

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS DEL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL
DE MEXICALI Y SUS IMPACTOS ENERGÉTICOS, ECONÓMICOS Y
AMBIENTALES**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN INGENIERÍA

PRESENTA:

JUAN CARLOS LING LÓPEZ

DIRECTOR

DR. HÉCTOR ENRIQUE CAMPBELL RAMÍREZ

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, DICIEMBRE 2012

Contenido.

Índice general.

Presentación é ..	11
Resumen é .	14
Capítulo 1. Introducción é ..	27
Definición del problema é ..	32
Justificación é	35
Objetivos é	38
Objetivo General é ..	38
Objetivos Específicos é ..	39
Alcances, Restricciones y Supuestos é é é é é é é é é é é é é é é é é .	39
Hipótesis é .	40
Capítulo 2. Antecedentes ..é é	41
Antecedentes del problema é	42
Las tendencias del uso de la energía é é é é é é é é é é é é é é	42
Impacto en la competitividad del sector industrial é é é é é é é é é ..	43
Programas de ahorro y uso eficiente de la energía é é é é é é é é é	44
Marco Teórico é	48
Uso de la energía en la industria é é é é é é é é é é é é é é é é	48
Indicadores energéticos del sector industrial é é é é é é é é é é ..	49
Uso eficiente de la energía é é é é é é é é é é é é é é é é é é ..	49
Ahorro de energía é ..	52
Energías renovables é .	52
Competitividad Industrial é é é é é é é é é é é é é é é é é é é ..	55
Valor agregado é ..	57
Viabilidad financiera é ..	58
Emisiones de gas de efecto invernadero é é é é é é é é é é é é .	59
Cogeneración é .	60

Capítulo 3. Metodología	62
Metodología	63
Conocer el perfil industrial del municipio del Mexicali	63
Conocer el perfil de consumo eléctrico de cada subsector	65
Establecer cuáles son los usos finales de mayor consumo eléctrico en el sector industrial	66
Determinar la intensidad eléctrica del sector industrial y sus tendencias en el tiempo	68
Cuantificar el potencial de ahorro de consumo por sector industrial	72
Cuantificar el potencial ahorro al sector eléctrico	75
Cálculo de la potencial reducción de emisiones a la atmósfera debido al ahorro de generación de energía eléctrica	76
 Capítulo 4. Resultados	 77
Perfil industrial del municipio de Mexicali	78
Perfil de consumo de electricidad por sector industrial de Mexicali	79
Comportamiento de la intensidad eléctrica del sector industrial y sus subsectores	81
Usos finales de mayor consumo de electricidad en el sector industrial de Mexicali	88
Patrones identificados en la industria de Mexicali	92
Potencial ahorro de consumo por sector industrial	92
Iluminación	92
Motores eléctricos	93
Generación de enfriamiento	94
Trigeneración	95
Ahorro total de consumo al sector eléctrico	97
Ahorro del sector eléctrico en infraestructura por ahorro de energía eléctrica del sector industrial	98

Ahorro en la facturación por electricidad al sector industrial é é é é é é é é ..	99
Reducción de emisiones a la atmósfera por generación de electricidad é é é .	100
 Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones é é é é é é é é é é é é ..	103
Conclusiones é ..	104
Recomendaciones é .	107
 Unidades y factores de conversión é é é é é é é é é é é é é é é é é é é .	109
Glosario, abreviaturas, siglas é ..	111
Referencias é .	115
 Anexos é	119
Anexo I. Industrias del Municipio de Mexicali según los padrones de CANACINTRA y la Secretaría de Desarrollo Económico del Estado de Baja California, al 2009 é ..	120
Anexo II. Instrumento Exploratorio Producto Proceso por Tipo de Industria é ...	128
Anexo III. Evaluación del uso final de la energía eléctrica en el sector industrial	130

Índice de Tablas.

RESUMEN.

Tabla1. Potencial de ahorro acumulado de energía eléctrica en el sector industrial por tipo de carga al 2030 é é é é é é é é é é é é	22
--	----

CAPÍTULO 1.

Tabla 1.1 Comparación del consumo de energía eléctrica del sector Industrial por municipios de Baja California. Fuente: (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005) é	33
--	----

CAPÍTULO 2.

Tabla 2.1 Impactos comparados entre la manufactura nacional, Baja California y Mexicali é .	44
---	----

CAPÍTULO 3.

Tabla 3.1 Subsectores industriales según el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2002. Fuente: (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002) é	64
Tabla 3.2. Clasificación de empresas según su número de empleados. Fuente: (Congreso de la Unión, 2002) é ..	64
Tabla 3.3: Precio medio del kWh en tarifa para el sector industrial. Fuente: (Secretaría de Energía, 2010) é	65
Tabla 3.4. Relación peso dólar promedio por año. Fuente: Banco de México é	70
Tabla 3.5. Precio medio del kWh en tarifa para el sector industrial. Fuente: cálculos propios a partir de datos de la Secretaría de Energía é é é é é é é .	70
Tabla 3.6. Subsectores de la industria de Mexicali con mayor consumo de energía eléctrica. Fuente: Cálculo propios a partir de datos de INEGI é é é é .	71
Tabla 3.7. Distribución del consumo en las cargas eléctricas en el sector industrial. Fuente: Datos propios obtenidos de encuestas a usuarios é é é é ..	72

Tabla 3.8. Factores de ahorro proyectados al 2030. Fuente. Cálculos propios a partir de PRONASE 2009	74
--	----

Tabla 3.9 Factores de emisión de gases a la atmosfera por la generación de electricidad	76
---	----

CAPÍTULO 4.

Tabla 4.1 Perfil de la industria de Mexicali por actividad y tamaño de la empresa	79
---	----

Tabla 4.2. Participación en el consumo y consumo acumulado de energía eléctrica en 2009 por subsector industrial. Fuente: Cálculos propios a partir de datos de censo económico INEGI 2009	80
--	----

Tabla 4.3. Porcentajes de variación en la intensidad de eléctrica por subsector para los periodos 1999-2004, 2004-2009 y 1999-2009. Fuente: Cálculos propios a partir de datos de censo económico INEGI 2009	84
--	----

Tabla 4.4. Resultados de prueba de hipótesis sobre media de cambio de intensidad eléctrica	85
--	----

Índice de Figuras

CAPÍTULO 1.

Figura 1.1. Precio medio de la energía eléctrica por tipo de usuario, 1993-2011 (Pesos de 2011/kilowatt-hora) é .	34
Figura. 1.2 Tasas de crecimiento de ventas de electricidad por sector en Baja California é .	37

CAPÍTULO 2.

Figura 2.1. Rangos de diferencia en eficiencia energética disponibles en los sectores de consumo final de energía é	47
Figura 2.2. Potencial de reducción de consumo final acumulado al 2030 a nivel nacional é ...	48
Figura 2.3. Corrientes de energía en un proceso é é é é é é é é é é é é é .	50

CAPÍTULO 4.

Figura 4.1 Consumo de energía eléctrica en 2009 por subsector industrial. Fuente: Cálculos propios a partir de datos de censo económico INEGI 2009 é	80
Figura 4.2 Consumo de energía eléctrica por el sector industrial de Mexicali. Fuente: Cálculos propios a partir de datos de censo económico INEGI 2009 é	82
Figura 4.3 Valor agregado generado por el sector industrial de Mexicali. (Millones de dólares): Fuente: Cálculos propios a partir de datos de censo económico INEGI 2009 é	82
Figura 4.4 Intensidad del uso de energía eléctrica por el sector industrial de Mexicali. (kWh/dólar de valor agregado generado) Fuente: Cálculos propios a partir de datos de censo económico INEGI 2009 é é é é é é é é é é é é é .	83
Figura 4.5 Resultado gráfico de la prueba de hipótesis Ho. La media de cambio en la intensidad eléctrica en los periodos analizados es igual a cero é .	86
Figura. 4.6. Consumo de energía eléctrica por subsector industrial de Mexicali,	

1999 a 2009. (kWh anual). 322 Industria del papel, 326 Industria del plástico y del hule, 332 Fabricación de productos metálicos, 334 Fabricación de equipo electrónico, 336 Fabricación de equipo de transporte é é é é é é é é é é é .	87
Figura 4.7. Cambio de la intensidad del uso de energía eléctrica por subsector industrial de Mexicali, 1999 a 2009. (kWh/dólar de valor agregado generado). 322 Industria del papel, 326 Industria del plástico y del hule, 332 Fabricación de productos metálicos, 334 Fabricación de equipo electrónico, 336 Fabricación de equipo de transporte é ..	87
Figura 4.8. Intensidad del uso de energía eléctrica por subsector industrial de Mexicali. (kWh/dólar de valor agregado generado). 322 Industria del papel, 326 Industria del plástico y del hule, 332 Fabricación de productos metálicos, 334 Fabricación de equipo electrónico, 336 Fabricación de equipo de transporte é ..	88
Figura 4.9 Incremento de Consumo respecto al mes de Enero Patrón (A) Empresa con área de producción con aire acondicionado (B) Empresa con área de producción sin aire acondicionado. Fuente: Datos obtenidos mediante encuestas a empresas é ..	89
Figura 4.10. Distribución del consumo por estructura de la tarifa eléctrica Fuente: Datos obtenidos mediante encuestas a empresas é é é é é é é é é ..	90
Figura 4.11. Distribución agregada de cargas eléctricas en Industria Electrónica e Industria Metal Mecánica. Fuente: Datos obtenidos mediante encuestas a empresas é ..	91
Figura 4.12 Potencial de ahorro de energía eléctrica por iluminación en el sector industrial de Mexicali é .	93
Figura 4.13 Potencial de ahorro de energía eléctrica por motores eléctricos en el sector industrial de Mexicali é .	94
Figura 4.14 Potencial de ahorro de energía eléctrica por generación de enfriamiento en el sector industrial de Mexicali é é é é é é é é é é é é é é ..	95
Figura 4.15 Potencial de ahorro de energía eléctrica por incorporación de tecnología de trigeneración en el sector industrial de Mexicali é é é é é é é ..	96
Figura 4.16 Potencial de ahorro de energía eléctrica total sin considerar el uso	

de tecnología de trigeneración en el sector industrial de Mexicali é é é é é é	97
Figura 4.17 Potencial de ahorro de energía eléctrica total incluyendo el uso de	
tecnología de trigeneración en el sector industrial de Mexicali é é é é é é é ..	98
Figura 4.18 Capacidad de planta diferida y el costo de infraestructura para la	
generación de electricidad en el sector eléctrico en Mexicali. Dólares 2009 é ..	99
Figura 4.19 Ahorro en facturación en el sector industrial a pesos de 2009 é é .	100
Figura 4.20 Reducción de emisiones de CO ₂ proyectadas al 2030 é é é é é .	101
Figura 4.21 Reducción de emisiones de SO ₂ proyectadas al 2030 é é é é é .	102
Figura 4.22 Reducción de emisiones de NO ₂ proyectadas al 2030 é é é é é .	102

Presentación.

Este trabajo se presenta como una respuesta a la necesidad de aportar elementos para un manejo estratégico de la energía eléctrica en el sector industrial de Mexicali. En la investigación, se incorporan elementos de análisis desde la perspectiva de los usos finales de la energía eléctrica en el sector industrial. El trabajo, nos encamina al cambio en la perspectiva de planeación del sector eléctrico, para pasar de una planeación basada en la oferta, a una planeación basada en la demanda.

La relevancia de este trabajo radica en que el sector industrial es el sector de mayor consumo de energía eléctrica en el municipio, el de mayor crecimiento en los últimos años, aunado al aumento a los precios de los energéticos y algunas particularidades como los factores climáticos, justifican la realización de este trabajo.

El análisis presentado, permite visualizar los efectos energéticos, económicos y ambientales del manejo del recurso eléctrico en la industria, evaluando el potencial de ahorro y uso eficiente de la energía en el sector.

En base a los objetivos específicos de esta investigación, se presenta una metodología que surge de la integración de diferentes metodologías utilizadas en diferentes estudios. Dicha metodología permitirá repetir el estudio en el futuro para incrementar la serie de tiempo del análisis en futuras investigaciones, así como la de replicar el estudio en otras regiones de México, al utilizar fuente de datos de los censos económicos y datos recolectados de campo, con instrumentos generados a partir de experiencias internacionales que han sido adaptadas para los objetivos particulares de este estudio.

En la investigación dentro de sus aportaciones se encuentra una descripción de consumo de energía eléctrica por el sector industrial de Mexicali, así como un análisis

del uso de la energía eléctrica para generar riqueza, definida como intensidad eléctrica y su tendencia del sector y de sus principales subsectores a través del tiempo. Este trabajo pretende aportar elementos para preservar la competitividad del sector. Al caracterizar el uso de la energía según el tipo de industria, será más fácil poder establecer que acciones de ahorro y uso eficiente de energía son viables y poder gestionar recursos ante instituciones como Fide, Comisión Nacional para Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) para la realización de dichos proyectos.

Otra aportación valiosa de esta investigación es el hecho de que sus resultados permiten tener una referencia para promover la inversión en el tipo de industria que genere mayor valor agregado por unidad de energía consumida o promover incentivos fiscales o tarifarios a aquellas empresas que implementen mejores prácticas en el uso de la energía según la rama industrial a la que pertenecen.

En el mismo sentido, este proyecto presenta información relevante en cuanto a la reducción de emisiones contaminantes y gases invernadero, con lo que se pueden abrir las puertas a financiamientos internacionales para proyectos que apoyan estas actividades donde además de aportar acciones del lado de la demanda del sector energético se estaría apoyando acciones para mitigar el impacto ecológico.

Dentro de los resultados, se encuentra el cómo y cuánto puede reducirse la tendencia de crecimiento anual actual del consumo de electricidad por parte del sector industrial, lo que implica diferir en el tiempo, el momento en que se requiere inversiones en infraestructura para la generación de energía eléctrica, lo que liberaría recursos que podrían transferirse a programas de ahorro y uso eficiente de la energía.

Resumen.

La energía es esencial para el desarrollo económico, social y para la mejora de la calidad de vida. Bajo este criterio, resulta importante el estudio de la energía dado que la sociedad por lo general busca mejorar las condiciones socioeconómicas lo que implicaría una dependencia de la energía para lograrlo.

Los ejes rectores de la Estrategia Nacional de Energía se encuentran basados en una planeación del lado de la oferta, pero no incluyen planeación hacia el lado de la demanda, es decir, no se considera el uso final de la energía como parte de los ejes rectores. Sólo en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012, se puede apreciar como un cambio en la política pública en su enfoque de planeación, debido a que se enfoca en los usos finales de la energía.

En el ámbito local, el municipio de Mexicali tradicionalmente se ha considerado que uno de los insumos que limita el desarrollo del sector industrial es el acceso a fuentes de energía de calidad a precios competitivos. Por tal motivo, es importante proveer a los tomadores de decisiones del sector público y privado de datos que permitan evaluar el progreso en el uso eficiente del recurso eléctrico para la generación de valor agregado como signo de mejora en la competitividad del sector industrial y de la generación de riqueza en la región.

Este trabajo responde a la necesidad de aportar elementos para un manejo estratégico de la energía eléctrica en el sector industrial de Mexicali, considerando algunas particularidades que justifican la realización de este trabajo.

La investigación se plantea las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las características del sector industrial en Mexicali en relación al uso y consumo de energía eléctrica, y cuáles de ellas impactan la competitividad del sector?
- ¿Cómo es el perfil de la industria de Mexicali?
- ¿Cómo es el perfil de consumo de energía eléctrica por cada subsector industrial?
- ¿Cuáles son los mayores usos de electricidad dentro de las industrias?
- ¿Qué tan eficiente es el consumo de energía eléctrica para generar riqueza?
- ¿Cuál es el potencial de disminución en el consumo de electricidad en el sector industrial?
- ¿Cuál es el potencial ahorro económico al sector eléctrico?
- ¿Cuál es el potencial de reducción de emisiones de gases a la atmosfera?

Hipótesis.

Å La media de cambio de la intensidad eléctrica (kWh/Valor Agregado) del sector industrial no ha variado significativamente en los periodos 1999-2004, 2004-2009 y 1999-2009.

Å Es posible reducir la relación kWh/Valor Agregado del sector industrial mediante la aplicación de medidas de ahorro y uso eficiente de energía.

Å El ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica contribuyen a incrementar la competitividad del sector Industrial.

Basando en diferentes definiciones de indicadores de desarrollo sustentable, para este trabajo se utiliza la intensidad eléctrica (relación kWh/Valor Agregado) como medida de

energía eléctrica necesaria para la generación de riqueza. Diferentes estudios a nivel mundial han atribuido el cambio en la intensidad energética del sector industrial a mejoras en la eficiencia energética.

Impacto en la competitividad del sector industrial.

Un estudio previo basado en un modelo insumo-producto considerando un incremento del 10% en el precio de los energéticos y su efecto en la actividad de los diferentes sectores, encontró que el sector manufacturero del municipio de Mexicali presenta una reducción 1.5% mayor a la que ocurre a nivel nacional, lo que según el documento, da pie a tomar en cuenta para la formulación de una política de precios de la electricidad.

Programas de ahorro y uso eficiente de la energía.

Son parte de la política pública para impulsar el ahorro y uso eficiente de la energía, así como la autogeneración. Ejemplo de este tipo de estrategias los podemos encontrar a nivel internacional como es el caso del programa implementado por la California Public Utilities Commission quién a partir del 2001 aprobó en el estado de California, EEUU el *Self-Generation Incentive Program (SGIP), o en el ámbito nacional, se cuenta con el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (Fide) como un fideicomiso privado sin fines de lucro para impulsar acciones y programas para fomentar el ahorro de energía eléctrica. Antecedentes en Baja California, encontramos el Programa de Ahorro Sistemático Integral ASI el cuál trabaja mediante un fideicomiso apoyando a los usuarios de tarifa residencial en la reconversión de sus equipos de baja eficiencia energética por equipos de alta eficiencia y en aislamiento térmico residencial. Y recientemente el Programa Nacional para el Ahorro Sustentable de la Energía 2009-2012 (PRONASE), el cual se concentra en estrategias de aprovechamiento sustentable

en los usos finales de la energía. Dicho programa identificó los principales usos finales de la energía que en base a criterios de costo y beneficio se centraría el programa. De las siete áreas cinco impactan al sector industrial Motores, Bombas, Edificaciones, Iluminación y Cogeneración.

En base a los objetivos específicos de esta investigación se ha desarrollado la metodología mediante la integración de otras metodologías utilizadas en diferentes estudios, con el fin de alcanzar los objetivos planteados en la investigación

Perfil industrial del municipio de Mexicali.

El perfil del sector industrial de Mexicali presenta una gran variedad en cuanto a su actividad, aunque si existen subsectores dominantes, por lo que se puede inferir, que existe una gran variedad de procesos. El subsector que cuenta con la mayor cantidad de unidades económicas es el de Fabricación de Productos Metálicos y se distribuye uniformemente entre pequeña, mediana y grande, le sigue el subsector de alimentos. La industria electrónica tiene una participación importante por el número unidades económicas y tiene la particularidad que las concentra en la clasificación de mediana y grande, lo que implica que es un subsector importante en la generación de empleos.

Perfil de consumo de electricidad por sector industrial de Mexicali.

El consumo de energía eléctrica se distribuye entre los subsectores sin poder considerar que hay un subsector ampliamente dominante. Si bien 9 de 21 subsectores no alcanzan el 1 % de participación en el consumo agregado del sector, 7 subsectores concentran el 80% del consumo. La distribución del consumo entre diferentes subsectores industriales representa una diversidad de tipos de cargas eléctricas por proceso.

Comportamiento de la intensidad eléctrica del sector industrial y sus subsectores.

En los datos analizados, se observa en el sector industrial del municipio de Mexicali, un incremento acumulado del consumo de Energía Eléctrica en el periodo de 1999 a 2009 de alrededor de 64%. El incremento en el consumo de energía eléctrica fue acompañado de un incremento similar en el valor agregado generado en el sector el cual acumuló en el mismo periodo un 76%.

Se puede observar una reducción en la intensidad del uso de la energía eléctrica por el sector industrial en el periodo 1999 a 2009, pero esta ha sido una reducción acumulada del 6.6%; dicho porcentaje de reducción se logra durante el periodo 1999 a 2004 donde se obtiene una reducción de 6.7% y durante el periodo 2004 a 2009, no existe cambio significativo, esto se interpreta como no mejoras en el uso eficiente de la energía eléctrica para generar valor agregado en el periodo.

En un análisis estadístico, La hipótesis que se plantea H_0 . La media de cambio en la intensidad eléctrica en los periodos analizados es igual a cero, evaluada con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$) da como resultado que para ninguno de los tres periodos el valor de P fue menor a 0.05, ni siquiera a 0.1, lo que significa que estadísticamente no hay cambio significativo en la variación de intensidad de uso de energía para ninguno de los periodos dados.

En el comportamiento por subsector se presenta una tendencia inconsistente, lo que se puede interpretar como que el movimiento en indicador corresponde más a una situación de cambios en la mezcla de productos, aparición o desaparición de empresas en el subsector que a una estrategia planeada de ahorro y uso eficiente de energía.

Usos finales de mayor consumo de electricidad en el sector industrial de Mexicali.

Los datos recolectados a las empresas mediante el instrumento diseñado arrojan información importante. Al revisar los datos de facturación en cuanto a consumo, se identificó la presencia de dos patrones: el primero corresponde a aquellas empresas que cuentan con aire acondicionado en sus áreas de producción y el segundo a aquellas que no cuentan con aire acondicionado en sus áreas de producción.

En ambos casos se presenta un incremento en el consumo en los meses de julio y agosto, que puede llegar cercano al 200% con respecto al periodo de invierno. Según el subsector industrial se detectó una distribución de cargas diferente, pero resalta la coincidencia en cuanto a la carga por motores los cuales se identifican como las mayores cargas (40%) seguido por los usos de generación de calor y generación de frío.

Las principales cargas identificadas en las empresas encuestadas son:

- Motores eléctricos, su capacidad es variada pero la gran mayoría son capacidades menores a los 5 hp. Los motores de mayor capacidad e intensidad de uso se utilizan en colectores de polvo (75 hp), Compresores de aire (150 hp) y en bombas de vacío.
- Hornos de precalentado y curado y procesos de termo-formado
- Equipo de aire acondicionado. Rango muy variado en capacidad y años de servicio, desde equipos separados.
- Equipo de bombeo de agua
- Maquinaria de procesos de manufactura en general.

Patrones Identificados en la Industria de Mexicali.

