cocos	2	500,00	
Electricidad (kW)	2,16	153,54	
Mano de Obra		17.334,52	
Litros de combustible para transporte	9,40	1.699,04	
Empaque		500,00	
Otros		-	Costo por paquete
Total		48.337,10	644,49
Energía			
Invertido	6.250,00		
%	12,93		

Tamales			Unidades: I31
Materiales	Cantidad	Precio	
Masa	2	2.500,00	
Hojas		1.000,00	
Frijoles		1.500,00	
Verduras		1.000,00	
Olores		1.000,00	
MOD	3	3.651,75	
Leña	1/8	2.250,00	
Litros de combustible para transporte	9,40	1.699,04	Costo por piña
Total		13.600,00	438,71
Energía			
Invertido	3.000,00		
%	22,06		

APÉNDICE 5: DETALLE DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE ENERGÉTICO LIGADO A LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA EL FOGÓN

Conversión de los consumos energéticos mensuales a kJ

Gas LPG

Como se profundizo en el APÉNDICE 1.3: AUDITORÍA A LA EMPRESA EL FOGÓN su consumo promedio mensual de gas LPG es de 22,24 litros, este consumo se convirtió en kJ con tablas de equivalencias energéticas¹⁰. A continuación se muestran los factores de conversión:

$$266,864344 \text{ l gas LPG} \times \frac{6\,644 \text{ Cal}}{1 \text{ l gas LPG}} \times \frac{4,1868 \text{ J}}{1 \text{ Cal}} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1\,000 \text{ J}} = 7\,423,39 \text{ kJ}$$

Electricidad

Se realizó un cálculo semejante para el consumo de energía eléctrica, el cual se muestra a continuación:

$$8,65 \text{ kWh} \times \frac{3\,600 \text{ kJ}}{1 \text{ kWh}} = 31\,140 \text{ kJ}$$

Gasolina

$$37,60 \text{ litros} \times \frac{1 \text{ galon}}{3,785 \text{ l}} \times \frac{125\,000 \text{ Btu}}{1 \text{ galon de gasolina}} \times \frac{1,0551 \text{ kJ}}{1 \text{ Btu}} = 1\,310\,163,804 \text{ kJ}$$

¹⁰ Estas se obtuvieron de (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, 2006) y (Energy Management Solutions Inc, 2014).

Biomasa

Para realizar la estimación de los kJ consumidos referentes a la leña utilizada, se utilizaron datos teóricos ya que no se realizaron los análisis correspondientes. A continuación se muestran los datos utilizados y la fuente de referencia.

Biomasa	
Densidad	Fuente
450 kg/m ³	(Francescato, Antonini, & Zuccoli, 2008)
Poder calórico	
3,22 kWh/kg	(Granifo, 2009)

$$2 \text{ m}^3 \times \frac{450 \text{ kg}}{\text{m}^3} \times \frac{3,22 \text{ kWh}}{\text{kg}} \times \frac{3\,600 \text{ kJ}}{1 \text{ kWh}} = 125\,193\,600,00 \text{ kJ}$$

**APÉNDICE 6: DETALLE DEL CÁLCULO DEL COSTO ENERGÉTICO DE
LOS PRODUCTOS DE LA EMPRESA MACHU PICCHU**

Suspiro Limeño						
Equipo	Horas mensuales promedio	kW prom consumidos	kWh prom consumidos	Costo prom kW consumido	Costo de E mensual (€)	Costo por producto (€)
Cocina	103.00	0.66	67.98		9,664.19	
Batidora	2.33	0.88	2.044	142.16	290.58	10.59
Total			70.02		9,954.77	

Se realizan en promedio 940 unidades mensuales

Leche Asada

Temperatura	Horas mensuales promedio	kW prom consumidos	kWh prom consumidos	Costo prom kWh consumido	Costo de E mensual (€)	Costo por producto (€)
Alto (H1)	18.00	4.94	88.92		12,641.07	
Bajo (H1)	14.80	2.30	34.03	142.16	4,837.10	7.93
Dorar (H1)	3.60	4.54	16.33		2,321.66	
Total			139.28		19,799.82	

Se produjeron en promedio 2 496 unidades mensuales
H1: Horno 1

Flan de coco

Temperatura o Equipo	Horas mensuales promedio	kW prom consumidos	kWh prom consumidos	Costo prom kW consumido	Costo de E mensual (€)	Costo por producto (€)
Batidora	1.60	0.88	1.40		199.25	
Alto (H2)	6.40	4.94	31.62	142.16	4494.60	6.61
Bajo (H2)	5.07	2.30	11.65		1655.94	
Total			44.67		6349.80	