- Las empresas ya cuentan con dispositivos de iluminación aprovechando la luz natural, pero no se ha detectado algún otro tipo de aprovechamiento de energía renovable.
- Los edificios cuentan con algún tipo de aislante en muros y techos.
- Las empresas encuestadas cuentan con dispositivos para mejorar el factor de potencia.
- Las empresas grandes cuentan con programas mucho mejor estructurados encaminados al ahorro y uso eficiente de energía.
- Para procesos de alta demanda de energía térmica, su fuente de energía es el gas natural.
- Empresas medianas en naves industriales antiguas no han actualizado la tecnología en el aire acondicionado.
- No se ha detectado que se utilicen sistemas de recuperación de calor
- Se administra la carga de aire comprimido entre varios compresores, algunos de ellos de baja eficiencia.

Potencial de ahorro de consumo de energía eléctrica por sector industrial.

Considerando un escenario inercial de crecimiento del sector industrial de 3% anual, al aplicar las medidas de ahorro y uso eficiente de electricidad, se proyecta el potencial de ahorro acumulado de energía eléctrica al año 2030 mostrado en la tabla 1.

Tabla1. Potencial de ahorro acumulado de energía eléctrica en el sector industrial por tipo de carga al 2030.

Carga	Potencial de Ahorro Acumulado GWh	Acción a implementar
Iluminación	1017	Cambio de tecnología en las luminarias.
Motores Eléctricos	134	Cambio a motores de alta eficiencia.
Aire Acondicionado	540	Actualización de la tecnología existente.
Aire Acondicionado	234	Abatimiento por equipo de absorción.
	1675	Abatimiento por autogeneración en Trigeneración ¹ .

El ahorro acumulado en iluminación, aire acondicionado, motores eléctricos y la incorporación de trigeneración proyecta al año 2030 un ahorro acumulado de 3600 GWh., así como una diversificación de las fuentes de energía del sector.

Esta proyección significa cambiar la tendencia de crecimiento de 3% anual del consumo de electricidad por parte del sector industrial a 1.73% lo que representa un ahorro contra el escenario inercial al 2030 de 22%

Ahorro del sector eléctrico en infraestructura por ahorro de energía eléctrica del sector industrial.

Considerando que se difiere la instalación de infraestructura para la generación eléctrica, por el cambio de la tasa de crecimiento de consumo del sector industrial, para

¹ Trigeneración se define como procesos que combinan un proceso de cogeneración con un sistema de refrigeración por absorción que permiten recuperar los excedentes de energía térmica para enfriamiento

el año 2030, se calcula la inversión que difiere para garantizar la oferta es de 59.9 millones de dólares de 2009.

Ahorro en la facturación por el sector industrial.

La disminución en el consumo de energía eléctrica de la red, se proyecta como un ahorro en los costos de facturación para el sector industrial. El ahorro acumulado al 2030 alcanzaría los 3,995 millones de pesos.

Reducción de emisiones a la atmosfera por generación de electricidad.

En el caso de las emisiones, se presenta el escenario donde la reducción del consumo a la red eléctrica representa una reducción de emisiones del sistema de generación, pero el proceso de generación por autoabastecimiento genera emisiones a la atmósfera, lo que debe ser considerado en el balance de emisiones. Al considerar las emisiones por la generación distribuida en procesos de trigeneración, se evitan emisiones de CO₂ por un total acumulado al 2030 de 114,041 Toneladas.

Conclusiones.

En el documento se reportan una serie de conclusiones, de las cuales las más relevantes se pueden resumir en:

1. El valor agregado generado por el sector industrial ha tenido un comportamiento ascendente y acorde a este comportamiento, el consumo de energía eléctrica ha tenido un comportamiento similar en la misma proporción, midiendo la intensidad eléctrica en un periodo de diez años, encontramos que no hay un cambio en el indicador. Se ha mantenido con una variación marginal de 6.6% que según el resultado de la prueba estadística, hay mayor probabilidad de que sea el

resultado de cambios en la composición de la producción que por medidas de ahorro y uso eficiente de la electricidad.

Por lo que se concluye de la hipótesis planteada de que la medida de cambio en la intensidad eléctrica del sector industrial no ha variado significativamente en los periodos 1999-2004, 2004-2009 y 1999-2009.

2. Se puede concluir en cuanto los usos finales en la industria que las empresas utilizan el recurso de la luz natural para iluminación, pero que no hay penetración de alguna otra fuente de energía renovable, los edificios cuentan con algún tipo de aislamiento, las empresas tienen controlado el factor de potencia de sus instalaciones, las empresas grandes, cuentan con programas estructurados para el ahorro y uso eficiente de la energía. Las empresas en naves industriales antiguas no han actualizado la tecnología de aire acondicionado, no se identifica en las empresas sistemas de recuperación de calor, la fuente de energía térmica para alta demanda proviene del gas natural.

Existe potencial para implementar programas de ahorro y uso eficiente de energía en los usos de iluminación, motores eléctricos, generación de enfriamiento, en particular en aire acondicionado. Estos usos caen en la clasificación de suministros a los procesos, pero la energía consumida directamente por el proceso tiene usos muy generales que tendrían que irse optimizando caso por caso. La demanda de aire acondicionado abre la puerta a la trigeneración con el objetivo primario de abastecer las necesidades de aire acondicionado.

Por lo que se concluye a la hipótesis planteada que si es posible reducir la relación kWh/Valor Agregado al cambiar la tendencia de crecimiento de consumo del 3% anual a 1.72% anual.

3. Al analizar los usos finales de la energía en la industria, se puede identificar el impacto que tienen la necesidad de climatización en el verano, componente que en otras regiones no es tan crítico. Esto provoca un incremento en el consumo eléctrico que si es un factor que afecta la competitividad del sector. Es por ello, que los ahorros proyectados tanto al sector industrial por concepto de facturación como al sector eléctrico por infraestructura permiten concluir:

El ahorro y uso eficiente de la energía si contribuye a incrementar la competitividad del sector industrial al diversificar la fuente de los recursos y reducir su costo.

Recomendaciones.

Para el logro de los escenarios planteados se recomienda tanto al sector público como al sector industrial las siguientes acciones:

1. Instalación de equipos de trigeneración para abastecer la demanda de aire acondicionado al momento de sustitución de equipos y en las nuevas instalaciones
2. Actualización del parque de compresores y el redimensionamiento del banco de compresores acorde a la demanda real de los procesos.
3. Participar de los programas derivados del PRONASE para la sustitución de los sistemas de iluminación, motores eléctricos y aires acondicionados

4. Incorporación de energías renovables a los procesos productivos, no sólo a la iluminación.
5. Incorporar sistemas de recuperación de calor de rechazo de los diferentes procesos
6. Incentivar la industria de fabricación de equipo de transporte, fabricación de productos metálicos y la fabricación de equipos electrónicos que son los sectores que presentan menor intensidad eléctrica; por el contrario, no promover los sectores de las industrias metálicas básicas, industria del papel y la industria del plástico y hule, que presentan la mayor intensidad energética.
7. Promover la ampliación de la red de gas natural para que más empresas puedan realizar trigeneración, disminuyendo el consumo al sector eléctrico.
8. Revisar el esquema tarifario del sector industrial para ayudar a mantener la competitividad del sector por efectos de clima en comparación de otras regiones.
9. Ampliar las estrategias apoyadas en el PRONASE para incluir a la trigeneración.

Capítulo 1. Introducción.

Introducción.

La energía es esencial para el desarrollo económico y social y para la mejora de la calidad de vida (International Atomic Energy Agency, 2005). Bajo este criterio, resulta importante el estudio de la energía dado que la sociedad por lo general busca mejorar las condiciones socioeconómicas lo que implicaría una dependencia de la energía para lograrlo. Gran parte de la energía que se produce y utiliza en el mundo se hace de un modo que no sería sostenible en el largo plazo. Como lo plantea la International Atomic Energy Agency (IAEA), para poder evaluar el progreso en la búsqueda de un desarrollo energético sostenible, es necesario establecer indicadores que permitan dar seguimiento a los cambios de las variables relacionadas con el uso eficiente de la energía. La situación de crisis económica mundial, así como las metas mundiales para mitigar el cambio climático y la volatilidad de los precios de los energéticos, se convierten en un área de oportunidad para que los gobiernos inicien una revolución en la reducción de emisiones (International Energy Agency, 2009). Los estudios realizados por la International Energy Agency (IEA) muestran que las políticas de los gobiernos pueden y deben ayudar a incrementar los proyectos de ahorro y uso eficiente de energía aprovechando el apoyo a los sistemas financieros y utilizando estos para financiar los cambios encaminados al ahorro y uso eficiente de la energía.

En el ámbito nacional, la Secretaría de Energía dicta la Estrategia Nacional de Energía, la cual tiene como sus ejes rectores la Seguridad Energética, la cual busca asegurar la disponibilidad de la energía a las generaciones presentes y futuras mediante la diversificación de fuentes de energía, incrementar la infraestructura y el desarrollo de capacidades humanas y técnicas para la producción y aprovechamiento de la energía;

La Eficiencia Económica y Productiva, la cual busca proveer la energía que demanda el país al menor costo posible, garantizando la oferta suficiente, continua y de calidad a precios competitivos, incorporar las mejores prácticas transparencia, rendición de cuentas, apertura a mercados internacionales para beneficio del mercado nacional; y la Sustentabilidad Ambiental, la cual busca de manera progresiva reducir los impactos ambientales relacionados con la producción y consumo de energía (Secretaría de Energía, 2012). Los ejes rectores Estrategia Nacional de Energía se encuentran basados en una planeación del lado de la oferta, pero no incluyen planeación hacia el lado de la demanda, es decir, no se considera el uso final de la energía como parte de los ejes rectores. Sin embargo en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012, se integran estrategias para el aprovechamiento sustentable en los usos finales de la energía (Diario Oficial, 2009), lo que se puede apreciar como un cambio en la política pública en su enfoque de planeación.

El municipio de Mexicali capital del Estado de Baja California, ha tenido una evolución de sus actividades económicas en los últimos cuarenta años, pasando de una economía basada en la agricultura a una economía centrada en la industria, fenómeno motivado por su ubicación geográfica, los esquemas fiscales para la industria maquiladora y la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

Debido a esta transformación de la economía, el gobierno local como parte de sus funciones, busca dirigir la actividad económica de la región hacia actividades, que por diferentes factores, presentan una mejor competitividad para enfrentar la competencia globalizada por los mercados. Uno de los principales factores de competitividad es la disponibilidad de los recursos (Porter, 1990). En el contexto local en el municipio de

Mexicali, encontramos que su industria ha concentrado sus fuentes de energía en la energía eléctrica y el gas natural. Tradicionalmente se ha considerado que uno de los insumos que limita el desarrollo del sector es el acceso a fuentes de energía de calidad a precios competitivos, en especial la energía eléctrica debido a su costo. Así se ha hecho notar en los posicionamientos de La Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA) Mexicali, en la que solicitan a las autoridades no aumenten los costos de los energéticos, por las afectaciones que sufre el sector industrial ya que las empresas tienen un problema de flujo y liquidez para hacerles frente (Canacintra Mexicali, 2010) Así lo muestran también los estudios realizados por la Comisión para el Ahorro de Energía de Mexicali (CAEMM) citados por Francisco Sosa (Sosa, 2007) donde determinaron que la temperatura máxima para el verano en la región es igual o mayor a 35°C contra el criterio utilizado por la Comisión Federal de Electricidad que parte de un factor de 31°C por lo que se determinó que a partir de este criterio la política tarifaria es insuficiente. Algunos actores del sector público argumentan que no es el precio de la energía, sino los volúmenes de consumo por las condiciones climatológicas y la falta de prácticas encaminadas al ahorro y uso eficiente de la energía lo que limita la competitividad del sector. Por tal motivo, es importante proveer a los tomadores de decisiones del sector público y privado de datos que permitan evaluar el progreso en el uso eficiente del recurso eléctrico para la generación de valor agregado como signo de mejora en la competitividad del sector industrial.

Este trabajo responde a la necesidad de aportar elementos para un manejo estratégico de la energía eléctrica en el sector industrial de Mexicali. Debido a que es el sector de mayor consumo en el municipio, el de mayor crecimiento en los últimos años (Instituto

de Ingeniería, UABC, 2006), aunado al aumento a los precios de los energéticos y algunas particularidades como los factores climáticos justifican la realización de este trabajo. El estudio se plantea para conocer el uso final actual de la energía eléctrica en la industria y el impacto en la demanda al sector eléctrico y en la competitividad del sector industrial al aplicar acciones encaminadas al ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica. Con estos elementos se planea tener las bases para diseñar una estrategia que permita bajo un esquema de viabilidad financiera y ecológica manejar el recurso energético como un factor para incrementar la competitividad del sector Industrial.

Este trabajo aborda la problemática del uso de la energía en la industria del municipio de Mexicali dadas las particularidades de tipo de industria, situación geográfica, clima y disponibilidad de diferentes energéticos considerando que la energía es un insumo que impacta la competitividad de la industria local y por ende el desarrollo económico de la región.

El presente documento ha sido organizado en cinco capítulos en donde se presenta en el capítulo uno la introducción al tema de investigación, el problema, la justificación de abordar dicha problemática, así como los objetivos de la investigación e hipótesis. En el capítulo dos, se tratan los antecedentes que atañen a la problemática planteada, así como el marco teórico del que se basa la investigación. En el capítulo tres, se describe la metodología utilizada en el desarrollo del trabajo. En el capítulo cuatro, se plantean los resultados de la investigación alineados a los objetivos particulares planteados en el capítulo uno. El capítulo cinco, se refiere a las conclusiones y recomendaciones que se derivan de la investigación. Se agregan las secciones de Unidades de conversión,

Glosarios, abreviaturas y siglas, así como la sección de Bibliografía. Al final se encuentran los documentos anexos.

Definición de problema.

Históricamente el sector energético en el país fue monopolizado por el Estado lo que ha fomentado una planeación energética sólo del lado de la oferta y por otro lado una falta de involucramiento del lado de la demanda. La energía es un insumo para prácticamente todos los procesos industriales, por lo que una planeación no integral del sector energético conlleva un impacto negativo sobre la competitividad del sector industrial con respecto a otras regiones.

El insumo de energía eléctrica ha sido señalado por el sector industrial como un factor que afecta su competitividad, por eso es necesario evaluar el uso de la energía en la industria, obtener y sistematizar información que permita diseñar políticas, planes, programas y proyectos para el uso eficiente energía eléctrica como factor para elevar la competitividad de este sector en la región.

Considerando los antecedentes del estudio en relación al uso y consumo de la energía eléctrica, se identifica la necesidad de desarrollar una evaluación del impacto del ahorro y uso eficiente de la energía en la industria para el municipio de Mexicali que sirva de base para diseñar una estrategia para elevar la competitividad del sector.

En el municipio de Mexicali tradicionalmente se ha considerado que uno de los insumos que limita el desarrollo del sector industrial es el acceso a fuentes de energía de calidad y a precios competitivos en especial la energía eléctrica debido al costo, aunque se argumenta que no es el precio del energía sino los volúmenes de consumo

por las condiciones climatológicas y a la falta de prácticas encaminadas al ahorro y uso eficiente de la energía. Aunque si bien para algunas industrias el impacto del costo de los energéticos es bajo comparado con el costo total de producción, hay empresas que principalmente en verano donde se registran los más altos consumos sufren un estado de parálisis operativa esperando sobrevivir la temporada de verano, que es cuando se recrudece esta problemática, lo que impacta directamente en el desarrollo económico de la región. Esto lo podemos comprobar en la comparativa sobre los consumos de energía por unidad económica del sector industrial donde claramente en Mexicali es mayor comparado con los demás municipios del estado (Tabla 1.1).

Tabla 1.1 Comparación del consumo de energía eléctrica del sector Industrial por municipios de Baja California. Fuente: (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005)

DESC_MPIO	UNIDADES ECONOMICAS	CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA (Miles de pesos)	CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA (Miles de pesos) / UNIDADES ECONÓMICAS DEL SECTOR INDUSTRIAL
ENSENADA,BCN.	705	115692	164.10
MEXICALI,BCN.	1094	737385	674.03
TECATE, BCN.	201	67355	335.10
TIJUANA, BCN.	2346	1081399	460.95
PLAYAS DE ROSARITO,BCN.	172	11216	65.21

Considerando que la energía eléctrica es el principal energético para el sector industrial de Mexicali, se identifica la problemática de la tendencia a incrementar su precio como lo han venido haciendo desde el año 2000 hasta la fecha (Figura 1.1), lo que obliga al sector a tomar acciones encaminadas a establecer una planeación integral sobre el uso de los energéticos.

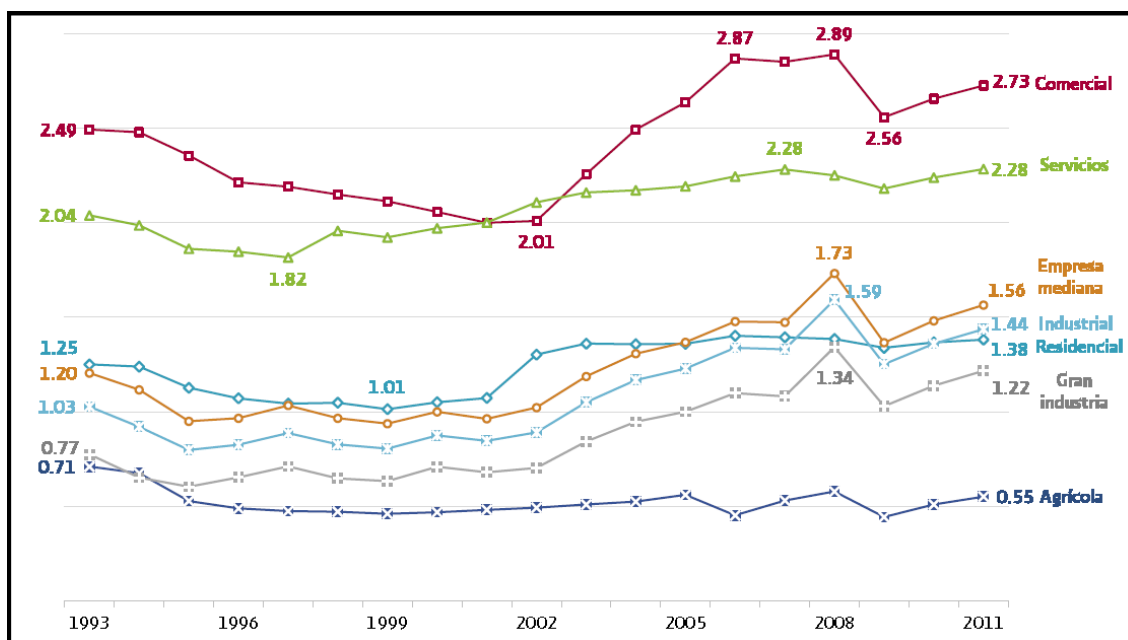


Figura 1.1 Precio medio de la energía eléctrica por tipo de usuario, 1993-2011
(Pesos de 2011/kilowatt-hora). Fuente: CFE

Se ha planteado en el documento “Actualización de la Planificación Energética de las ciudades de Mexicali y Tijuana Baja California” (Instituto de Ingeniería, UABC, 2006) la necesidad de realizar una planeación energética integral lo que implica establecer acciones por parte de la oferta pero también por parte de la demanda (consumidores). A diferencia del enfoque tradicional que se ha centrado en el lado de la oferta energética. Prueba de la falta de involucramiento por parte de la demanda es que hasta el último censo económico (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005) no había registrada ninguna industria en el municipio participado en la producción de electricidad bajo alguno de los esquemas permitidos en la legislación vigente. Y sólo a la fecha una empresa se tiene registro de la utilización de una turbina de gas para autoabastecimiento. Por lo que es importante abordar la planeación energética de parte de la demanda.

La problemática presentada como resultado de la investigación documental realizada, ha llevado a abordar el problema de la investigación a través de la siguiente pregunta:

- ¿Cuáles son las características del sector industrial en Mexicali en relación al uso y consumo de energía eléctrica, y cuáles son sus impactos energéticos, económicos y ambientales?

El trabajo realizado respondió a las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cómo es el perfil de la industria de Mexicali?
2. ¿Cómo es el perfil de consumo de energía eléctrica por cada subsector industrial?
3. ¿Cuáles son los mayores usos de electricidad dentro de las industrias?
4. ¿Qué tan eficiente es el consumo de energía eléctrica para generar riqueza?
5. ¿Cuál es el potencial de disminución en el consumo de electricidad en el sector industrial?
6. ¿Cuál es el potencial ahorro económico al sector eléctrico?
7. ¿Cuál es el potencial de reducción de emisiones de gases a la atmosfera?

Justificación.

La selección del sector industrial como objeto de estudio en este trabajo se basa en el peso que representa como consumidor de energéticos en la región. Como ejemplo tenemos el caso de la energía eléctrica donde contando con el 1% de los usuarios el sector industria consume el 59% de las ventas de electricidad, lo que significa que

impactando un número reducido de usuarios es posible crear un impacto sensible en la demanda total (Instituto de Ingeniería, 2006).

En base a los resultados de la revisión documental realizada, se encuentra que ha sido evaluado el impacto del incremento del costo de los energéticos para el sector industria, pero no se cuenta con información publicada por parte de las instancias gubernamentales, relacionada con la evaluación del impacto de acciones del lado de la demanda para Baja California o Mexicali en lo específico. Estas evaluaciones de impacto pueden servir como justificación para financiar acciones como conversiones tecnológicas orientadas al ahorro y uso eficiente de la energía así como la introducción en la industria de las fuentes renovables de energía.

El estudio propone evaluar en particular la industria ubicada en Mexicali debido a las características específicas de la región en cuanto a clima, la ubicación geográfica, acceso a diferentes energéticos y el tipo de industria de la región.

El crecimiento constante de la demanda en el sector industrial es más crítico, ya que es cercano al doble (Figura 1.2) que el promedio de los otros sectores, lo que demanda una especial atención.

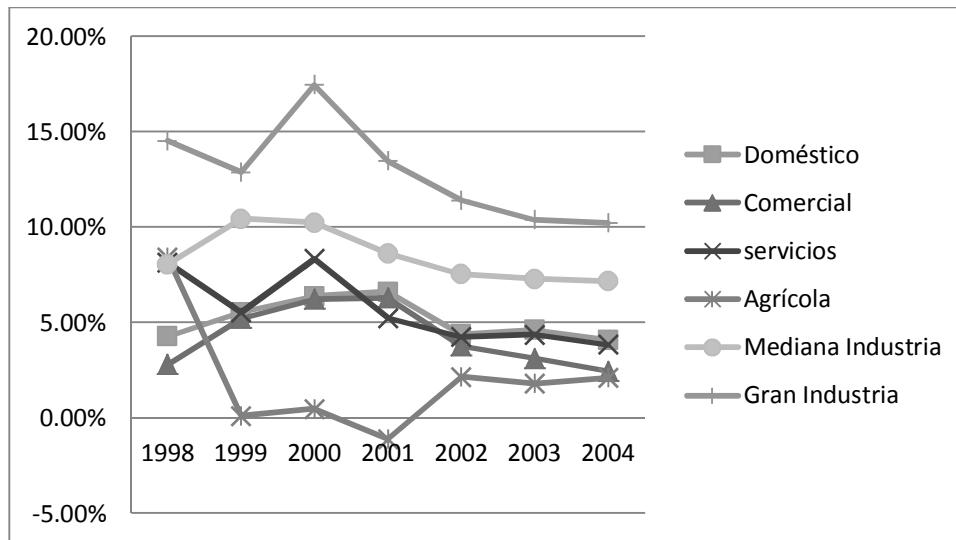


Figura. 1.2 Tasas de crecimiento de ventas de electricidad por sector en Baja California. Fuente: UABC, a partir de estadísticas de CFE, 2005.

Considerando a la competitividad de las empresas como un factor importante para el desarrollo regional, el precio de los energéticos es un factor que justifica la especial atención del sector, ya que en el caso de Mexicali los dos principales energéticos para la industria son la electricidad y el gas natural y ambos han tenido una tendencia a la alza en sus precios y se proyecta que esta tendencia se mantendrá constante en los próximos años.

Dado que la industria en Mexicali en su mayoría pertenece al ramo maquiladora sus productos son principalmente para exportación, lo que implica que la competencia del sector se encuentra globalizada y por ende se convierte en un sistema sensible a cambios externos. Por ello una planificación integral de la energía es fundamental para preservar la competitividad del sector industrial, este trabajo pretende aportar elementos para preservar la competitividad del sector. Al caracterizar el uso de la energía según el tipo de industria será más fácil poder establecer que acciones de ahorro y uso eficiente de energía son viables y poder gestionar recursos ante

instituciones como Fide, Comisión Nacional para Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) para la realización de dichos proyectos.

Otra aportación valiosa de esta investigación es el hecho de que sus resultados permiten tener una referencia para promover la inversión en el tipo de industria que genere mayor valor agregado por unidad de energía consumida o promover incentivos fiscales o tarifarios a aquellas empresas que implementen mejores prácticas en el uso de la energía según la rama industrial a la que pertenecen.

En el mismo sentido, este proyecto presenta información relevante en cuanto a la reducción de emisiones contaminantes y gases invernadero, con lo que se pueden abrir las puertas a financiamientos internacionales para proyectos que apoyan estas actividades donde además de aportar acciones del lado de la demanda del sector energético se estaría apoyando acciones de impacto ecológico.

Objetivos.

Los objetivos planteados en la investigación fueron los siguientes:

Objetivo general:

- Caracterizar el sector industrial en Mexicali para conocer el comportamiento del uso y consumo de la energía eléctrica y el impacto en su competitividad con el objeto de diseñar una estrategia para mejorar la competitividad del sector industrial bajo un esquema de viabilidad financiera, y generar recomendaciones al sector.

Objetivos específicos:

1. Conocer el perfil de la industria de Mexicali.
2. Conocer el perfil de consumo de energía eléctrica por cada subsector industrial.
3. Identificar cuáles son los mayores usos finales de electricidad dentro de las industrias.
4. Determinar el comportamiento de la intensidad eléctrica del sector industrial y sus subsectores.
5. Determinar el potencial de disminución en el consumo de electricidad en el sector industrial.
6. Determinar la liberación de recursos para acciones de ahorro y uso eficiente al diferir inversiones para infraestructura del sector eléctrico.
7. Determinar el potencial de reducción de emisiones de gases a la atmosfera

Alcances, restricciones y supuestos.

- El presente trabajo se delimita geográficamente al municipio de Mexicali y sectorialmente al ramo industrial.
- La calidad de la energía eléctrica es importante para evitar paros en los procesos industriales y evitar disturbios en los equipos, pero quedó fuera del alcance del proyecto.
- A pesar de que la competitividad industrial es multifactorial, para este trabajo sólo se aborda el componente de disponibilidad de los recursos en particular el de la energía eléctrica.

- Se utiliza como indicador la intensidad eléctrica industrial, definida en este mismo trabajo como la relación entre kWh / Unidad de valor agregado. Estos dos factores pueden tener variaciones multifactoriales los cuales quedan fuera del alcance de este documento
- A pesar de que existen una serie de indicadores propuestos para evaluar diferentes aspectos económicos, industriales relacionados con la energía, existen restricciones de acceso a la información tanto por los entes del sector público como del privado.
- Los censos económicos, fuente de diversos datos en este trabajo, se realizan en periodos de quinquenales lo que evita generar series de datos en periodos anuales en algunos casos del documento.
- El número de empresas que aceptaron participar en el levantamiento de información de sus diferentes procesos, fue limitado, por lo que en algunos casos, no se alcanzaría definir estadísticamente como muestras representativas.

Hipótesis.

Â La media de cambio de la intensidad eléctrica (kWh/Valor Agregado) del sector industrial no ha variado significativamente en los periodos 1999-2004, 2004-2009 y 1999-2009.

Â Es posible reducir la relación kWh/Valor Agregado del sector industrial mediante la aplicación de medidas de ahorro y uso eficiente de energía.

Â El ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica contribuyen a incrementar la competitividad del sector Industrial.

Capítulo 2. Antecedentes.

Antecedentes del Problema.

Las tendencias del uso de la energía.

Hay una fuerte relación entre el uso de la energía y la actividad económica. La relación entre el uso de la energía y el crecimiento económico es recíproco; mayor desarrollo también induce mayor uso de energía, de tal forma que el uso de energía se utiliza como un indicador de la actividad económica y de su desempeño (Kemmler & Spreng, Energy indicators for tracking sustainability in developing countries, 2005). La intensidad energética de la economía, definida como la relación entre el total de energía consumida y Producto Interno Bruto, indica que tan eficientemente se utilizan los recursos energéticos en la producción de bienes y servicios. Diferenciando el uso de la energía en cada sector económico (transporte, servicio, industria, agricultura) y su intensidad energética, hace más útil el indicador por que nos permite evitar actividades de alta intensidad energética (Kemmler & Spreng, 2007).

En 2005, la Agencia Internacional de Energía Atómica publicó el documento "Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies" (International Atomic Energy Agency, 2005) en el cual se listan una serie de indicadores en diferentes aspectos para evaluar y orientar hacia un desarrollo sustentable las diferentes actividades humanas. En el caso del sector industrial, la intensidad del uso de la energía en la industria la define como la razón existente entre la energía utilizada en el sector con el valor agregado generado por el mismo. Este indicador puede ser utilizado para analizar tendencias de eficiencia energética, cambios en la composición de la producción y en la mezcla de fuentes energéticas, así como la evaluación de tendencias en los cambios y mejoras tecnológicas en la estructura del sector industrial.

Aunque no hay un acuerdo mundial directamente relacionado a la reducción de la intensidad del uso de la energía en la industria, acuerdos internacionales de reducción de emisiones pueden influenciar el nivel de intensidad energética de la industria (International Atomic Energy Agency, 2005).

Un estudio realizado por la Agencia Internacional de Energía (IEA) muestra que a nivel mundial de 1990 al 2005, el sector industrial ha demandado 21% más de energía, mientras que para un grupo de 21 países miembros de la IEA, el incremento de la producción en el mismo periodo ha sido del 39%, el aumento en el consumo de energía fue sólo del 5% a diferencia del 21% mostrado a nivel mundial. Esta diferencia se atribuye a las mejoras en la eficiencia energética del sector.(Internatinonal Energy Agency, 2008)

Un estudio realizado sobre la intensidad energética de los Estados Unidos analizando el periodo de 1974 a 1997, atribuye la reducción de la intensidad energética en el sector manufactura en un 82% a la mejora de la eficiencia energética y un 18% al cambio de actividad industrial (Metcalf, 2008). En el caso de California, estado americano frontera con Mexicali, en un periodo similar 1997 -2008 el uso final real de la energía en su industria decreció 5 por ciento. Esas tendencias resultaron en un decremento general en la intensidad energética de 43 por ciento (Hasanbeigi, et al., 2012). Estos dos estudios sirven de referencia para sostener la hipótesis de que las mejoras en la intensidad energética van ligadas a acciones de uso eficiente de la energía.

Impacto en la competitividad del sector industrial.

En el documento "Actualización de la Planificación Energética de las ciudades de Mexicali y Tijuana Baja California" (Instituto de Ingeniería, UABC, 2006) basado en un modelo insumo-producto considerando un incremento del 10% de incremento en el precio de los energéticos y su efecto en la actividad de los diferentes sectores, se encontró que si bien a nivel estatal, el sector manufacturero no tendría un diferencial significativo respecto al impacto a nivel nacional, lo que no justificaría una política de precio especial de energéticos para Baja California, pero comparando los resultados a nivel municipal, se encontró que el sector manufacturero del municipio de Mexicali presentaría una reducción 1.5% mayor a la del nivel nacional, Como podemos apreciar en la Tabla 2.1 la mayoría de los sectores manufactureros analizados tendrían una afectación mayor que la media nacional, lo que según el documento, da pie a tomar en cuenta para la formulación de una política de precios de la electricidad.

Tabla 2.1 Impactos comparados entre la manufactura nacional, Baja California y Mexicali.

CNAE	Actividad económica	Impacto sobre la actividad (%)		
		Baja California	Nacional	Mexicali
37	Industrias metálicas básicas	-7.6	-7.4	-8.9
33	La industria de la madera	-6.7	-7.5	-9.4
36	Productos minerales no metálicos	-6.7	-7.6	-8.7
39	Otras industrias manufactureras	-6.2	-6.3	-9.3
34	Productos de papel y cartón	-6.1	-6.8	-7.8
35	Sustancia química y derivados del petróleo	-5.9	-7.5	-7.7
32	Textiles y prendas de vestir	-4.7	-6.8	-8.4
38	Productos metálicos, maquinaria y equipo	-4.7	-6.2	-5.7
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	-4.5	-6.1	5.3

El documento pretende aportar elementos que sirvan para motivar la inversión en nuevas tecnologías para aumentar la eficiencia energética por el sector industrial mediante el planteamiento de una estrategia conjunta entre los diferentes actores que fomenta acciones de manejo responsable de la energía en el sector industrial.

Programas de ahorro y uso eficiente de la energía.

Ejemplo de este tipo de estrategias es el programa implementado por la California Public Utilities Commission quién a partir del 2001 aprobó en el estado de California, EEUU el *Self-Generation Incentive Program (SGIP) un programa de incentivos para alentar al sector comercial y residencial a instalar tecnologías de generación limpias para satisfacer total o parcialmente sus necesidades de electricidad. El pago de incentivos variaba según el tipo de sistema instalado, los cuales incluían: sistemas fotovoltaicos, microturbinas, pequeñas turbinas de gas, motores de combustión interna y turbinas de viento (California Public Utilities Commission) El programa ha logrado en 441 proyectos liberar capacidad por 227 MW.

En 1990 por iniciativa de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) se crea el Fideicomiso para el ahorro de Energía Eléctrica (Fide) como un fideicomiso privado sin fines de lucro para impulsar acciones y programas para fomentar el ahorro de energía eléctrica. Fide cuenta con varios programas de ahorro de energía, en especial el programa de Eficiencia Energética dirigido a los sectores comercio, servicio, industria y Municipios. El programa brinda apoyo de asesoría y financiamiento para modernización de instalaciones, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías mediante la sustitución de equipos. Al 2012, en 22 años de operación ha realizado más de 4600 proyectos de eficiencia energética en los sectores industria, comercio y servicios. Entre otras actividades que realiza el Fide es la capacitación de Promotores de Ahorro de Energía Eléctrica para la realización de proyectos de ahorro de energía en los sectores industria, comercio y servicios (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, 2012).

Entre los últimos antecedentes en Baja California se encuentra el Programa de Ahorro Sistemático Integral ASI el cuál trabaja mediante un fideicomiso apoyando a los usuarios de tarifa residencial en la reconversión de sus equipos de aire acondicionado, iluminación y refrigeradores de baja eficiencia energética por equipos de alta eficiencia y en aislamiento térmico, logrando una reducción en la facturación por concepto de energía eléctrica, ahorro de combustibles y reducción de emisiones contaminantes por el sector eléctrico. Desafortunadamente el programa sólo abarcó a los consumidores de tarifa residencial, dejando al margen al los diferentes sectores productivos de la región (Programa de Ahorro Sistemático Integral, 2012).

Con base en el Programa Sectorial de Energía 2007-2012, a la Ley para el Aprovechamiento sustentable de la Energía surge el Programa Nacional para el Ahorro Sustentable de la Energía 2009-2012 (PRONASE), el cual se concentra en estrategias de aprovechamiento sustentable en los usos finales de la energía. Dicho programa identificó los principales usos finales de la energía que en base a criterios de costo y beneficio se centraría el programa (Figura 2.1). Se muestran seis usos finales de la energía y se agrega la Cogeneración como una séptima área de oportunidad. De las siete áreas cinco impactan al sector industrial Motores, Bombas, Edificaciones, Iluminación y Cogeneración. Las cinco áreas significan un impacto al consumo de energía eléctrica lo que lo hace relevante para el presente estudio.

Crecimiento anual del consumo total por sector

Porcentaje, 2008 – 2030

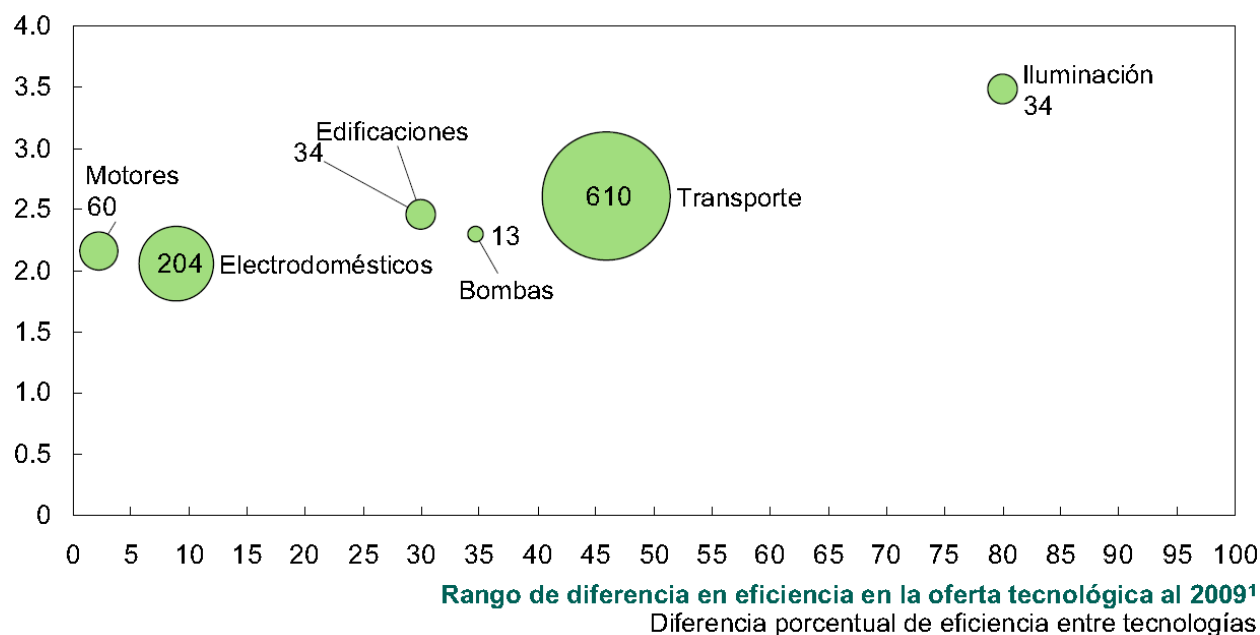


Figura 2.1. Rangos de diferencia en eficiencia energética disponibles en los sectores de consumo final de energía. Fuente: (Diario Oficial, 2009)

Vale la pena señalar que existen áreas de oportunidad que fueron excluidas del programa debido a que no superan los criterios de costo-beneficio tales como: Incremento de la eficiencia del transporte público, calentamiento de agua solar, hornos más eficientes, entre algunas otras referentes a optimización (Diario Oficial, 2009).

El PRONASE ha realizado la proyección de ahorros potenciales en cada una de las siete áreas de oportunidad. (Figura 2.2). Se puede apreciar que la mayor reducción se espera en las mejoras en el transporte automotor, sin embargo esta área queda fuera del alcance de este estudio. El PRONASE maneja cifras y promedios nacionales, por lo que se contrastará contra la realidad de las prácticas de consumo local para validar, o sugerir la inclusión de temas a la política pública no consideradas en este programa.

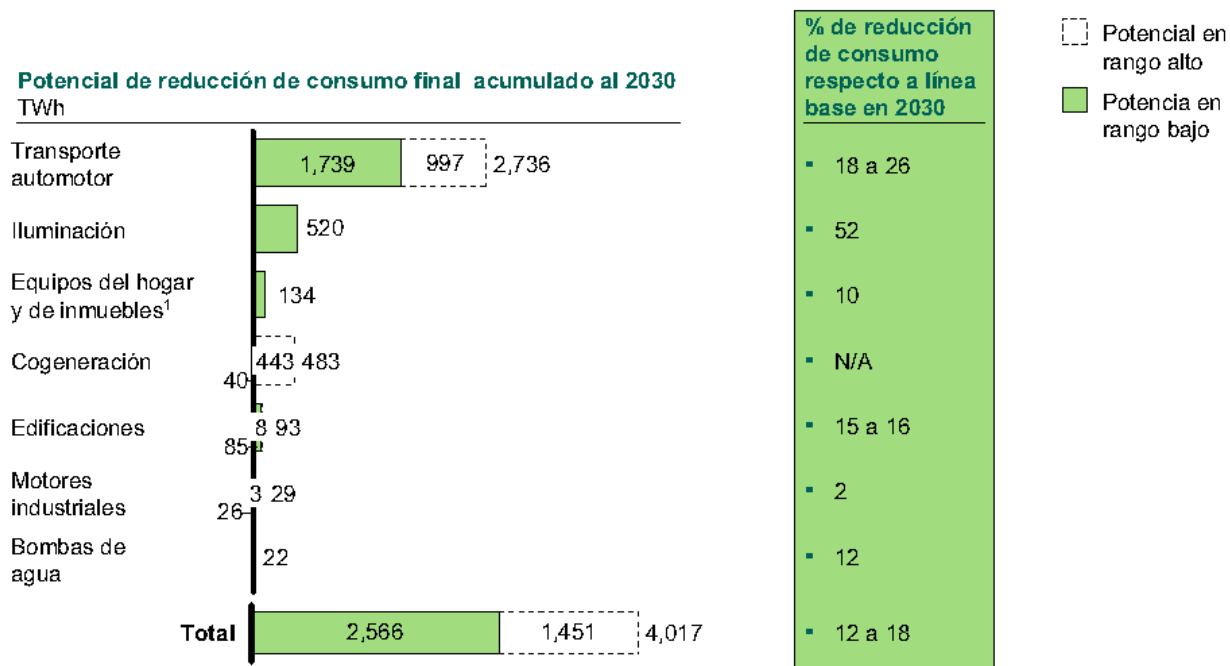


Figura 2.2. Potencial de reducción de consumo final acumulado al 2030 a nivel nacional. Fuente: (Diario Oficial, 2009)

MARCO TEÓRICO.

Uso de la Energía en la Industria.

El tema central de este estudio es el uso de la energía en la industria. Aunque anterior a la revolución industrial las actividades productivas estaban ligadas a las energías renovables, la revolución industrial libera a las actividades productivas de esa dependencia. La liberación de la industria de las energías renovables se da con el abaratamiento de la producción y transporte de la energía. El recurso energético básico para la producción industrial es la energía eléctrica, salvo aplicaciones térmicas. En el horizonte de las próximas dos décadas, de aquí al año 2025, se considera altamente probable que los sectores consumidores finales de la energía continúen requiriendo de ésta para cuatro fines específicos: creación de movimiento, iluminación, potencia para equipamiento y generación de calor y frío. (Instituto de Ingeniería, UABC, 2006)

Indicadores energéticos del sector industrial.

En el documento: Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies (International Atomic Energy Agency, 2005) uno de los indicadores de la intensidad del uso de la energía en la industria es la razón existente entre la energía utilizada en el sector entre el valor agregado generado por el mismo. Este indicador puede ser utilizado para analizar tendencias de eficiencia energética, cambios en la composición de la producción y en la mezcla de fuentes energéticas, así como la evaluación de tendencias en los cambios y mejoras tecnológicas en la estructura del sector industrial. Aunque no hay un acuerdo mundial directamente relacionado a la reducción de la intensidad del uso de la energía en la industria, acuerdos internacionales de reducción de emisiones pueden influenciar el nivel de intensidad energética de la industria.

En el documento Baja California: Perfil Energético 2010-2020 (Muñoz, Campbell, Díaz, & Quintero, 2012) se proponen y analizan una serie de indicadores Energéticos, en el caso del sector industrial se define el indicador Intensidad energética industrial el cual se presenta en dos componentes; intensidad energética respecto a la electricidad y a la energía, considerando los petrolíferos reportados como de uso industrial.

Uso eficiente de la energía.

Para efectos de este trabajo es importante definir el concepto de Uso Eficiente de Energía. Para entender los fundamentos del uso eficiente de la energía, se debe

considerar la calidad al igual que la cantidad de energía usada para lograr un objetivo dado.

La Primera ley de la termodinámica: Establece que la energía se conserva. La entalpía contenida en todas las corrientes de entrada h_1 , h_2 a un proceso debe aparecer en alguna parte en las corrientes de salida h_3 , h_4 , h_5 del mismo proceso (Figura 2.3). Una de tales corrientes de salida podría por supuesto, ser una pérdida a la atmósfera u otra disipación de calor (h_5).

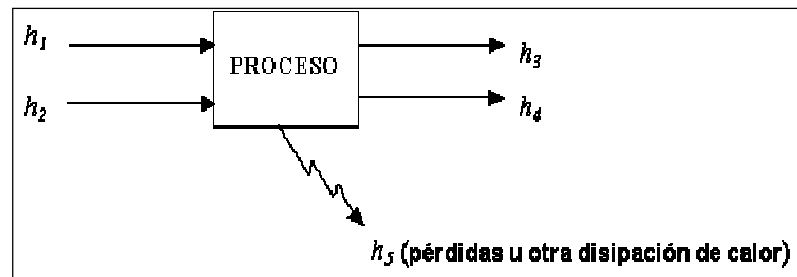


Figura 2.3. Corrientes de Energía en un proceso

Con base a este enunciado, las eficiencias energéticas de la primera ley se representan:

$$\eta = \frac{\text{Entalpía de las corrientes útiles que salen del proceso}}{\text{Entalpía de todas las corrientes que entran al proceso}} \quad (1)$$

Esta ley cuantifica la energía recuperada en cualquier forma como una fracción de la energía que entra.