Se produjeron en promedio 960 unidades mensuales
H2: Horno 2

Cheese Cake

Temperatura o Equipo	Horas promedio	kW prom consumidos	kWh prom consumidos	Costo prom kW consumido	Costo de E mensual (₡)	Costo por producto (₡)
Batidora	2.20	0.88	1.93		273.98	
Alto(H1)	7.60	4.94	37.54	142.16	5337.34	
Bajo (H1)	3.80	2.30	8.74		1241.96	7.94
Dorado (H1)	1.20	4.54	5.44		773.89	
Total			53.65		7627.16	

Se produjeron en promedio 960 unidades mensuales

H1: Horno 1

Tres Leches

Temperatura o Equipo	Horas promedio	kW	kWh prom consumidos	Costo prom kW consumido	Costo de E mensual (₡)	Costo por producto (₡)
Batidora	6.13	0.88	5.37			
Alto (H2)	4.80	4.94	23.71	142.16	3370.95	3.51
Total			29.08			

Se produjeron en promedio 960 unidades mensuales

H2: Horno 2

Queque de chocolate

Temperatura o Equipo	Horas mensuales promedio	kW	kWh prom consumidos	Costo prom kW consumido	Costo de E mensual (₡)	Costo por producto (₡)
Batidora	1.33	0.88	1.17		166.05	
Horno 2	4.93	5.84	28.79	142.16	4092.28	10.65
Total			29.95		4258.33	

APÉNDICE 7: CÁLCULO DEL PORCENTAJE CORRESPONDIENTE A ENERGÍA DENTRO DE LOS COSTOS DE LOS PRODUCTOS DE LA EMPRESA MACHU PICCHU.

Producto	Costos de la empresa (₺)	Costo energía prod (₺)	Refrigeración e ilum	% E	Costo real (₺)
Leche Asada	250	7,93		9,84	257,93
Tres leches	260	3,51		7,76	263,51
Chessecake fresa	280	7,94		8,79	287,94
Chessecake limon	320	7,94		7,69	327,94
Tiramisú	250	10,65	16,66	10,92	260,65
Queque chocolate	300	10,65		9,10	310,65
Suspiro Limeño	350	10,59		7,79	360,59
Flan de coco	300	6,93		7,86	306,93

APÉNDICE 8: HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se presentan las herramientas que se utilizaron como base para la recolección de datos en las empresas.

APÉNDICE 8.1: CUESTIONARIO APLICADO A LAS EMPRESAS ANALIZADAS

Cuestionario consumo energético sector alimenticio PYME

El presente cuestionario es parte fundamental en el desarrollo del Trabajo Final de Graduación “Elaboración De Una Guía Práctica Para El Uso Eficiente De La Energía En Empresas MiPyMES Del Sector Alimenticio” de la estudiante Melanny Zúñiga Araya de la carrera Ingeniería Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Su empresa ha sido seleccionada para representar el sector PYME alimenticio, sus respuestas son de vital importancia para la presente investigación, toda la información que usted brinde será confidencial donde no se incluya el nombre de la empresa y cuyo fin será únicamente académico.

Esta participación ayudará a desarrollar estadística sobre el consumo de energía en el sector alimenticio PYME, enriqueciendo el conocimiento de los procesos productivos, así como proporcionar herramientas analíticas para facilitar la toma de decisiones y la implantación de medidas que permitan niveles de ahorro y eficiencia en el uso de la energía.

“La energía más limpia es la que no se consume”



Ingeniería Ambiental

TEC

Fecha: _____

Datos generales de la empresa

El objetivo de esta sección es la caracterización de la empresa dentro del estudio, facilitando así el análisis del mismo.

Nombre

Ubicación

Provincia: _____ Cantón: _____

Distrito: _____

Actividad principal

Cantidad de colaboradores

Menos de 15

Entre 31 y 100

Entre 15 y 30

Más

de

100

¿Cuál es la extensión aproximada, en metros cuadrados del área techada en su empresa?

Realiza exportaciones

Sí

No

Si su respuesta es Sí, por favor continúe a la pregunta F.1

¿A qué país(es) exporta?

¿Cuál es la jornada laboral de la empresa?

Administración de la energía

El objetivo de esta sección es identificar el conocimiento de la empresa en el tema de administración de la energía.