La Segunda ley de la Termodinámica: Establece dos premisas sobre la característica fundamental de la energía:

1) La calidad o la capacidad inherente de las corrientes de entrada es importante al causar un cambio.

2) La calidad puede ser degradada, reducida o destruida por las etapas en los procesos prácticos.

En diferentes formas se ha cuantificado el potencial inherente para causar un cambio relativo en el medio ambiente de cualquier material (energía eléctrica, vapor, etc.) bajo ciertas condiciones dadas. Existen varios términos que han sido usados para describir esta característica, la cual ha sido usada en recientes estudios de eficiencia energética en los cuales ha sido nombrada como; *“Energía disponible, Disponibilidad ó Exergía”*

La energía disponible de un material bajo ciertas de condiciones dadas representa su capacidad para hacer trabajo o causar cambio relativo al medio ambiente. Esta capacidad mide la calidad de la energía contenida en la materia.

Según la 2da ley

$$d = \frac{\text{energía disponible contenida en los productos de un proceso}}{\text{energía disponible en todas las corrientes de entrada de ese proceso}} \quad (2)$$

Esto cuantifica no sólo la energía perdida en las corrientes de desecho de los procesos (pérdidas u otras disipaciones de calor), sino también la degradación o reducción de la calidad de la energía en las corrientes de producto, lo cual ha ocurrido como un resultado del mismo proceso.

En general, las eficiencias de la 2da ley son mucho menores que aquellas calculadas por un simple balance de entalpías. En términos termodinámicos, la irreversibilidad de los procesos ha destruido algo de la energía disponible de los materiales de entrada, así que los productos tienen más baja capacidad de causar un cambio que las corrientes de alimentación.

De este análisis se puede deducir lo siguiente:

1) Para algunos procesos u operaciones unitarias en la industria las cuales consumen una gran cantidad de energía, una pequeña mejora en su eficiencia respecto a la 2da ley, en el proceso de intercambio de energía, tendrá un gran impacto en la cantidad de combustible consumido.

2) Los sistemas usados para suministrar las necesidades energéticas en la industria, en algunos casos, son inapropiados.(Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, 2008)

Ahorro de Energía.

Recopilación de medidas y recomendaciones encaminadas a evitar el desperdicio de energía. Ahorro en : iluminación; calderas y generadores de vapor; aire acondicionado; refrigeración comercial; torres de enfriamiento; manejo de fluidos; aire comprimido; electricidad, etc.

Energías Renovables.

ñSon aquellas fuentes de energía que no se agotarán o están disponibles en forma continua con respecto al periodo de vida de la raza humana en el planeta. En términos generales podemos considerar a la energía solar, como nuestra fuente energética total, porque excluyendo la geotermia todas las demás fuentes se derivan de la radiación de esta estrella. Las principales formas de energía renovables son:

Energía solar directa. La energía solar que recibe nuestro planeta es resultado de un proceso de fusión nuclear que tiene lugar en el interior del Sol. De toda la energía que produce ese proceso nuestro planeta recibe menos de una milmillonésima parte. Esa energía, que en ocho minutos recorre los más de 145 millones de kilómetros que separan al Sol de la Tierra resulta, sin embargo, una cantidad enorme en proporción al

tamaño de nuestro planeta. La energía solar se manifiesta en un espectro que se compone de radiación ultravioleta, visible e infrarroja. Al llegar a la Tierra, pierde primero su parte ultravioleta, que es absorbida por una capa de ozono que se presenta en el límite superior de la atmósfera. Ya en la atmósfera, la parte infrarroja se pierde ya sea por dispersión al reflejarse en las partículas que en ella se presentan o al llegar a las nubes, que son capaces de reflejar hasta un 80% de la radiación solar que a ellas llega. El resto llega a la superficie, ya sea de manera directa o indirectamente como reflejo de las nubes y partículas en la atmósfera. La radiación solar que llega a la superficie terrestre se puede transformar directamente en electricidad o calor. El calor, a su vez, puede ser utilizado directamente como energía térmica o para producir vapor y generar electricidad.

Sistemas fotovoltaicos. Las celdas fotovoltaicas son placas fabricadas principalmente de silicio. Cuando al silicio se le añaden cantidades relativamente pequeñas de ciertos materiales con características muy particulares, obtiene propiedades eléctricas únicas en presencia de luz solar: los electrones son excitados por los fotones asociados a la luz y se mueven a través del silicio produciendo una corriente eléctrica; este efecto es conocido como fotovoltaico. La eficiencia de conversión de estos sistemas es de alrededor de 15%, por lo que un metro cuadrado puede proveer 150 Watts, potencia suficiente para operar un televisor mediano. Las celdas fotovoltaicas, para poder proveer de energía eléctrica en las noches, requieren de baterías donde se acumula la energía eléctrica generada durante el día, lo cual encarece su aplicación. Sin embargo, en la actualidad se están desarrollando sistemas fotovoltaicos conectados directamente a la red eléctrica, evitando así el uso de baterías, por lo que la energía que generan se

usa de inmediato por el propio usuario que la genera, con la posibilidad de intercambiar los excedentes de electricidad a las compañías generadoras.

Sistemas solares térmicos. Los sistemas solares térmicos pueden clasificarse en planos o de concentración o enfoque. Los sistemas solares planos, o colectores solares planos, son dispositivos que se calientan al ser expuestos a la radiación solar y que transmiten el calor a un fluido. Con el colector solar plano se pueden calentar fluidos a temperaturas de hasta 200 ° C (para el caso de sistemas de tubos evacuados) pero, en general, se aprovecha para calentar hasta los 75 ° C. *Los sistemas solares de concentración* son aquellos que funcionan concentrando la radiación solar directa en un área focal, pudiéndose ubicar ésta alrededor de un punto o a lo largo de una línea. Este conjunto de dispositivos requiere de procedimientos o mecanismos de seguimiento, ya que la línea de incidencia varía durante el día y durante el año. Estos sistemas pueden lograr temperaturas de varios centenares de grados centígrados y en casos especiales hasta los miles de grados.

Energía del viento o eólica. Los vientos ocurren por diferencias de presión generadas por un calentamiento no uniforme de la atmósfera terrestre, desplazándose grandes masas de aire de las zonas de alta presión a las de baja. Aproximadamente el 2% del calor del Sol que llega a la Tierra se convierte en viento, pero sólo una fracción muy pequeña puede ser aprovechada, ya que buena parte de estos vientos ocurre a grandes alturas o sobre los océanos, mar adentro. Además, se requieren condiciones de intensidad y regularidad en el régimen de vientos para poder aprovecharlos. Se considera que vientos con velocidades promedio entre 5.0 y 12.5 metros por segundo son los aprovechables. El viento contiene energía cinética (de las masas de aire en

movimiento) que puede convertirse en energía mecánica o eléctrica por medio de aeroturbinas, las cuales se componen por un arreglo de aspas, generador y torre, principalmente.

Hidráulica. La energía que llega del sol da lugar, entre otros fenómenos, a la evaporación del agua contenida sobre su superficie, principalmente en los océanos. Esta humedad se acumula en nubes que viajan largas distancias y se deposita en forma de lluvia sobre montañas, muchas alejadas del mar. El agua, acumulada en corrientes y por gravedad, busca de nuevo el mar, formando ríos. Este caudal, que se puede manifestar en grandes caídas o en muchas corrientes, es la fuente de la energía hidroeléctrica. En muchos casos, esta energía se deposita en forma potencial en embalses y se transforma en energía aprovechable al desplazarse hacia niveles inferiores. El agua en movimiento empuja dispositivos giratorios que la convierten en energía mecánica, o para mover generadores de electricidad.

Biomasa. Las plantas acumulan energía a través de la fotosíntesis donde, alimentadas por la energía solar, separan las moléculas de bióxido de carbono, acumulando el carbono en forma de hidrocarburos y soltando el oxígeno. La eficiencia de conversión de energía solar en energía almacenada en forma de materia orgánica (a través de la fotosíntesis) es muy baja, estimándose su límite máximo en cerca de 3%. (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, 2005)

Competitividad Industrial.

En términos prácticos del sector industrial, la competitividad se define como la habilidad sostenible de obtener ganancias y mantener la participación en el mercado. En este sentido Michael E. Porter creó un modelo para explicar como un país o sector

genere y mantenga ventaja competitiva. El modelo de Diamante de Porter se basa en cuatro determinantes específicas de las naciones y en dos variables (el Gobierno y la Suerte).

1. Condiciones de Factor.

- a. Cantidad, habilidades y costos del personal.
- b. Abundancia, calidad, accesibilidad y costos de los recursos físicos del país como tierra, agua, depósitos minerales, bosques, energía.
- c. Nivel de conocimientos que abarca los de tipo científico, técnico y de mercado que inciden en la cantidad y calidad de los bienes y servicios.
- d. La cantidad y el costo de los recursos de capital disponible para financiar la industria.
- e. Los factores que repercuten directamente en la calidad de vida de la población como tipo, calidad y costo de la infraestructura para los usuarios como el sistema de comunicaciones, transporte, atención médica etc.

2. Condiciones de Demanda

- a. La composición de la demanda en el mercado del país origen, las exigencias de los compradores.
- b. Tamaño y tasa de crecimiento de la demanda en el país de origen.
- c. Forma en que la demanda interna se internacionaliza e impulsa los productos y servicios en el extranjero.

3. Industrias Conexas y de Sostén:

- a. Industrias de proveedores competitivos a nivel mundial que generen ventajas en las industrias secundarias mediante el acceso eficiente, oportuno y rápido a insumos rentables.
- b. Industrias conexas competitivas en el ámbito internacional capaces de coordinar y compartir actividades en la cadena de valor cuando compiten o las que generan productos complementarios.

4. Estrategias, estructura y Rivalidad de las Compañías.

- a. Las formas en que son administradas y eligen competir.
- b. Las metas que desean alcanzar y también la motivación de sus empleados y directivos.
- c. El grado de rivalidad interna, la obtención y conservación de la ventaja competitiva en la industria respectiva.

Estas cuatro determinantes de la ventaja nacional configuran el entorno competitivo de las industrias. La energía se considera dentro de las Condiciones de Factor para influir en la competitividad industrial.

Valor Agregado.

Según lo define INEGI para elaboración de los censos económicos, el valor agregado es el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica. Aritméticamente, el Valor Agregado Censal Bruto (VACB) resulta de restar a la Producción Bruta Total el Consumo Intermedio. Se le llama bruto porque no se le ha deducido el consumo de capital fijo. (INEGI, 2012)

Viabilidad Financiera.

Teniendo como establecido que un *proyecto* es el proceso de búsqueda y hallazgo de una solución inteligente al planteamiento de un problema, con la intención de resolver una de muchas necesidades humanas, es indispensable entender que tal acción debe tomarse con una base de decisión que justifique la aplicabilidad del proyecto, dado que la limitación de los recursos disponibles obliga a destinarlos conforme a su mejor aprovechamiento. Tal aplicabilidad o viabilidad del proyecto obedece a estimar las ventajas y desventajas de asignar recursos a su realización, asegurando así la mayor productividad de los recursos.

El Estudio Económico: Un estudio económico corresponde a la valoración de las diferencias existentes entre las alternativas disponibles, con el fin de comparar sus ventajas económicas. Si existen consideraciones técnicas involucradas dicha comparación es un estudio de ingeniería económica.

La Ingeniería Económica: Se define como el conjunto de conceptos y técnicas cuantitativas de análisis útiles para la evaluación y comparación económica de alternativas relativas a sistemas, productos, servicios, recursos, inversiones y equipos, para lograr decisiones entre las que se seleccionen la mejor opción de entre las que se tienen disponibles.

El Análisis Financiero: Este análisis involucra el estudio de la disponibilidad, origen y uso que se dará a los recursos económicos necesarios para llevar a cabo un proyecto. Dicho estudio deberá considerar las fuentes crediticias o financieras existentes, los instrumentos financieros disponibles, los mecanismos de financiamiento, las condiciones de cada uno de ellos, que pueden ser muy diversos, y sobre todo los

criterios establecidos para su otorgamiento por parte de las entidades financieras, sin olvidar los puntos exigidos para acceder a los mismos. La complejidad involucrada en la elaboración de este tipo de análisis ha dado lugar al desarrollo de la ingeniería financiera.

La Ingeniería Financiera: Son el conjunto de principios, conceptos y técnicas cuantitativas de análisis, útiles para la evaluación, comparación económica y selección de alternativas, con relación a fuentes, instrumentos, mecanismos, criterios y condiciones para el otorgamiento y disposición de recursos económicos que financien proyectos, tanto de inversión como de desarrollo, en las condiciones más ventajosas para el financiador y/o para el financiado.

Emisiones de Gases Efecto Invernadero.

La generación de energía eléctrica a través de la quema de combustibles fósiles, provoca la emisión de gases de efecto invernadero los cuales en la atmósfera absorben la luz infrarroja que de otro modo atravesaría la atmósfera en su camino hacia el espacio exterior. Al almacenar la energía de la luz en la atmósfera, los gases de invernadero calientan el planeta de manera importante, creando condiciones más propicias para la vida. El aumento de las concentraciones de estos gases más allá de los niveles naturales recientes derivado de actividades humanas incrementa la capacidad de la atmósfera para absorber energía de la luz, lo que a su vez eleva la temperatura promedio global.

Toda tecnología usada para generar electricidad tiene sus impactos ambientales asociados. Los principales contaminantes primarios de preocupación producidos por las centrales eléctricas que usan combustibles fósiles incluyen SO_2 , NO_x y CO_2 , los últimos

dos importantes gases de efecto invernadero. Las emisiones de SO_2 de las centrales eléctricas reaccionan con otras sustancias químicas en la atmósfera para formar partículas de sulfato, las cuales contribuyen de manera importante a la mezcla de partículas finas que circulan en el aire que respiramos. Se ha relacionado a las partículas finas con varios problemas serios de salud humana, en particular en niños, adultos mayores e individuos que padecen enfermedades cardiovasculares o pulmonares. Tanto el carbón como el petróleo contienen concentraciones diversas de azufre, lo que puede dar como resultado que las centrales eléctricas produzcan SO_2 cuando queman estos combustibles. El gas natural es una fuente relativamente menor de SO_2 durante la combustión. El CO_2 es el gas de invernadero más abundante emitido por actividades humanas. También hay gases de invernadero que no son CO_2 emitidos directamente por actividades humanas, entre ellos, el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y un grupo de gases industriales que incluye los perfluorocarbonos (PFC), los hidrofluorocarbonos (HFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6). Contar con información sobre emisiones de cada una de las centrales eléctricas permite calcular la contribución relativa de los distintos combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) a la contaminación atmosférica (COMISIÓN PARA LA COOPERACIÓN AMBIENTAL DE AMÉRICA DEL NORTE, 2004).

Cogeneración.

La cogeneración se define en el PRONASE (Diario Oficial, 2009) como la producción secuencial de energía y/o mecánica y de energía térmica aprovechable para los procesos industriales y comerciales a partir de una misma fuente de energía primaria. Se divide en dos clasificaciones:

Sistemas Superiores. La generación de energía eléctrica constituye el producto primario de la combustión de energéticos. El calor residual existente en los gases de escape se aprovecha en el proceso productivo.

Sistemas Inferiores. Generan electricidad a partir de la energía térmica no utilizada en los procesos industriales.

Una modalidad adicional a los sistemas descritos son los sistemas de trigeneración, los cuales combinan un proceso de cogeneración con un sistema de refrigeración por absorción que permiten recuperar los excedentes de energía térmica para enfriamiento.

(General Electric, 2012)

Capítulo 3. Metodología.

Metodología.

En base a los objetivos específicos: Conocer el perfil de la industria de Mexicali, conocer el perfil de consumo de energía eléctrica por cada subsector industrial, identificar cuáles son los mayores usos finales de electricidad dentro de las industrias, determinar el comportamiento de la intensidad eléctrica del sector industrial y sus subsectores, determinar el potencial de disminución en el consumo de electricidad en el sector industrial, determinar el potencial ahorro por evitar infraestructura al sector eléctrico y determinar el potencial de reducción de emisiones de gases a la atmosfera se ha desarrollado la siguiente metodología como el resultado de la integración de otras metodologías utilizadas en diferentes estudios, con el fin de lograr el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Conocer el perfil industrial del municipio de Mexicali.

Para poder alcanzar el objetivo del estudio se plantea como parte de la metodología ubicar a cada unidad económica del sector industrial en estratos que contarán con características similares dentro de cada uno. Se consideran dos criterios, el primero, el del giro de la actividad industrial y el segundo, el tamaño de la empresa. En cuanto al giro o industrial se propone utilizar la clasificación estandarizada en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) del 2002 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002) Tabla 3.1. Aunque los fines de dicha clasificación son de carácter económico y de estandarización entre EEUU, México y Canadá, sirven de un marco de referencia para la clasificación. Excepto en algunas clasificaciones que no relacionan la actividad económica con el tipo de procesos industriales involucrados, donde se tiene que realizar una indagatoria para ubicar a las

empresas en otras clasificaciones, tal es el caso de la industria médica, donde si una empresa se dedica a fabricar productos de plástico para la industria médica en lugar de ubicarse en otras empresas manufactureras, se debe clasificar dentro de industria del plástico y hule.

Tabla 3.1 Subsectores industriales según el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2002. Fuente: (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002)

Código SCIAN para actividades manufactureras	Subsector Industrial
311	INDUSTRIA ALIMENTARIA
312	INDUSTRIA DE LAS BEBIDAS Y DEL TABACO
313	FABRICACIÓN DE INSUMOS TEXTILES Y ACABADO DE TEXTILES
314	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES, EXCEPTO PRENDAS DE VESTIR
315	FABRICACIÓN DE PRENDAS DE VESTIR
316	CURTIDO Y ACABADO DE CUERO Y PIEL, Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CUERO, PIEL Y MATERIALES SUCEDÁNEOS
321	INDUSTRIA DE LA MADERA
322	INDUSTRIA DEL PAPEL
323	IMPRESIÓN E INDUSTRIAS CONEXAS
324	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO Y DEL CARBÓN
325	INDUSTRIA QUÍMICA
326	INDUSTRIA DEL PLÁSTICO Y DEL HULE
327	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS A BASE DE MINERALES NO METÁLICOS
332	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS METÁLICOS
333	FABRICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO
334	FABRICACIÓN DE EQUIPO DE COMPUTACIÓN, COMUNICACIÓN, MEDICIÓN Y DE OTROS EQUIPOS, COMPONENTES Y ACCESORIOS ELECTRÓNICOS
335	FABRICACIÓN DE ACCESORIOS, APARATOS ELÉCTRICOS Y EQUIPO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
336	FABRICACIÓN DE EQUIPO DE TRANSPORTE
337	FABRICACIÓN DE MUEBLES, COLCHONES Y PERSIANAS
339	OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS
331	INDUSTRIAS METÁLICAS BÁSICAS

El segundo criterio respecto al tamaño de la industria, se propone clasificar en base al número de empleados con los que cuenta la empresa para lo cual se tomaron los criterios descritos en la Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (Congreso de la Unión, 2002) donde se encontraron los criterios mostrados en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Clasificación de empresas según su número de empleados. Fuente: (Congreso de la Unión, 2002)

Estratificación por Número de Trabajadores			
Sector/Tamaño	Industria	Comercio	Servicios
Micro	0-10	0-10	0-10
Pequeña	11-50	11-30	11-50
Mediana	51-250	31-100	51-100

Para la obtención del universo de empresas a clasificar se toma como fuente de información los diferentes padrones industriales regionales: Padrón de Industriales Canacintra 2009, Directorio de Fabricantes regionales B.C. 2008, SEDECO y el Directorio de Maquiladoras 2008, SEDECO. (CANACINTRA, 2009) (SEDECO, 2008) (SEDECO, 2008). El listado de empresas clasificadas se puede consultar en el Anexo I. El resultado de la clasificación se puede observar en el Capítulo 4 Resultados.

Conocer el perfil de consumo eléctrico de cada subsector.

Para la creación del perfil de consumo eléctrico, se utilizaron los datos de Los Censos Económicos 2009, los cuales tienen un carácter nacional, por lo que se delimitó la búsqueda al sector manufacturero de Mexicali y en forma desagregada los subsectores que lo componen. La obtención de los datos se realizó a través de la herramienta de consulta disponible en el sitio de internet del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (INEGI, 2010) Seleccionando la variable Consumo de Energía Eléctrica.

Debido a que los censos económicos no consideran el consumo en kWh, sino el consumo en miles de pesos, fue necesario transformar los datos utilizando el factor de conversión de los precios medios de kWh para el sector industrial proporcionados por la Secretaría de Energía para el mostrado en la Tabla 3.3 (Secretaría de Energía, 2010).

Tabla 3.3: Precio medio del kWh en tarifa para el sector industrial. Fuente: (Secretaría de Energía, 2010)

Año	Pesos/kWh
2009	1.11

Dividiendo el consumo en Miles de pesos de cada subsector industrial por el factor pesos/kWh se obtuvo la estimación de consumo de electricidad por cada subsector industrial. Los consumos por subsector se pueden consultar en el Capítulo 4. Resultados.

Establecer cuáles son los usos finales de mayor consumo eléctrico en el sector industrial.

Para identificar los usos finales de la energía eléctrica en el sector industrial se realizó una adaptación de las metodologías Guía de Auditoría Termoenergética EINSTEIN diseñado en su proyecto original por la Comisión Europea de Energía (Intelligent Energy Europe, 2009) y software de Análisis de Proyectos de Energía Limpia RETScreen (Natural Resources Canada, 2012).

Se elaboró un instrumento piloto con el fin de identificar las principales fuentes de energía y los procesos industriales según el tipo de industria y productos. También se incluyó una sección el instrumento sobre las aplicaciones de generación de frío y de calor. El instrumento piloto se puede consultar en Anexo II.