1. *¿Cuál es la compañía que le venda el servicio de energía eléctrica?*

ICE

CNFL

JASEC

Otro

ESPH

2. Posee la empresa alguna política de conservación de energía

Sí

No

3. Posee la empresa algún registro permanente del consumo de energía que permita analizar la evolución y compararlo con el control de la producción?

Sí

No

4. Conoce los beneficios de las buenas prácticas de consumo de energía

Sí

No

5. ¿Usted cree que estas prácticas le traerían beneficios directos a su empresa?

Sí

No

Datos de consumo energético en el proceso de producción

El objetivo de sección es conocer sobre el consumo energético de la empresa, para el cálculo de los índices energéticos de la empresa.

1. Marque con una “x” los tipos de energía que son utilizados en su empresa para procesos administrativos y producción

Eléctrica

Térmica (especifique que combustibles)_____

Fotovoltaica

Otra

2. ¿Conoce qué porcentaje de sus costos de producción corresponden a la energía utilizada en el proceso?

No

Sí (especificar cuál es este porcentaje)_____

Para identificar el valor porcentual que la energía tiene en su empresa le solicitamos indicarnos el monto aproximado de su utilidad bruta del año pasado, para poder identificar qué porcentaje correspondió al valor porcentual de la energía, le recordamos que esta información es totalmente confidencial y es en busca de un beneficio para su empresa.

¿Cuál fue su producción mensual promedio (unidades, kg) correspondiente del año 2013?

Usos de la energía

¿Cuáles equipos están en operación?	¿En qué horarios operan estos equipos?						¿Cuáles de estos equipos funcionan con motores de alta eficiencia?		
	De 6am a 10 am	De 10am a 12:30 pm	De 12:30 pm a 5:30 pm	De 5:30pm a 8pm	De 8:00pm a 6:am	24 h /7d	Sí	No	NR
Equipos									
Aire acondicionado									
Alumbrado									
Aire comprimido									
Bombeo									
Máquinas y equipos de procesos									
Abanicos									
Otros									

Iluminación

De los siguientes equipos ¿Cuáles están operando en sus instalaciones? (incluir oficina y planta productiva)

Alumbrado fluorescente (*lineal, compacto*)

Alumbrado incandescente (*Focos, lámparas halógenas tipo par, yodo cuarzo o dicroicas*)

Alumbrado de descarga (*Vapor de sodio de alta o baja presión,*

aditivos metálicos, vapor de mercurio, luz mixta)

OTROS (Especificar).

Aires acondicionados

1. ¿Cuántas horas promedio se operan al año los equipos de aire acondicionado?

Motores

1. Sabe ¿cuál es la capacidad nominal total de los motores de la planta?

Sí (especificar _____)

No

2. ¿Sabe usted distinguir entre un motor de eficiencia estándar y uno de alta eficiencia?

Sí

No

3. Cuando reemplaza un motor quemado por uno nuevo, ¿qué hace con el motor quemado?

Se rebobina y se guarda como refacción

Se rebobina y se usa en otro equipo de la empresa

Se guarda para usarse eventualmente en otro equipo que lo requiera

Se desecha tirándolo en la basura

Se entrega a cambio de la compra de uno nuevo

Se vende a un comerciante de motores usados

Se vende como chatarra para fundirse

Otro

4. ¿Qué criterios se utiliza para seleccionar el taller que rebobina sus motores? Puede escoger más de una opción

Costo más bajo

Experiencia y colaboración anterior

Localización más cercana a la empresa

Taller certificado

Tiempo de reparación más corto

Otro

Confiabilidad y calidad del trabajo

No se envía a rebobinar

Habilidad para mantener la eficiencia del motor en la reparación

5. En su planta, ¿Cuántas veces en promedio se rebobina un motor a lo largo de su vida útil?

No sé

6. ¿De cuántos años es la vida útil de sus motores eléctricos?

No lo sé

2

4

10

6

Más de 10

7. ¿Cuáles son las principales causas de falla durante la operación de los motores?

Falla de rodamiento

Corto circuito entre fases

Pérdida de fase

Sobre calentamiento por falta de ventilación

Atascamiento o arrastre del motor

Ambiente inadecuado

Falla de aislamiento

Mala instalación eléctrica

Humedad

Otro

Sobre voltaje

No sé

Falla a tierra

Sobrecarga

Energía Térmica

El objetivo de esta sección es identificar oportunidades de conservación de energía en equipos que utilicen energía térmica.