Con la retroalimentación obtenida y la integración de los elementos aplicables del instrumento EINSTEIN y RETScreen se diseñó el instrumento final para recopilar información de las empresas, la cual incluye las siguientes secciones:

- Å Datos Generales. Incluye los datos de la empresa y sus principales productos
- Å Datos de Facturación. Incluye los datos de Tarifa, Demanda contratada, Subestación, Consumo y Demanda mensual, así como el factor de potencia

- À Consumo Agregado. Se expresa una estimación de distribución de consumo entre las principales clasificaciones de cartas, Ej. Iluminación, Motores Eléctricos, Procesos Industriales, etc.
- À Principales Procesos Consumidores de Energía. Se enlista una serie de procesos para selección del entrevistado indicando años de operación del equipo y descripción.
- À Análisis de Cargas Eléctricas. Se obtiene información detallada iluminación, maquinaria de producción, motores eléctricos, compresores de aire, equipos de bombeo, bombas de vacío, aire acondicionado, refrigeración, generación de calor, calentamiento de agua y aprovechamiento de calor.
- À Aislamiento de Edificio. Se contempla la información referente a área de muros, techos y materiales de construcción.
- À Energías Alternas. Se colecta información de Dispositivos de iluminación natural, área disponible para instalación de paneles solares y/o colectores solares.
- À Aprovechamiento de Calor. Se investigan posibles fuentes de calor residual.

El instrumento de evaluación se presenta en el Anexo III.

Tamaño de muestra para el estudio. El tamaño de muestra utilizado responde a la cantidad de empresas contactadas que estuvieron en la disposición de compartir la información de sus procesos y no responde a criterios de validez estadística, más sin embargo, se propone para retomar la metodología propuesta para futuros estudios realizar un muestreo estratificado de cada uno de grupos identificados. Para calcular el

tamaño de muestra de cada estrato, se propone el método de selección de muestra estratificada a partir de un tamaño de población conocido utilizando la fórmula (Triola, 2000)

$$n_0 = \left(\frac{z}{\varepsilon}\right)^2 \times p \times q \quad (3)$$

$$n = \left(\frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}\right) \quad (4)$$

- n_0 : Cantidad teórica de elementos de la muestra.
- n : Cantidad real de elementos de la muestra a partir de la población asumida o de los estratos asumidos en la población.
- N : Número total de elementos que conforman la población, o número de estratos totales de la población.
- Confianza del 95%, margen de error de 0.1 a 0.05

Este método de muestreo parte de la hipótesis de que cada estrato es diferente. Si con la obtención de los primeros datos se rechaza esta hipótesis para dos estratos, podrán sumarse sus poblaciones y recalcular el tamaño de muestra requerido, que para el nuevo conjunto será menor que la suma de sus dos tamaños de muestra individuales, lo que puede reducir significativamente el tamaño del estudio.

Los resultados del estudio a las cargas de las empresas, se muestra en el Capítulo 4. Resultados.

Determinar la Intensidad eléctrica del sector industrial y sus tendencias en el tiempo.

Para medir la intensidad de uso de la energía eléctrica en el sector industrial, se utilizó una variante del indicador Productividad Global (International Atomic Energy Agency, 2005) a diferencia del indicador mencionado que toma en cuenta todas las formas de energía como insumo; para este estudio se aisló el componente de energía eléctrica. Lo que sería utilizar uno de los componentes mencionados en documento Baja California: Perfil Energético 2010-2020 para el indicador de intensidad energética industrial.

Intensidad de Energía Eléctrica la definimos con la fórmula:

$$\text{Intensidad de uso Energía Eléctrica} = \frac{\text{kWh}}{\text{Valor agregado generado}} \quad (5)$$

Los datos utilizados en este estudio se obtuvieron de los resultados de los censos económicos llevados a cabo por el INEGI en 1999, 2004 y 2009 (INEGI, 2000) (INEGI, 2005) (INEGI, 2010), los cuales utilizan el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002) utilizado para estandarizar los sectores y subsectores de la economía entre Estados Unidos, Canadá y México. La ventaja de utilizar esta clasificación es que permite comparar los resultados del estudio contra otras regiones de América del Norte. Los Censos Económicos tienen un carácter nacional, por lo que se delimitó la búsqueda al sector industrial y sus subsectores delimitados geográficamente al municipio de Mexicali. A los subsectores del ramo manufacturero. Se seleccionaron las variables de 1. Valor agregado Censal Bruto, 2. Consumo de Energía Eléctrica. La

obtención de los datos se realizó a través de la herramienta de consulta disponible en el sitio de internet del INEGI.

Dado que los resultados del censo se encuentran en pesos, se realizó la conversión de la variable ñvalor agregado censal brutoò a dólares, al promedio del tipo de cambio del año (Banco de México, 2011) correspondiente según información proporcionada por el Banco de México Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Relación peso dólar promedio por año. Fuente: Banco de México

Año	Relación Pesos por Dólar
1999	9.559
2004	11.289
2009	13.509

Debido a que los censos económicos no consideran el consumo en kWh, sino el consumo en miles de pesos, fue necesario transformar los datos utilizando los precios medios de kWh para el sector industrial proporcionados por la Secretaría de Energía mostrados en Tabla 3.5. Los censos económicos presentan cifras en valor presente del censo, por lo que se tomaron los factores de conversión de 2004 y 2009 directamente de los reportes de la Secretaría de Energía, en el caso de 1999, el dato a valor presente más próximo disponible correspondía a 2002, por lo que se tuvo que realizar un ajuste a valor de pesos de 1999 considerando la inflación acumulada en el periodo 1999-2002, de 21.56% (Banco de México, 2010).

Tabla 3.5. Precio medio del kWh en tarifa para el sector industrial. Fuente: cálculos propios a partir de datos de la Secretaría de Energía.

Año	Pesos/kWhr
1999	0.46
2004	0.87
2009	1.11

Se realizaron análisis de la intensidad del uso de la energía eléctrica de forma agregada del sector manufacturero en los periodos 1999-2004, 2004-2009 y 1999-2009.

Para el análisis de los subsectores, se tomó en consideración los que habían resultado ser los principales consumidores de energía eléctrica en el periodo de diez años analizado, mostrados en Tabla 3.6:

Tabla 3.6. Subsectores de la industria de Mexicali con mayor consumo de energía eléctrica. Fuente: Cálculo propios a partir de datos de INEGI.

Código Subsector Industrial
322 Industria del papel
326 Industria del plástico y del hule
332 Fabricación de productos metálicos
334 Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos
336 Fabricación de equipo de transporte

Para cada uno de los periodos analizados 1999-2004, 2004-2009 y 1999-2009, se calculó la variación porcentual de la intensidad eléctrica para cada subsector esto generó una serie de datos de cambio porcentual para cada periodo analizado. Las tres series de datos se sometieron a la siguiente prueba de hipótesis:

Ho. La media de cambio en la intensidad eléctrica en los periodos analizados es igual a cero

Se analizó con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$) para validar si el cambio entre los periodos analizados cumplían con la hipótesis

La intensidad eléctrica del sector industrial y sus subsectores y la tendencia del indicador se muestran en el Capítulo 4 de Resultados.

Cuantificar el potencial de ahorro de consumo por sector industrial.

En el cálculo del potencial de ahorro de energía eléctrica se considera analizar una proyección al año 2030, debido a que las medidas de ahorro y uso eficiente de la energía requieren de un periodo de tiempo para su implantación.

Se toma como base de análisis el consumo de energía de 955 GWh del año 2009 por el sector industrial, proyectando una tasa de crecimiento anual en el consumo de energía eléctrica 3%, estimación en línea con lo proyectado por la Secretaría de Energía en el PRONASE para el sector industrial (Diario Oficial, 2009).

Se desagregó el consumo de 955 GWh en los usos finales de la electricidad declarados por el sector en los instrumentos de evaluación energética presentados en la Tabla 3.7.

Se promedió el porcentaje ponderado de los encuestados para cada uno de los tipos de carga.

Tabla 3.7. Distribución del consumo en las cargas eléctricas en el sector industrial. Fuente: Datos propios obtenidos de encuestas a usuarios.

Tipo de Carga	%	GWh
Iluminación	13%	129
Equipo de Oficinas	7%	70
Generación de Frio	25%	249
Generación de Calor	7%	70
Motores Eléctricos	33%	328
Procesos Industriales	15%	149

En el caso 1 se compara el escenario inercial de crecimiento de 3% anual para el consumo del sector, contra el comportamiento proyectado para cada tipo de carga considerando la implantación de mejoras de uso y eficiencia eléctrica.

En el factor iluminación se proyecta una reducción del 50% al final del periodo en el año 2030. En el PRONASE, la estimación diferencial de la eficiencia entre la mejor oferta tecnológica disponible contra la tecnología convencional para iluminación se

encuentra cercana al 80% sin embargo la proyección se limita a una mejora del 50% alineada a la proyección de PRONASE que es del 52% para el mismo periodo.

Se estima que el ahorro se alcanzará de manera gradual hasta alcanzar el 50% al año 2030. Los factores de ahorro por año se enlistan en la Tabla 3.8.

Para el caso del consumo por motores eléctricos, se considera que la vida útil de un motor es de alrededor de 15 años, por lo que se espera reemplazar el parque en ese periodo. A pesar de que la nueva tecnología en motores eléctricos ofrece mejoras en la eficiencia entre el 5 % y 10 % se sabe que no es el caso del 100 % de los motores del parque actual. Por lo que para la creación de escenarios, el factor de reducción de consumo de energía se estima en 2% y se alcanza a partir del año 2027. Retomando los estimados de mejora de eficiencia en la carga por motores expresada en el PRONASE al final de la serie, se enlistan los factores de reducción en la carga eléctrica por motores del sector por año en la Tabla 3.8.

La reducción de consumo de electricidad por aire acondicionado para el primer escenario se plantea no cambiar los tipos de equipo, sino solo la sustitución por equipos de mayor eficiencia eléctrica. En el PRONASE, la estimación de diferencial de la eficiencia entre la mejor oferta tecnológica disponible contra la tecnología convencional para aire acondicionado se encuentra cercana al 10%, Este factor se considera alcanzar en el año 2021 considerando la renovación general del parque de aparatos de aire acondicionado. Se enlistan los factores de reducción en la carga eléctrica por aire acondicionado del sector por año en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Factores de ahorro proyectados al 2030. Fuente. Cálculos propios a partir de PRONASE 2009.

Año	Aire acondicionado	Iluminación	Motores Eléctricos
2009	0%	0%	0%
2010	2%	1%	0%
2011	2%	2%	1%
2012	2%	5%	1%
2013	5%	7%	1%
2014	5%	10%	1%
2015	5%	13%	1%
2016	5%	15%	2%
2017	5%	18%	2%
2018	5%	20%	2%
2019	5%	23%	2%
2020	5%	25%	2%
2021	10%	28%	2%
2022	10%	30%	2%
2023	10%	33%	2%
2024	10%	35%	2%
2025	10%	38%	2%
2026	10%	40%	2%
2027	10%	43%	2%
2028	10%	45%	2%
2029	10%	48%	2%
2030	10%	50%	2%

Para el segundo escenario, se considera la instalación de equipos de trigeneración para satisfacer la demanda de aire acondicionado. Se estima a partir del año 2014, iniciar con la instalación del 20% de la nueva demanda de capacidad de aire acondicionado bajo esta tecnología. Para calcular el impacto en el consumo de electricidad se calcularon dos factores, la energía eléctrica generada por la reducción en la carga eléctrica por aire acondicionado al utilizar el calor de rechazo en un sistema de aire acondicionado por absorción. Y la reducción de consumo de electricidad por el cambio de fuente primaria para el sistema de refrigeración.

La energía eléctrica generada en autoabastecimiento y la reducción del consumo de electricidad de la red para cada año, se calculó considerando que sólo el 20 % de la nueva carga eléctrica por aire acondicionado del sector industrial será cubierta por equipos de trigeneración.

$$\text{Generación anual } i = \text{Diferencial } i \times \text{participacion} \times * \frac{\text{CDD sistema eléctrico}}{\text{CCD sistema absorción}} \quad (6)$$

$$\text{Reducción de carga eléctrica anual} = \text{Diferencial } i \times \text{participacion} \quad (7)$$

Donde:

Diferencial i = Diferencia entre consumo proyectado de la carga de aire acondicionado para el año i y la carga proyectada por aire acondicionado para el año 2014

Participación = 20%

CDD= Coeficiente de Desempeño (capacidad de enfriamiento/unidad de energía de entrada)

CDD sistema eléctrico típico = 5

CDD sistema absorción típico = 0.7

(Hondeman, 2000)

Cuantificar el potencial ahorro al sector eléctrico.

Considerando que la tendencia es a incrementar la participación de las centrales de ciclo combinado debido a la disponibilidad y costo que representa el gas natural, se considera para el cálculo de ahorro al sector industrial el factor de 774 USD/ kW (Secretaría de Energía, 2012) de inversión en planta de ciclo combinado, suponiendo que la liberación de capacidad por el ahorro y uso eficiente de energía difiere la construcción de infraestructura para la generación. El ahorro se calcula en base al

diferencial de ahorro año con año, para considerar un ahorro total al final de la serie igual a la suma de los incrementos multiplicados por el factor 774 USD/ kW (USD de 2011).

En cuanto al ahorro al sector industrial, se considera el cálculo a costo medio del kWh industrial de 2009 igual al 1.11 pesos/kWh se calcula el ahorro en base al el consumo de electricidad anual evitado por la implementación de las acciones indicadas.

Se totaliza el ahorro al final a pesos de 2009. Se presentan en el Capitulo 4.

Resultados

Cálculo de la potencial reducción de emisiones a la atmosfera debido al ahorro de generación de energía eléctrica.

Para el cálculo de la reducción de emisiones, se considera el factor determinado en el trabajo de Planificación Energética de Baja California mostrados (Instituto de Ingeniería, UABC, 2006) los cuales se muestran en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9 Factores de emisión de gases a la atmosfera por la generación de electricidad.

Gas	Factor kg/MWh
Óxidos de Azufre (SO ₂)	0.19
Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	0.41
Dióxido de Carbono (CO ₂)	242

Se realizan los cálculos de emisión considerando los escenarios inercial con tasa de crecimiento de 3% en la demanda de electricidad y el escenario que considera la implementación de acciones de ahorro y uso eficiente de energía.

Se calcula la diferencia de ambos escenarios año con año para el cálculo anual y al final de la serie 2030 para el cálculo del abatimiento de emisiones acumulado.

Capítulo 4. Resultados.

Perfil industrial del municipio de Mexicali.

El perfil del sector industrial de Mexicali presenta una gran variedad en cuanto a su actividad, aunque si existen subsectores dominantes, es claro que existe una diversidad, lo que puede inferir existe una gran variedad de procesos. El subsector que cuenta con la mayor cantidad de unidades económicas es el de Fabricación de Productos Metálicos (332) y se distribuye uniformemente entre pequeña, mediana y grande, Le sigue el subsector de alimentos (311) La industria electrónica (334) tiene una participación importante por el número unidades económicas y tiene la particularidad que las concentra en la clasificación de mediana y grande, lo que implica que es un subsector importante en la generación de empleos. Cabe destacar que hay algunos sectores que cuentan con una presencia marginal en cuanto a unidades económicas el relacionado a Productos Textiles (314), Productos Derivados del Petróleo o Carbón (324) Industrias de la Madera (321) y Fabricación de Equipos de Transporte (336). La distribución de las empresas en los diferentes subsectores se presenta en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Perfil de la industria de Mexicali por actividad y tamaño de la empresa.

		DESCRIPCION																	
		INDUSTRIA ALIMENTARIA																	
		INDUSTRIA DE LAS BEBIDAS Y DEL TABACO																	
		CONFECCION DE PRODUCTOS TEXTILES, EXCEPTO PRENDAS DE VESTIR																	
		FABRICACION DE PRENDAS DE VESTIR																	
		INDUSTRIA DE LA MADERA																	
		INDUSTRIA DEL PAPEL																	
		FABRICACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETROLEO Y DEL CARBON																	
		INDUSTRIA QUIMICA																	
		INDUSTRIA DEL PLASTICO Y DEL HULE																	
		FABRICACION DE PRODUCTOS A BASE DE MINERALES NO METALICOS																	
		INDUSTRIAS METALICAS BASICAS																	
		FABRICACION DE PRODUCTOS METALICOS																	
		FABRICACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO																	
		FABRICACION DE EQUIPO DE COMPUTACION, COMUNICACION, MEDICION Y DE OTROS EQUIPOS, COMPONENTES Y ACCES																	
		FABRICACION DE EQUIPO DE GENERACION ELECTRICA Y APARATOS Y ACCESORIOS ELECTRICOS																	
		FABRICACION DE EQUIPO DE TRANSPORTE																	
		FABRICACION DE MUEBLES Y PRODUCTOS RELACIONADOS																	
		OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS																	
scian2002	CODIGO	311	312	314	315	321	322	324	325	326	327	331	332	333	334	335	336	337	339
Micro	0 - 10	12	2	1	2	0	4	0	4	4	1	2	6	0	0	0	0	6	2
Pequeña	11 - 50	9	2	0	4	1	4	0	4	5	9	4	20	0	2	2	0	7	7
Mediana	51 - 250	11	4	0	6	1	5	0	4	17	4	2	24	0	13	1	0	2	3
Grande	250 - mas	4	3	1	0	0	3	1	0	6	4	1	15	3	20	4	1	0	13
	Total	36	11	2	12	2	16	1	12	32	18	9	65	3	35	7	1	15	25

Perfil de consumo de electricidad por sector industrial de Mexicali.

El consumo de energía eléctrica se distribuye entre los subsectores sin poder considerar que hay un subsector ampliamente dominante como se observa en la Figura 4.1. Si bien 9 de 21 subsectores no alcanzan el 1 % de participación en el consumo agregado del sector, 7 subsectores concentran el 80% del consumo como se aprecia en la Tabla 4.2.

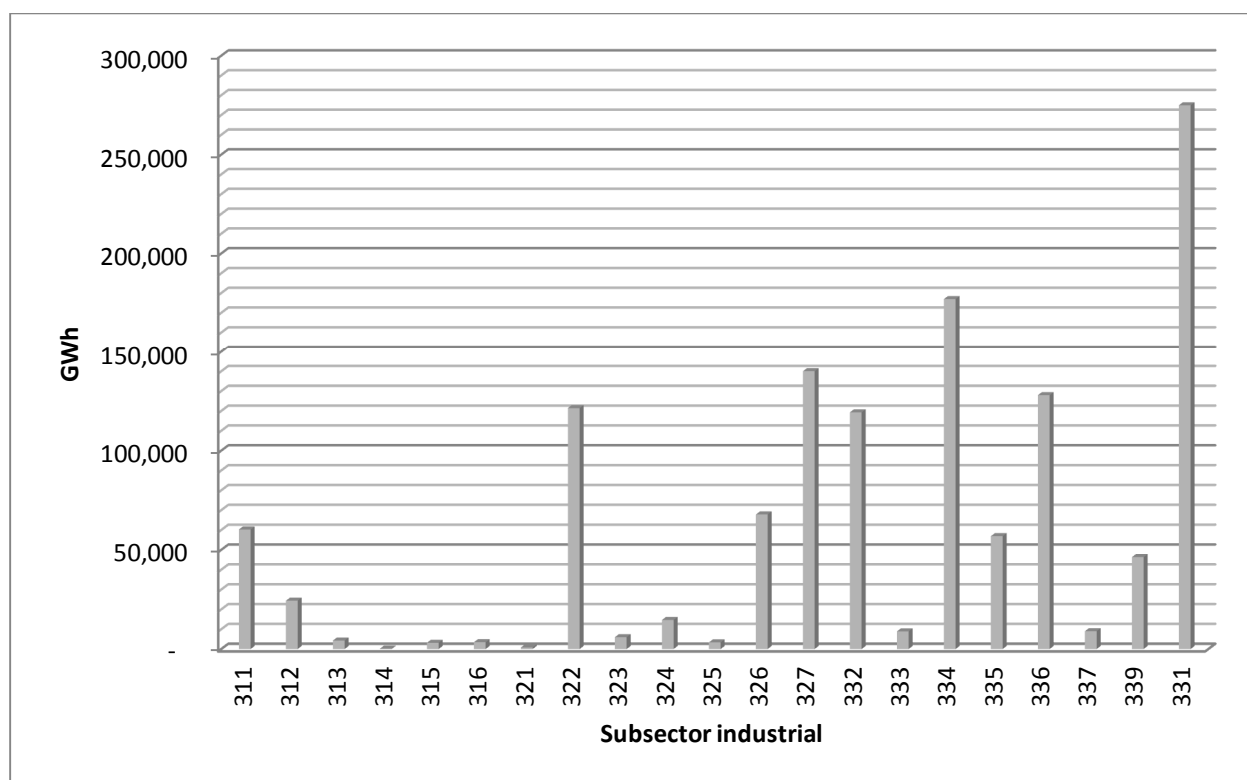


Figura 4.1. Consumo de energía eléctrica en 2009 por subsector industrial. Fuente: Cálculos propios a partir de datos de censo económico INEGI 2009.

Tabla 4.2. Participación en el consumo y consumo acumulado de energía eléctrica en 2009 por subsector industrial. Fuente: Cálculos propios a partir de datos de censo económico INEGI 2009

Subsector Industrial	Participación del consumo agregado	Consumo acumulado
331 INDUSTRIAS METÁLICAS BÁSICAS	21.65%	21.65%
334 FABRICACIÓN DE EQUIPO DE COMPUTACIÓN, COMUNICACIÓN, MEDICIÓN Y DE OTROS EQUIPOS, COMPONENTES Y ACCESORIOS ELECTRÓNICOS	13.93%	35.58%
327 FABRICACIÓN DE PRODUCTOS A BASE DE MINERALES NO METÁLICOS	11.02%	46.61%
336 FABRICACIÓN DE EQUIPO DE TRANSPORTE	10.07%	56.68%
322 INDUSTRIA DEL PAPEL	9.56%	66.24%
332 FABRICACIÓN DE PRODUCTOS METÁLICOS	9.39%	75.64%
326 INDUSTRIA DEL PLÁSTICO Y DEL HULE	5.34%	80.98%
311 INDUSTRIA ALIMENTARIA	4.75%	85.72%
335 FABRICACIÓN DE ACCESORIOS, APARATOS ELÉCTRICOS Y EQUIPO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	4.48%	90.20%
339 OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	3.65%	93.85%
312 INDUSTRIA DE LAS BEBIDAS Y DEL TABACO	1.92%	95.77%

324 FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO Y DEL CARBÓN	1.15%	96.92%
337 FABRICACIÓN DE MUEBLES, COLCHONES Y PERSIANAS	0.71%	97.63%
333 FABRICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO	0.70%	98.33%
323 IMPRESIÓN E INDUSTRIAS CONEXAS	0.47%	98.80%
313 FABRICACIÓN DE INSUMOS TEXTILES Y ACABADO DE TEXTILES	0.34%	99.14%
316 CURTIDO Y ACABADO DE CUERO Y PIEL, Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CUERO, PIEL Y MATERIALES SUCEDÁNEOS	0.27%	99.41%
325 INDUSTRIA QUÍMICA	0.26%	99.67%
315 FABRICACIÓN DE PRENDAS DE VESTIR	0.25%	99.92%
321 INDUSTRIA DE LA MADERA	0.06%	99.99%
314 FABRICACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES, EXCEPTO PRENDAS DE VESTIR	0.01%	100.00%

La distribución del consumo entre diferentes subsectores industriales representa una diversidad de tipos de cargas eléctricas por proceso.