1. ¿Tiene calderas en las instalaciones de su empresa?

Sí

No

Si su respuesta es no, favor continuar con la pregunta M.

¿Qué tipo y qué capacidad tienen las calderas instaladas en planta?

Tipo de Caldera	Cantidad	Capacidad
		Caballos caldera
Calderas pirotubular		
Caldera acuatubular		
De fluido térmico		
Otra_____		

2. ¿Con qué tipo de combustible funcionan su (s) calderas(s)?

Gas LP

Querosín

Leña

Gasolina

Búnker

Bagazo

Diesel

Otro

3. ¿Con qué frecuencia le da mantenimiento a sus calderas?

Cada 6 meses

Cada 5 años

Cada año

Nunca

Cada 2 años

4. ¿Cuál es el flujo de su(s) caldera(s)?, ¿Cuál es la temperatura de combustión de la chimenea? Y ¿Cuántas son las horas promedio de operación?

Tipo de caldera	Flujos de vapor (ton de vapor/hora)	No sabe	Temperaturas de los gases de combustión	No sabe	Horas de operación al año.	No sabe
Caldera pirotubular						
Caldera acuotubular						
Caldera de fluido térmico						
Otra						

5. ¿Cuál es la presión de operación de su caldera?

Tipo de caldera	Presión Ibs/plg²	Kg/cm²
Caldera pirotubular		
Caldera acuotubular		
De Flujo térmico		
Otra		
No sabe		

6. ¿Sus calderas cuentan con economizador?

Sí

No

7. ¿Su caldera cuenta con precalentadores?

Sí

No

8. ¿Su caldera cuenta con recuperación de condensados?

Sí No

9. ¿Cuentan con aislamiento térmico las tuberías de distribución de vapor de sus calderas?

Sí No

10. ¿Su empresa cuenta con calentadores? (si su respuesta es sí pase la siguiente pregunta, de lo contrario pase a la pregunta número 14)

Sí No

11. ¿Con qué tipo de combustible funcionan sus calentadores?

Gas LP Querosin

Leña Gasolina

Búnker Otro: _____

Diesel

12. ¿Cuál fue el consumo anual de los calentadores en el último año (enero 2012 – enero 2013)

13. ¿Cuántas horas al año se encuentran funcionando sus calentadores?, ¿cuál es la temperatura de la superficie del recipiente de trabajo de sus calentadores?, ¿Cuenta con aislamiento térmico el recipiente de trabajo de sus calentadores?

Calentador	Horas	Temperatura (°C)	Aislamiento	
			Sí	No
1				

14. ¿Su empresa cuenta con hornos? (si su respuesta es sí continúe con la pregunta O)

Sí

No

15. ¿Cuántas horas al año operan sus hornos? y ¿Cuáles son las temperaturas de la superficie de trabajo de su horno?

Horas	No sabe	Temperatura	No sabe

Aspectos ambientales

1. ¿Su empresa realiza un conteo de las emisiones de CO2 anuales?

Sí

No

2. ¿Le parece este un aspecto importante para la promoción de la empresa?

Sí

No

3. ¿A su empresa le parece importante contar con alguna certificación sobre el tema de carbono neutralidad?

Sí

No

4. ¿Cree que su empresa posee oportunidades de un potencial ahorro de energía en sus procesos?

Sí

No

5. ¿Cree que es importante realizar campañas en la empresa para reducir el consumo de energía?

Sí

No

6. ¿Estaría a favor de utilizar energías renovables para suministrar energía en su empresa, una vez realizados los estudios de factibilidad?

Sí

No

7. ¿Está su empresa interesada en recibir capacitaciones sobre los temas de ahorro de energía y sostenibilidad empresarial?

Sí

No

APÉNDICE 8.2: HERRAMIENTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN LAS VISITAS DE CAMPO

Datos a completar

Fecha: _____

Estudiante: Melanny Zúñiga Araya

Nombre de la empresa: _____

Datos de consumo energético en el proceso de producción

1. ¿Cuál fue el consumo promedio mensual de energía de este establecimiento, en el periodo enero-febrero? Pedir un consumo histórico de facturas mensuales de ser posible año de los 2 años anteriores.

kW/h: _____

Litros de combustible: _____

2. En promedio ¿Cuánto pagó por concepto de energía en el período enero – diciembre? Pedir un consumo histórico de facturas mensuales de ser posible año de los 2 años anteriores.

kW/h: _____

Litros de combustible: _____

3. ¿Qué tipo de tarifa eléctrica está conectado?