Comportamiento de la intensidad eléctrica del sector industrial y sus subsectores.

En los datos analizados, se observa en el sector industrial del municipio de Mexicali, un incremento acumulado del consumo de Energía Eléctrica en el periodo de 1999 a 2009 de alrededor de 64% ² como se muestra en la Figura.4.2

² Los datos de consumo de energía eléctrica y el valor agregado generado por el sector 331 Industrias Metálicas Básicas fue excluido del análisis de tendencia, debido a que no se reportó la serie de datos completa en los resultados de los censos económicos INEGI 2009.

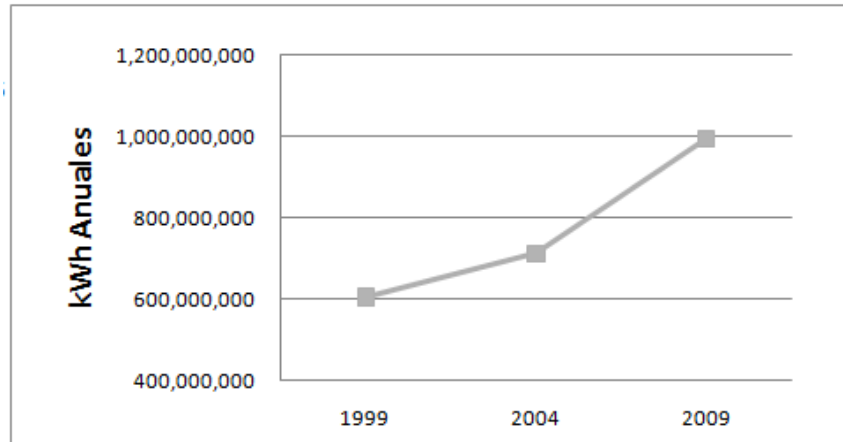


Figura 4.2. Consumo de energía eléctrica por el sector industrial de Mexicali. Fuente: Cálculos propios a partir de datos de censo económico INEGI 2009.

El incremento en el consumo de energía eléctrica fue acompañado de un incremento similar en el valor agregado generado en el sector el cual acumuló en el periodo de 1999 a 2009 un 76% como se observa en la Figura 4.3.

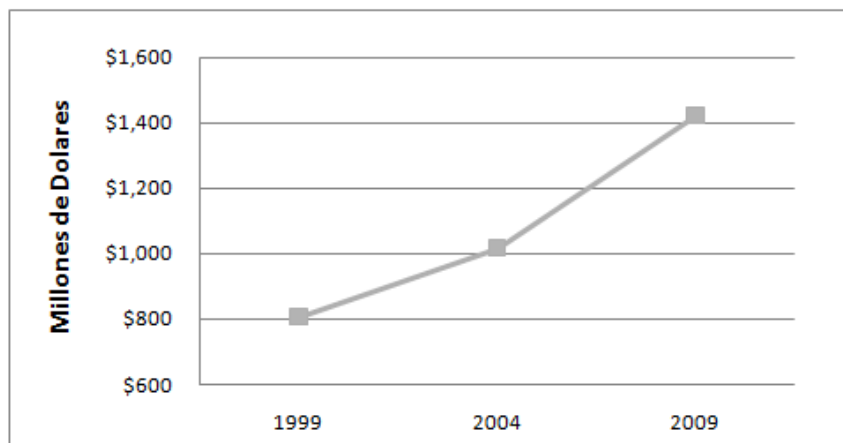


Figura 4.3 Valor agregado generado por el sector industrial de Mexicali. (Millones de dólares): Fuente: Cálculos propios a partir de datos de censo económico INEGI 2009.

Se puede observar una reducción en la intensidad del uso de la energía eléctrica por el sector industrial en el periodo 1999 a 2009, pero esta ha sido una reducción acumulada del 6.6%; dicho porcentaje de reducción se logra durante el periodo 1999 a 2004 donde se obtiene una reducción de 6.7% y durante el periodo 2004 a 2009, no existe cambio,

lo que se puede interpretar como no mejoras en el uso eficiente de la energía eléctrica para generar valor agregado en el periodo tal como se muestra en la Figura 4.4.

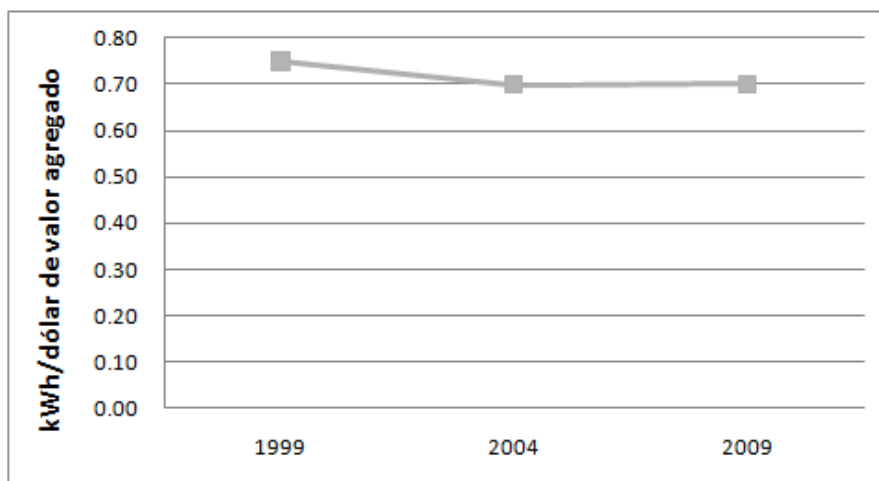


Figura 4.4. Intensidad del uso de energía eléctrica por el sector industrial de Mexicali (kWh/dólar de valor agregado generado). Fuente: Cálculos propios a partir de datos de censo económico INEGI 2009.

El fenómeno se puede explicar debido al incremento constante al precio de la energía eléctrica a partir del año 2000, donde a partir de un incremento de precios de los energéticos, se presenta una respuesta tecnológica para el uso eficiente de la energía cuyo impacto mayor se tiene entre 2 y 3 años posteriores al incremento de precios (Sue Wing, 2008). Aunque también puede ser el resultado de cambios en la mezcla de productos o en la aparición o desaparición de industrias en el sector.

Al calcular la variación por cada uno de los subsectores comparando dos periodos de 5 años (1999-2004 y 2004-2009) así como el periodo de 10 años (1999-2009) se obtienen los datos de la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Porcentajes de variación en la intensidad de eléctrica por subsector para los periodos 1999-2004, 2004-2009 y 1999-2009. Fuente: Cálculos propios a partir de datos de censo económico INEGI 2009.

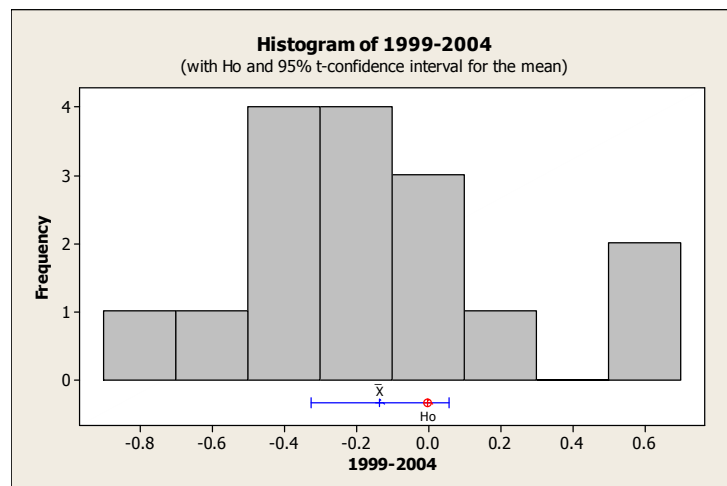
Subsector	kWh/Dolar 1999	kWh/Dolar 2004	kWh/Dolar 2009	Variación		
				1999- 2004	1999- 2009	2004- 2009
311 Industria alimentaria	0.41	0.32	0.34	-21%	-16%	7%
312 Industria de las bebidas y del tabaco	0.81	0.33	0.31	-59%	-62%	-6%
314 Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir	0.62	0.41	0.99	-33%	60%	139%
315 Fabricación de prendas de vestir	0.65	0.61	0.42	-6%	-36%	-32%
321 Industria de la Madera	0.66	0.56	0.87	-16%	31%	56%
322 Industria del papel	2.10	1.30	1.32	-38%	-37%	1%
323 Impresión e industrias conexas	0.63	0.44	0.62	-31%	-1%	43%
325 Industria química	0.62	9.68	0.76		24%	-92%
326 Industria del plástico y del hule	1.40	1.51	1.06	8%	-24%	-30%
327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1.72	0.38	3.09	-78%	80%	
332 Fabricación de productos metálicos	0.47	0.71	0.66	52%	42%	-7%
333 Fabricación de maquinaria y equipo	0.72	0.54	0.48	-25%	-33%	-10%
334 Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	0.95	0.83	0.83	-12%	-13%	-1%
335 Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos	0.57	0.56	0.64	0%	13%	13%
336 Fabricación de equipo de transporte	0.44	0.53	0.51	21%	15%	-5%
337 Fabricación de muebles y productos relacionados	1.07	0.72	0.83	-33%	-22%	17%
339 Otras industrias manufactureras	0.54	0.85	0.28	56%	-48%	-67%

La prueba de hipótesis: que se plantea H_0 . La media de cambio en la intensidad eléctrica en los periodos analizados es igual a cero, evaluada en el programa de análisis estadístico Minitab con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$) para validar si el cambio entre los periodos analizados arrojan los resultados mostrados en la tabla 4.4:

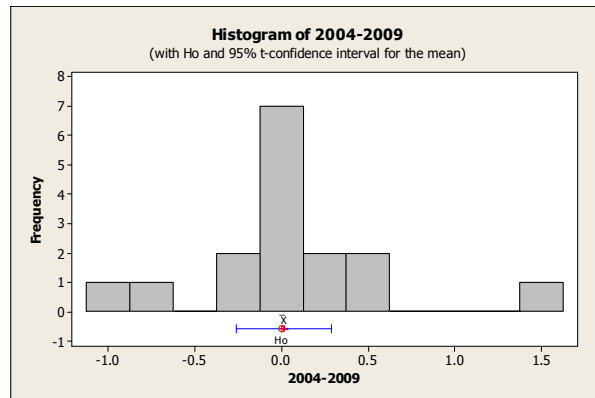
Tabla 4.4. Resultados de prueba de hipótesis sobre media de cambio de intensidad eléctrica

Minitab Project Report							
Prueba: One-Sample T: 1999-2004, 2004-2009, 1999-2009							
Test of $\mu = 0$ vs not = 0							
Periodo	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
1999-2004	16	-0.1339	0.3579	0.0895	(-0.3246, 0.0568)	-1.50	0.155
2004-2009	16	0.016	0.516	0.129	(-0.259, 0.291)	0.12	0.904
1999-2009	17	-0.0163	0.3943	0.0956	(-0.2190, 0.1865)	-0.17	0.867

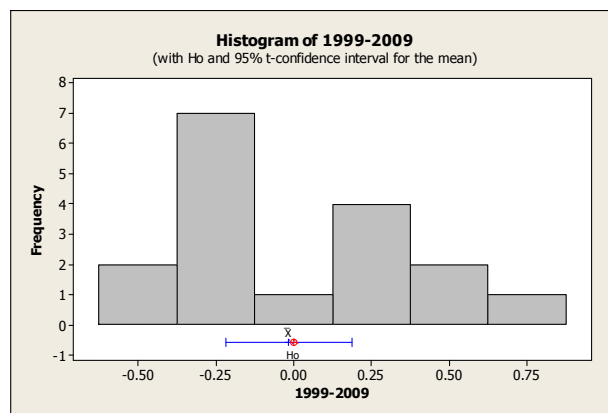
A pesar de que gráficamente se aprecia una reducción en el periodo 1999-2004, Para ninguno de los tres periodos el valor de P fue menor a 0.05, ni siquiera a 0.1, lo que significa que estadísticamente no hay cambio significativo en la variación de intensidad de uso de energía para ninguno de los periodos dados. Incluso en el periodo 1999-2009 que debería mostrar en un supuesto la variación acumulada mayor, el valor de P es apenas de 0.867 lo que significa que no hay evidencia de cambio en la media de intensidad eléctrica del sector industrial. Gráficamente en la Figura 4.5 (A) 1999-2004, (B) 2004-2009 y (C) 1999-2009 se puede observar que la H_0 siempre queda dentro de intervalo por lo que no hay evidencia significativa que nos permita rechazar la hipótesis nula.



(A)



(B)



(C)

Figura 4.5. Resultado gráfico de la prueba de hipótesis H_0 . La media de cambio en la intensidad eléctrica en los periodos analizados es igual a cero.

Al desagregar el sector industria en sus principales subsectores consumidores, para entender la composición de la demanda de energía y su impacto en la intensidad energética del sector. Se encontraron los consumos mostrados en la Figura 4.6. por cada uno de los principales subsectores.

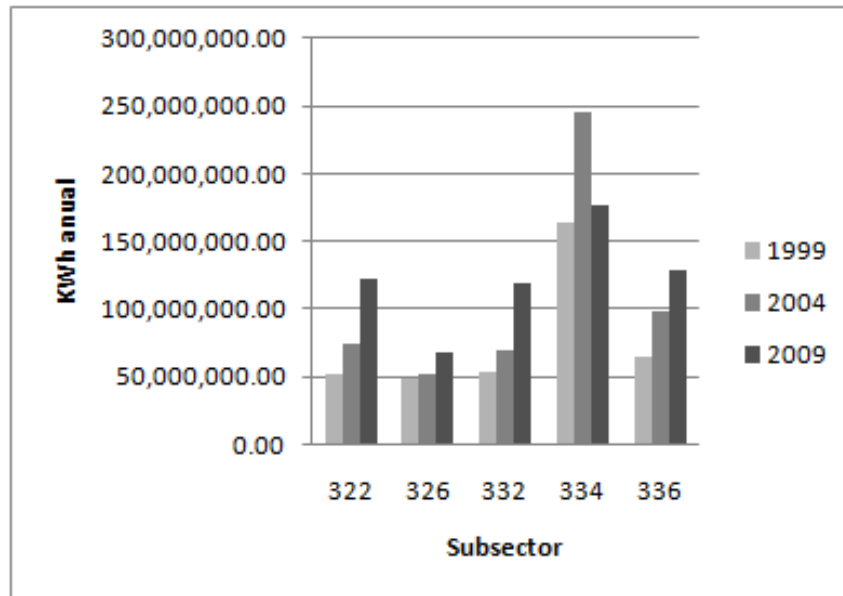


Figura. 4.6. Consumo de energía eléctrica por subsector industrial de Mexicali, 1999 a 2009. (kWh anual). 322 Industria del papel, 326 Industria del plástico y del hule, 332 Fabricación de productos metálicos, 334 Fabricación de equipo electrónico, 336 Fabricación de equipo de transporte.

En cuanto a la intensidad de uso de energía eléctrica de los principales subsectores industriales por su aportación al consumo de energía, se puede apreciar un comportamiento mixto, donde el indicador sufre variaciones desde el -37% hasta el 42% como se muestra en la Figura 4.7.

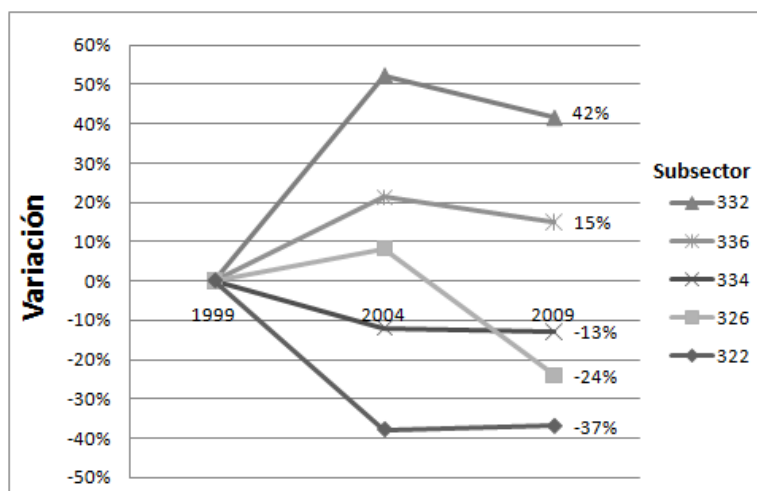


Figura 4.7. Cambio de la intensidad del uso de energía eléctrica por subsector industrial de Mexicali, 1999 a 2009. (kWh/dólar de valor agregado generado). 322 Industria del papel, 326 Industria del plástico y del hule, 332 Fabricación de productos metálicos, 334 Fabricación de equipo electrónico, 336 Fabricación de equipo de transporte.

La relación kWh/valor agregado de los diferentes subsectores, puede tener una proporción 3 a 1 dependiendo de los subsectores comparados como se muestra en la Figura 4.8.

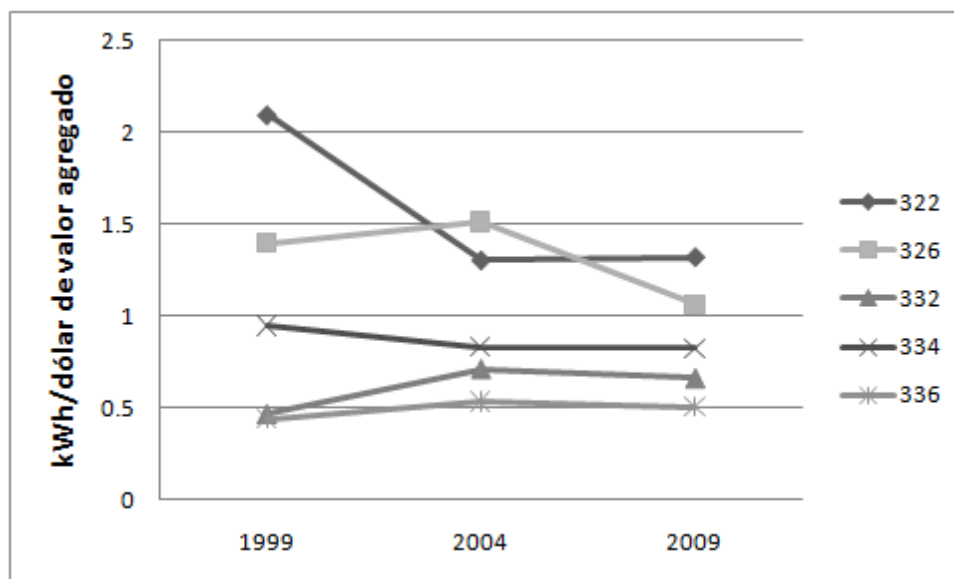


Figura 4.8. Intensidad del uso de energía eléctrica por subsector industrial de Mexicali. (kWh/dólar de valor agregado generado). 322 Industria del papel, 326 Industria del plástico y del hule, 332 Fabricación de productos metálicos, 334 Fabricación de equipo electrónico, 336 Fabricación de equipo de transporte.

El comportamiento por subsector presenta una tendencia inconsistente, lo que se puede interpretar como que el movimiento en el indicador corresponde más a una situación de cambios en la mezcla de productos, aparición o desaparición de empresas en el subsector que a una estrategia planeada de ahorro y uso eficiente de energía.

Usos finales de mayor consumo de electricidad en el sector industrial de Mexicali.

Los datos recolectados a las empresas mediante el instrumento diseñado arrojan información importante.

Al revisar los datos de facturación en cuanto a consumo, se identificó la presencia de dos patrones de consumo, el primero corresponde a aquellas empresas que cuentan con aire acondicionado en sus áreas de producción y el segundo a aquellas que no cuentan con aire acondicionado en sus áreas de producción. Dichos patrones los podemos observar en la Figura 4.9.

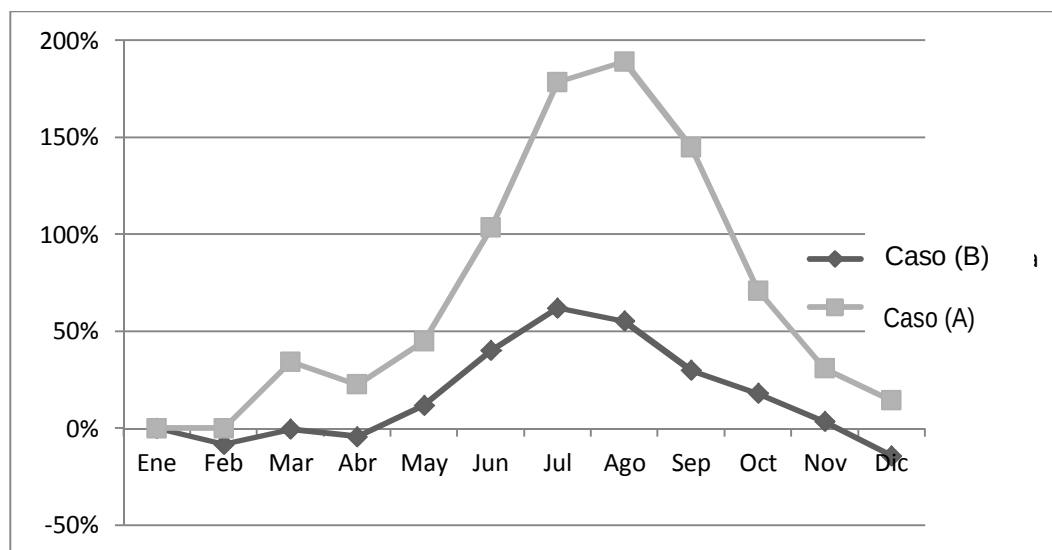


Figura 4.9 Incremento de Consumo respecto al mes de Enero Patrón (A) Empresa con área de producción con aire acondicionado (B) Empresa con área de producción sin aire acondicionado.
Fuente: Datos obtenidos mediante encuestas a empresas.

En ambos casos se presenta un incremento en el consumo que puede llegar cercano al 200% con respecto al consumo del mes de enero en los meses de julio y agosto, como en el caso (A) de la Figura 4.9. A pesar de que la empresa del caso (B) también presenta un incremento en el consumo en los meses de julio y agosto, el incremento es tres veces menor.

El impacto de este comportamiento es crítico desde el punto de vista de la facturación, debido a que el incremento en consumo impacta directamente sobre el consumo en horario punta, como se muestra la Figura 4.10.

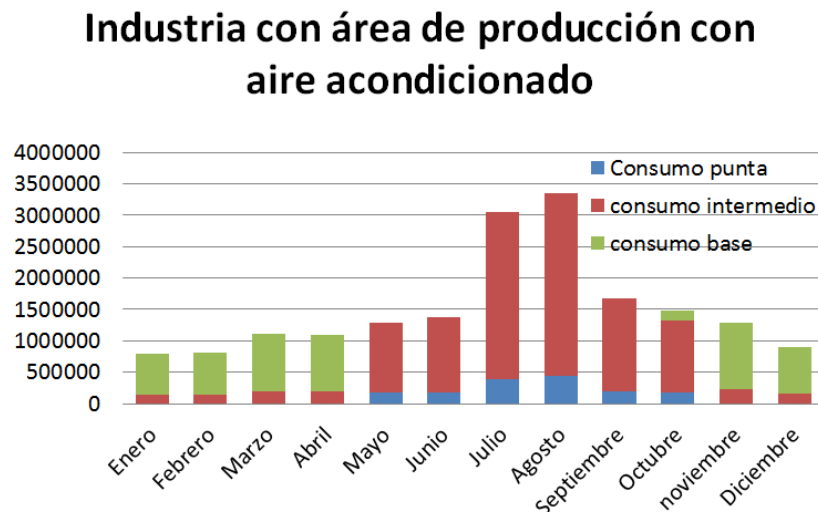


Figura 4.10. Distribución del consumo por estructura de la tarifa eléctrica Fuente: Datos obtenidos mediante encuestas a empresas.

Según el subsector industrial se detectó una distribución de cargas diferente, pero resalta la coincidencia en cuanto a la carga por motores los cuales se identifican como las mayores cargas (40%) seguido por los usos de generación de calor y generación de frío. Se identifica una baja proporción asignada a los equipos de oficina no mayor al 10%, así como al uso de iluminación. Las diferencias entre las encuestas del ramo electrónico y metalmecánico pueden observarse en la Figura 4.11.

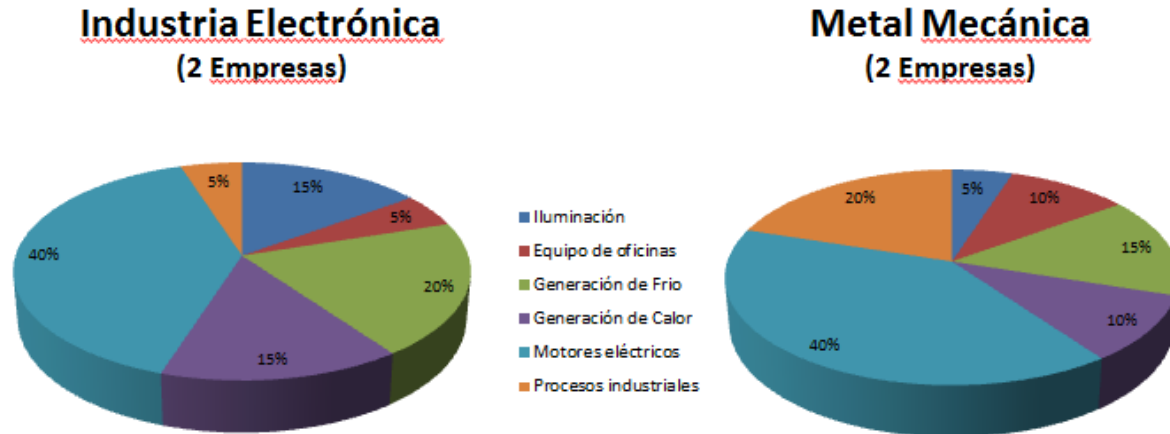


Figura 4.11. Distribución agregada de cargas eléctricas en Industria Electrónica e Industria Metal Mecánica. Fuente: Datos obtenidos mediante encuestas a empresas.

Las principales cargas identificadas en las empresas encuestadas son:

- Motores eléctricos, su capacidad es variada pero la gran mayoría son capacidades menores a los 5 hp. Los motores de mayor capacidad e intensidad de uso se utilizan en colectores de polvo (75 hp), Compresores de aire (150 hp) y en bombas de vacío.
- Hornos de precalentado y curado y procesos de termo-formado
- Equipo de Aire Acondicionado. Rango muy variado en capacidad y años de servicio, desde equipos separados.
- Equipo de bombeo de agua
- Maquinaria de procesos de manufactura en general.

Patrones Identificados en la Industria de Mexicali.

- Las empresas ya cuentan con dispositivos de iluminación aprovechando la luz natural, pero no se ha detectado algún otro tipo de aprovechamiento de energía renovable.
- Los edificios cuentan con algún tipo de aislante en muros y techos.
- Las empresas encuestadas cuentan con dispositivos para mejorar el factor de potencia.
- Las empresas grandes cuentan con programas mucho mejor estructurados encaminados al ahorro y uso eficiente de energía.
- Para procesos de alta demanda de energía térmica, su fuente de energía es el gas natural.
- Empresas medianas en naves industriales antiguas no han actualizado la tecnología en el aire acondicionado.
- No se ha detectado que se utilicen sistemas de recuperación de calor
- Se administra la carga de aire comprimido entre varios compresores, algunos de ellos de baja eficiencia.

Potencial de ahorro de consumo por sector industrial.

Iluminación.

Considerando el escenario inercial de crecimiento de 3% de la demanda del sector, y comparando contra lograr un ahorro del 50% de la carga para el año 2030, se obtuvieron los resultados mostrados en la Figura 4.12.

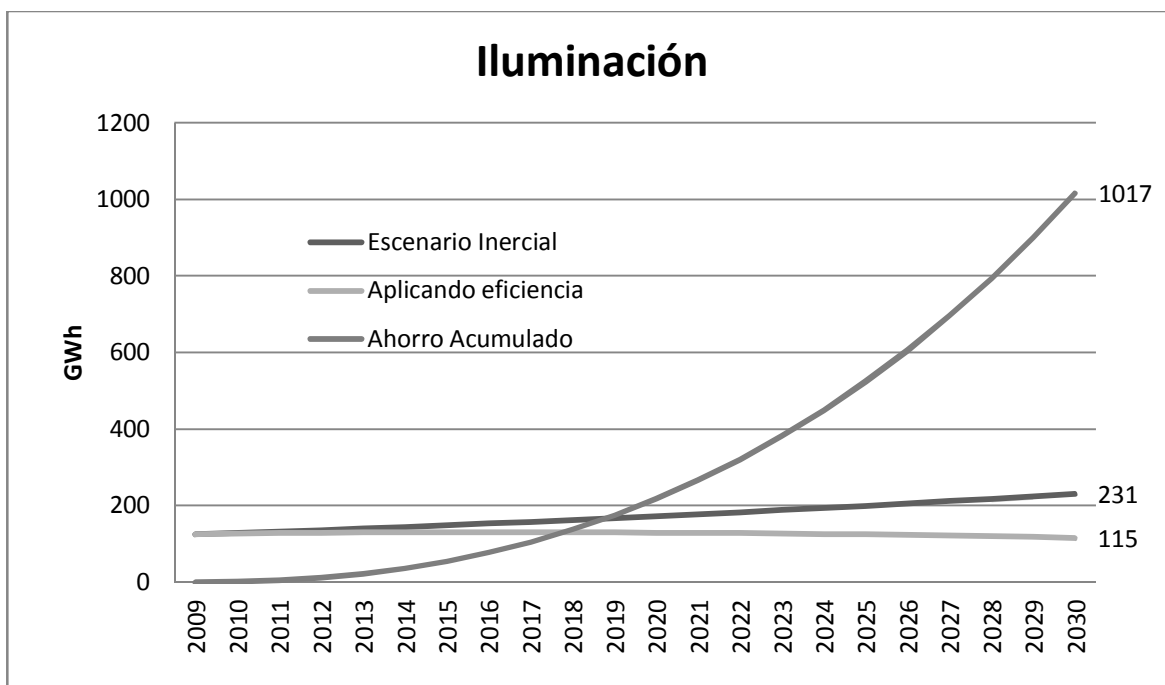


Figura 4.12 Potencial de ahorro de energía eléctrica por iluminación en el sector industrial de Mexicali.

La carga por iluminación debido al diferencial que existe entre la tecnología existente y la normalmente utilizada, presenta un potencial de reducción en términos reales respecto al año 2009 en que inició el PRONASE el ahorro acumulado al 2030 en el consumo de electricidad sería de 1017 GWh.

Motores Eléctricos.

Considerando el escenario inercial de crecimiento de 3% de la demanda del sector, y comparando contra lograr un ahorro del 2% de la carga para el año 2030, se obtuvieron los resultados mostrados en la Figura 4.13.

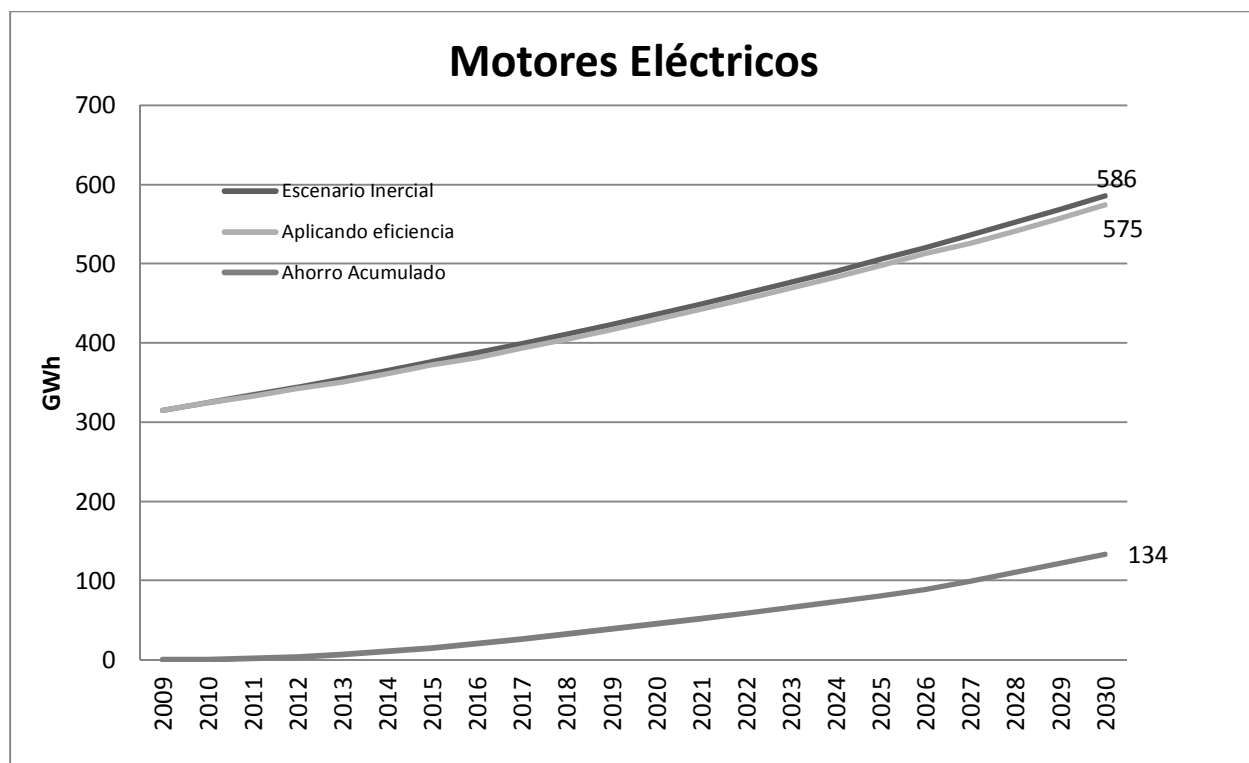


Figura 4.13 Potencial de ahorro de energía eléctrica por motores eléctricos en el sector industrial de Mexicali.

La carga por motores eléctricos logrando una reducción meta de 2% del consumo alcanzándose en el año 2027 15 años después del inicio de PRONASE y proyectándose hasta 2030, logra un ahorro acumulado al 2030 en el consumo de electricidad por 134 GWh.

Generación de Enfriamiento.

La aplicación principal es el aire acondicionado de espacios. Considerando el escenario inercial de crecimiento de 3% de la demanda del sector, y comparando contra lograr un ahorro del 10% de la carga para el año 2030, por el cambio tecnológico de los equipos, se obtuvieron los resultados mostrados en la Figura 4.14.

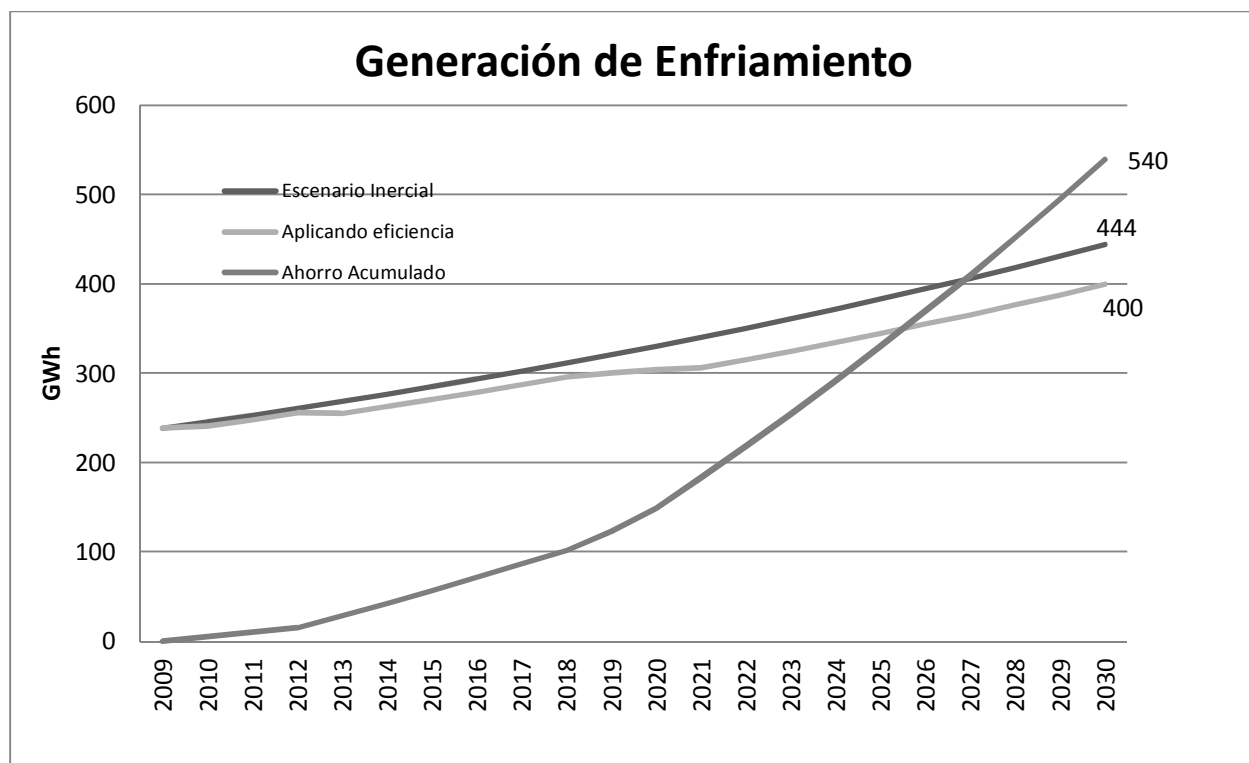


Figura 4.14 Potencial de ahorro de energía eléctrica por generación de enfriamiento en el sector industrial de Mexicali.

La carga para generar enfriamiento se concentra en los equipos de aire acondicionado. Logrando la sustitución de los equipos actuales y la incorporación al parque de equipo de eficiencia 10% mejor que la tecnología actual, se logra un ahorro acumulado al 2030 en el consumo de electricidad por 540 GWh.

Trigeneración.

Incorporando la tecnología de trigeneración con el fin de obtener aire acondicionado a partir del 2014 para cubrir el 20% de la nueva demanda de aire acondicionado, se logra el abatimiento del consumo de energía por dos conceptos, el primero, la aportación por generación distribuida en autogeneración y segundo por la reducción en la carga por la sustitución de enfriadores de agua eléctricos por enfriadores de agua por absorción. La

proyección de ahorro en el consumo eléctrico por ambos conceptos se muestra en la Figura 4.15.

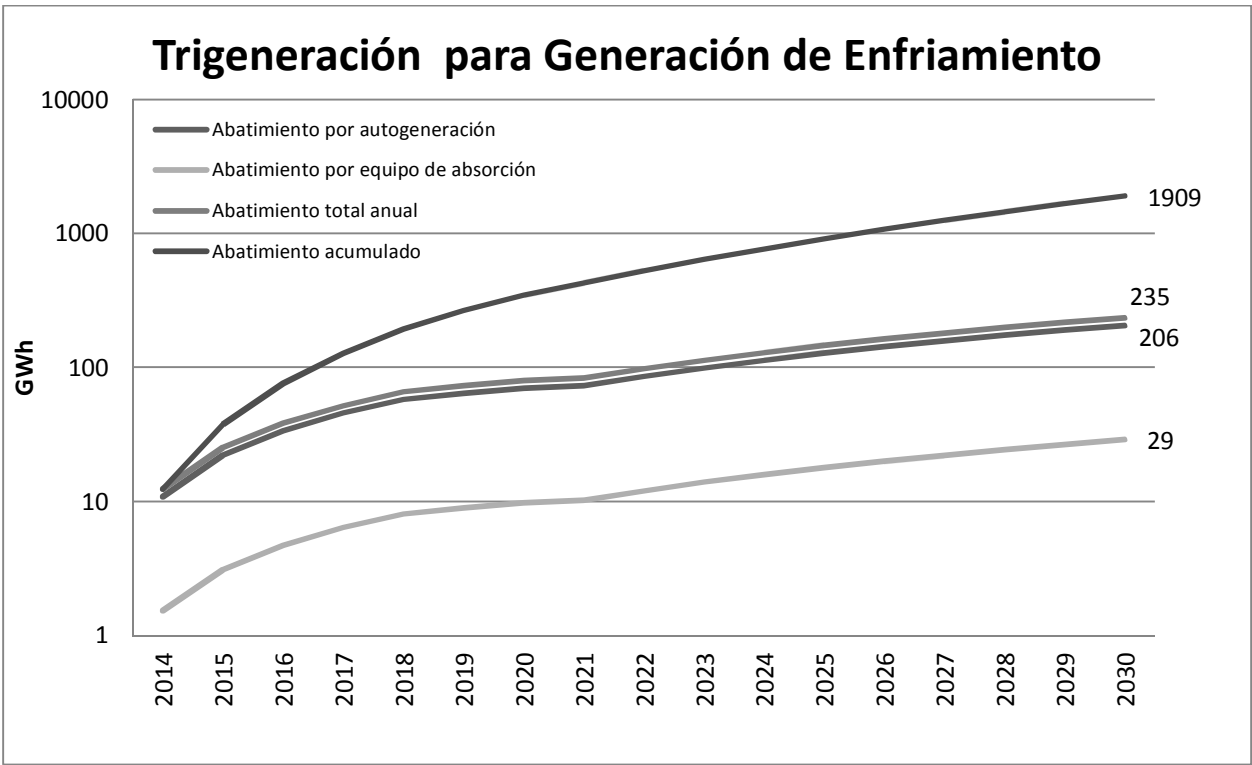


Figura 4.15 Potencial de ahorro de energía eléctrica por incorporación de tecnología de trigeneración en el sector industrial de Mexicali.

El potencial de ahorro por trigeneración a partir del 2014, logra proyectar una disminución en el consumo de energía de la red eléctrica por 235 GWh en el año 2030 y ahorro acumulado del 2014 al 2030 de 1909 GWh. Cabe señalar que el ahorro es sobre el consumo de la red eléctrica pero se consume combustible para la generación y se generan emisiones a la atmósfera. Sólo el componente de calor residual que se aprovecha en generar enfriamiento en los equipos de absorción es ahorro en el consumo de energía.

Ahorro total de consumo al sector eléctrico.

El objetivo de separar el ahorro total con y sin trigeneración es para diferenciar el ahorro hacia la consumo de energía de la red (con trigeneración) y lo que es el consumo de energía del sector industrial (sin trigeneración). El escenario sin trigeneración podemos observarlo en la Figura 4.16.

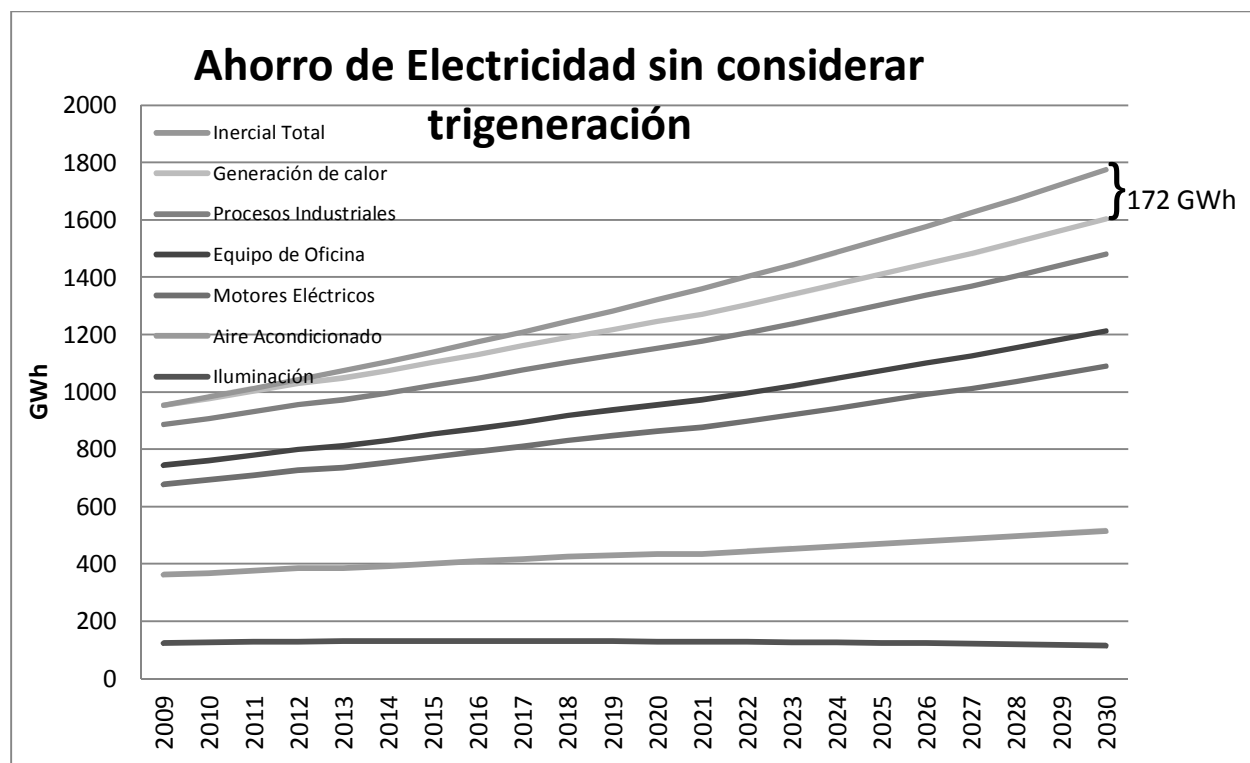


Figura 4.16 Potencial de ahorro de energía eléctrica total sin considerar el uso de tecnología de trigeneración en el sector industrial de Mexicali.