T-Re Residencial

T-Ge General

T-CS Preferencial

T-MT Media Tensión

Iluminación

1. De los siguientes equipos ¿Cuáles están operando en las instalaciones? (incluir oficina y planta productiva)

Alumbrado fluorescente (*lineal, compacto*)

Alumbrado incandescente (*Focos, lámparas halógenas tipo par, yodo cuarzo o dicroicas*)

Alumbrado de descarga (*Vapor de sodio de alta o baja presión, aditivos metálicos, vapor de mercurio, luz mixta*)

OTROS (Especificar).

2. ¿De cuánta potencia y cuántos son los equipos que hay en sus instalaciones?

Tipo de lámpara		Sí	No	Potencia (whatts)	Cantidad	Marca	Horas promedio de operación
Lámparas de alumbrado fluorescente	Alumbrado fluorescente lineal tipo			15-25			
				30			
				32			
				34			
				39			
				40			
				55			
				60			
				75			
				187-135			
				160-215			
				Otro: _____			

	Lámparas fluorescentes compactas			5-11			
				13-17			
				18-22			
				23-28			
				Otro: _____			

Tipo de lámpara		Sí	No	Potencia (whatts)	Cantidad	Marca	Horas promedio de operación
Lámparas de alumbrado incandescente	Lámparas o focos incandescentes			10-40			
				60-75			
				100			
				150-500			
				Otro			
	Lámparas halógenas (tipo reflector)			45-60			
				75-90			
				Otro			
	Lámparas halógenas (tipo yodo-cuarzo)			75-150			
				250-500			
				1000-1500			
				Otro			
	Lámparas halógenas (tipo			10-35			
				45-75			

	dicroicas)			Otro			
--	------------	--	--	------	--	--	--

Tipo de lámpara		Sí	No	Potencia (whatts)	Cantidad	Marca	Horas promedio de operación
Lámparas de alta intensidad de descarga	Aditivos metálicos			35-100			
				150-175			
				250-400			
				1000-1800			
				Otro			
	Vapor de mercurio			80-100			
				125-175			
				250-400			
				Otro			
	Luz mixta			160-175			
				250-400			
				500-1000			
				Otro			
	Vapor de sodio en alta presión			35-100			
				150-200			
				250-400			

				1000			
				Otro			
	Vapor de Sodio en baja presión			18-55			
				66-90			
				135-180			
				500 - 1000			
				Otro			

Aires acondicionados

1. De los siguientes tipos de equipo de aire acondicionado, ¿cuántos existen en las instalaciones de la empresa?

Tipo de ventana (12 000 a 33 000 BTU) _____

Tipo mini Split (12 000 a 60 000 BTU) _____

Tipo paquetes (18 000 a 600 000 BTU) _____

Tipo divididos (12 000 a 1 440 000 BTU) _____

No tiene ninguno _____

2. ¿Con qué tipo de gas refrigerante funcionan sus equipos de AC?

Freón

Amoniaco

Ecológico

Otro

3. ¿Cuál es la marca de los aires acondicionados que están?

Motores

1. Cantidad de motores: _____ -

Monofásicos _____

Trifásicos de inducción _____

Corriente directa _____

Otros _____

2. ¿Cuántas horas de operación trabajan sus motores eléctricos al año?

Potencia	Horas
Menos de 1 hp	
Entre 1 y 20 hp	
Entre 25 hp y 50 hp	
Entre 60 y 200 hp	
Entre 250 y 500 hp	
Mayor de 500 hp	

3. ¿Cuáles son las marcas de motores eléctricos?

Energía Térmica

1. ¿En promedio cual ha sido el consumo anual de las calderas en su empresa? Solicitar facturas de compra de combustible, si se puede de los últimos 2 años.

Hornos

1. ¿Qué tipo de hornos utilizan y cuántos tienen de cada uno?

Tipo de horno	Cantidad
Eléctrico	
Combustible Fósil (*)	
Otro	

(*) ¿Cuál? _____

2. ¿De qué potencia en kW es su horno?

_____ kW

_____ No sabe

3. ¿Cuál ha sido el consumo de combustible de sus hornos en el último año? Solicitar facturas de compra de combustible, si se puede de los últimos 2 años.

¿Cuenta con aislamiento térmico la superficie del recipiente de trabajo de sus hornos?

_____ Sí

_____ No