El ahorro acumulado en iluminación, aire acondicionado, motores eléctricos, proyecta al año 2030 un ahorro de 172 GWh y un ahorro acumulado de 1690 GWh.

En lo que respecta al ahorro considerando la incorporación de la trigeneración a la ecuación, obtenemos los resultados mostrados en la Figura 4.17.

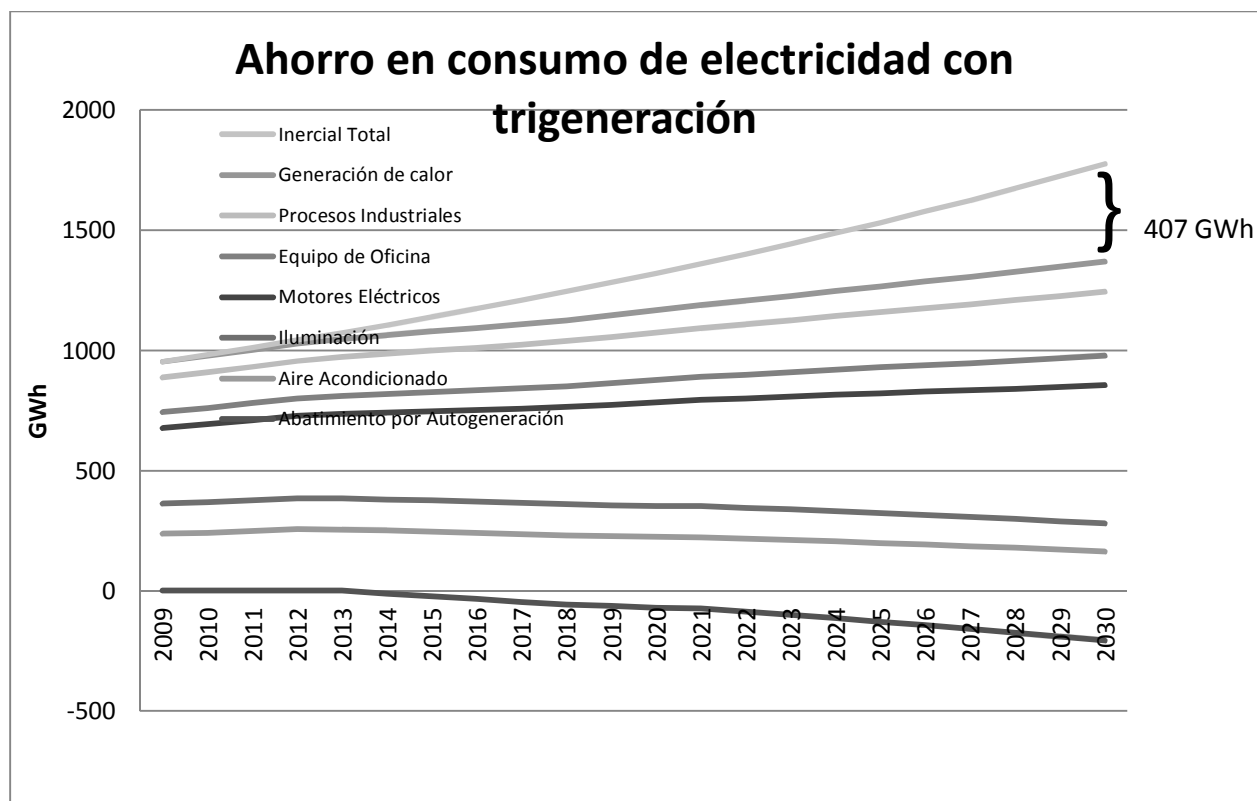


Figura 4.17 Potencial de ahorro de energía eléctrica total incluyendo el uso de tecnología de trigeneración en el sector industrial de Mexicali.

Al incorporar la tecnología de trigeneración en el cálculo de ahorro total, se logra un ahorro en el consumo eléctrico de la red de 407 GWh en el 2030 y un ahorro acumulado al final del periodo de 3600 GWh, así como una diversificación de las fuentes de energía del sector.

Esta proyección significa cambiar la tendencia de crecimiento de 3% anual del consumo de electricidad por parte del sector industrial a 1.73%. lo que representa un ahorro contra el escenario inercial al 2030 de 22%

Ahorro del sector eléctrico en infraestructura por ahorro de energía eléctrica del sector industrial.

Considerando que se difiere la inversión en infraestructura para la generación eléctrica, por el cambio de la tasa de crecimiento de consumo del sector industrial, se calcula la inversión que deja de ser necesaria para garantizar la oferta. Como se muestra en la Figura 4.18, al final de la serie se logra diferir la inversión de 59.9 millones de dólares de 2009.

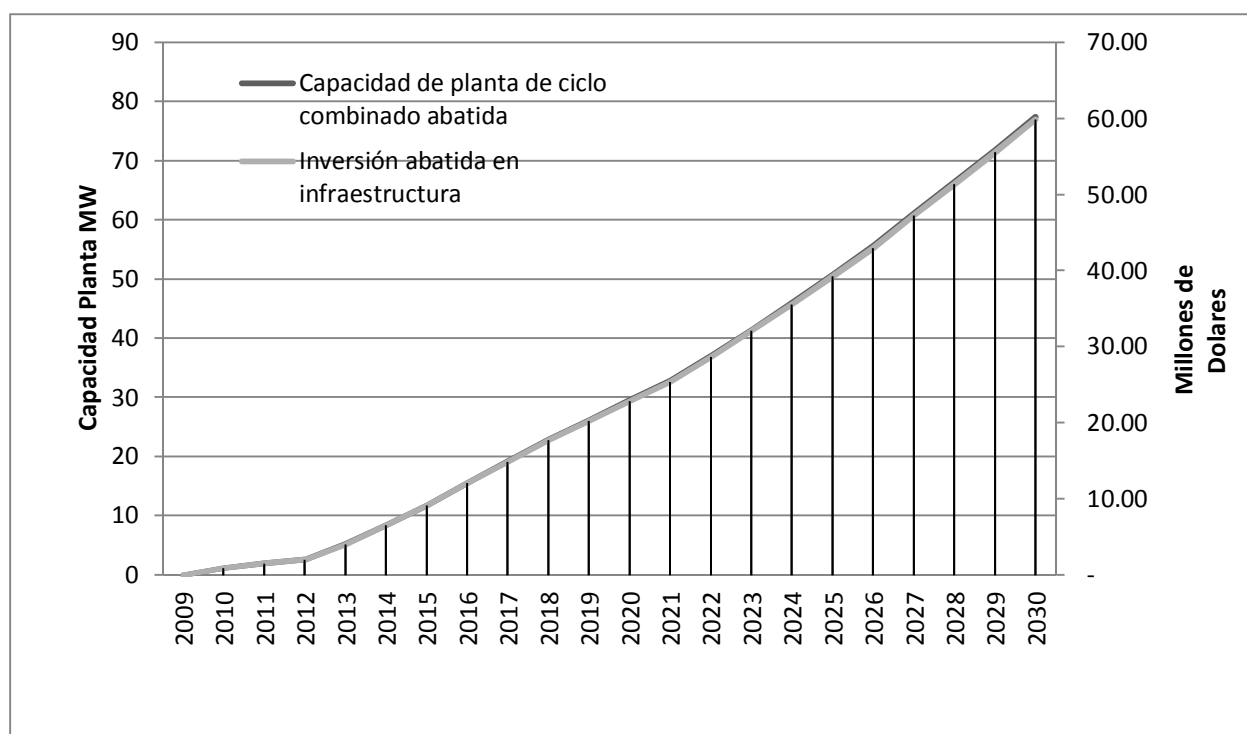


Figura 4.18 Capacidad de planta evitada y el costo de infraestructura para la generación de electricidad en el sector eléctrico en Mexicali. Dólares 2009

No se puede considerar un ahorro acumulado, el ahorro en infraestructura se presenta en el año en que sería necesario incrementar la capacidad instalada.

Ahorro en la facturación por electricidad al sector industrial.

La disminución en el consumo de energía eléctrica de la red, se proyecta como un ahorro en los costos de facturación para el sector industrial. Una proyección de los

ahorros considerando no variación en la tarifa de electricidad a pesos de 2009, se puede observar en la Figura 19.

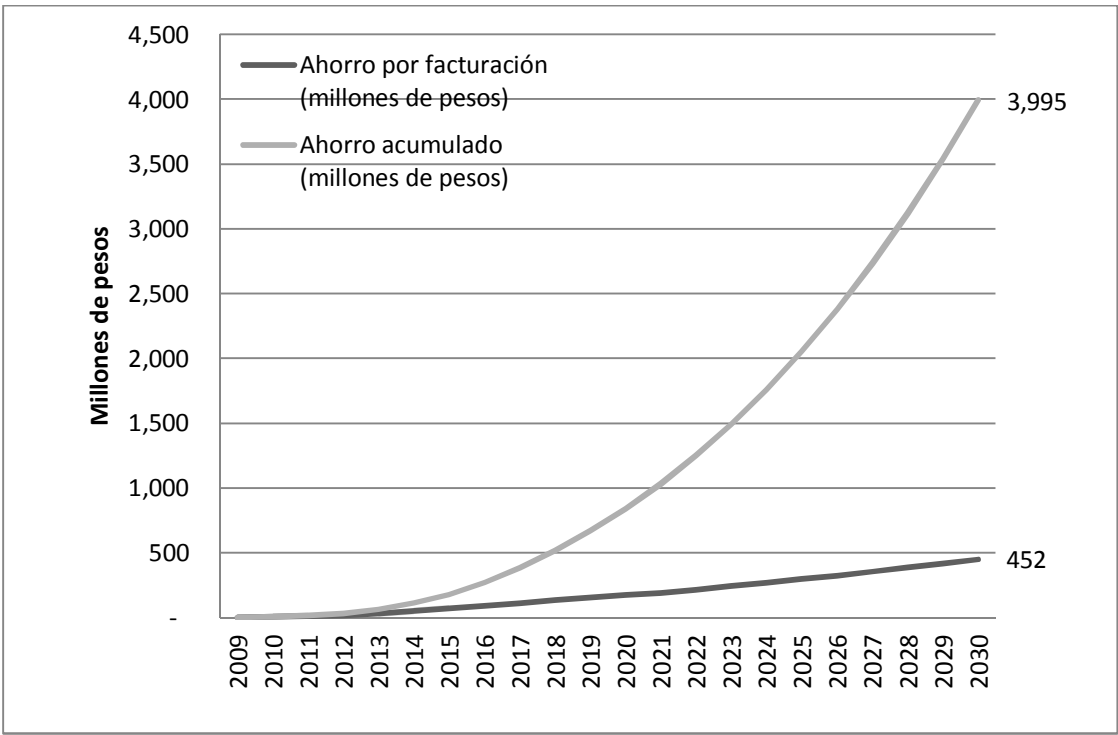


Figura 4.19. Ahorro en facturación en el sector industrial a pesos de 2009.

El ahorro acumulado al 2030 alcanzaría los 3995 millones de pesos con ahorros sólo en el año 2030 por 452 millones de pesos.

Reducción de emisiones a la atmosfera por generación de electricidad.

En el caso de las emisiones, se presenta el escenario donde la reducción del consumo de la red eléctrica representa una reducción de emisiones del sistema de generación, pero el proceso de generación por autoabastecimiento genera emisiones a la atmósfera, lo que da por resultado un balance de emisiones para las proyecciones al 2030 en la Figura 4.20.

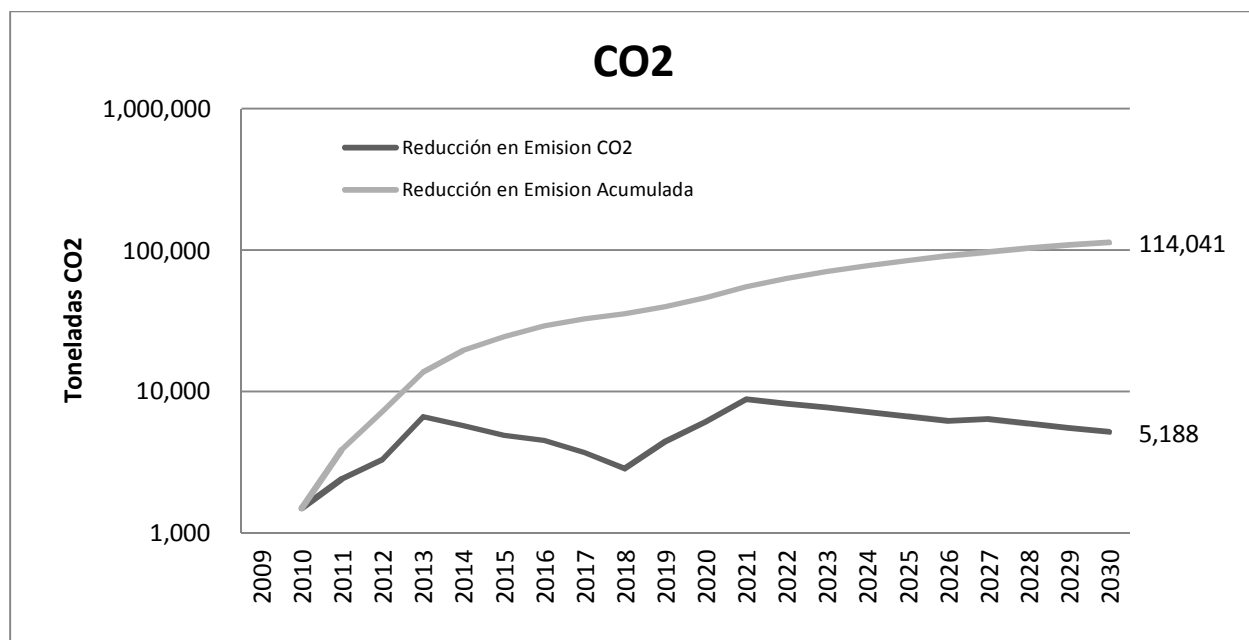


Figura 4.20 Reducción de emisiones de CO₂ proyectadas al 2030.

A pesar de que la generación distribuida por los sistemas de trigeneración emiten CO₂ con un factor superior al del sistema eléctrico, en el balance, se evitan emisiones de CO₂ por un total acumulado al 2030 de 114,041 Toneladas.

El escenario para el Óxido de Azufre (SO₂) y Óxidos de Nitrógeno (NO_x) se presentan en las Figuras 4.21 y 4.22 respectivamente.

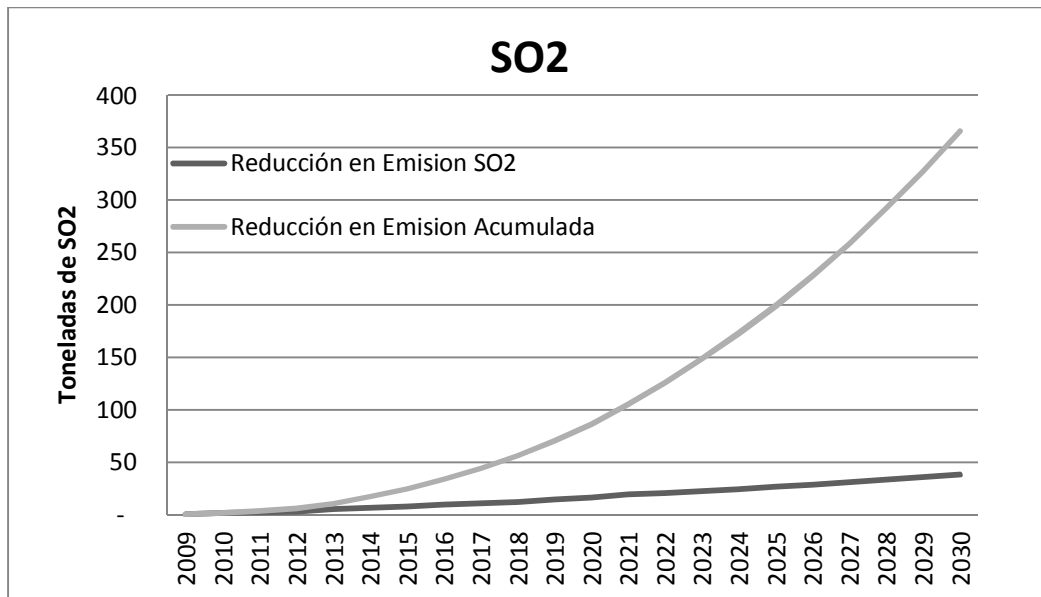


Figura 4.21 Reducción de emisiones de SO₂ proyectadas al 2030.

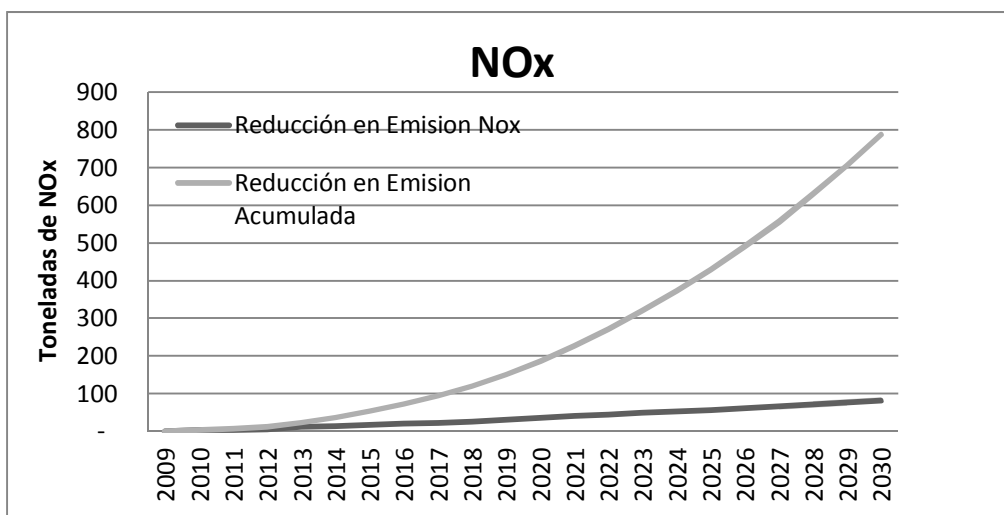


Figura 4.22. Reducción de emisiones de NO₂ proyectadas al 2030.

Es importante determinar el nivel correcto de penetración de la autogeneración por equipos de trigeneración, ya que el factor de emisión al menos en el caso del CO₂ es mayor en estos equipos que en el sistema eléctrico, Si la penetración supera cierto nivel de equilibrio, se estaría en lugar de reduciendo las emisiones a la atmósfera, se tendría el efecto contrario.

Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones.

A lo largo de este trabajo hemos podido analizar diferentes aspectos del uso de la energía eléctrica en el sector industrial del municipio de Mexicali, así como las oportunidades de ahorro y uso eficiente de energía y los impactos para el sector eléctrico e industrial. De este análisis podemos concluir los siguientes aspectos.

El perfil industrial de Mexicali está compuesto por una mezcla de varios tipos de industria, lo que provoca una variedad de procesos según la naturaleza de la producción. No hay un sector dominante en el consumo de energía, por lo que el análisis no puede limitarse sólo a un tipo de actividad industrial, sino considerar el consumo de electricidad como el resultado de una mezcla de productos y procesos presentes en la industria del municipio.

Desde esta perspectiva, resulta útil utilizar criterios de agrupamiento estandarizados con otras regiones como lo es la clasificación SCIAN, ya que permite comparar los resultados del estudio con otras regiones geográficas del país ya que en la metodología las fuentes de información seleccionadas se encuentran disponibles a nivel nacional.

El valor agregado generado por el sector industrial ha tenido un comportamiento ascendente y acorde a este comportamiento, el consumo de energía eléctrica ha tenido un comportamiento similar en la misma proporción, midiendo la intensidad eléctrica en un periodo de diez años, encontramos que no hay un cambio en el indicador. Se ha mantenido con una variación marginal de 6.6 % que según el resultado de la prueba estadística, hay mayor probabilidad de que sea el resultado de cambios en la composición de la producción que por medidas de ahorro y uso eficiente de la electricidad.

A nivel subsector encontramos un comportamiento mixto en la intensidad eléctrica. Los subsectores de mayores consumos mostraron comportamientos ascendentes o descendentes en el periodo 1999-2004 y cambiaron de sentido en el periodo 2004-2009. Esto provoca no poder identificar tendencias a nivel subsector. A pesar de esta situación, es claro que hay subsectores que tienen una intensidad eléctrica muy superior a otros, ya que entre los subsectores analizados, la diferencia puede fluctuar de 1.32 kWh/dólar a 0.5 kWh/dólar de valor agregado.

Al analizar los usos finales de la energía en la industria, se puede identificar el impacto que tiene la necesidad de climatización en el verano en algunas industrias en específico. Componente que en otras regiones no es tan crítico, debido a lo extremo del clima en verano. Este incremento en el consumo eléctrico si es un factor de afectación a la competitividad, debido a que demanda una proporción adicional del insumo de energía a la empresa comparada con otras regiones. El aumento en consumo se ve duramente castigado en la estructura de la tarifa eléctrica, que castiga el consumo de energía en los horarios de mayor temperatura exterior e incidencia solar.

Se encontró una distribución de cargas en la industria variada según el tipo de actividad, pero hubo coincidencia en que la mayor carga eran los motores eléctricos. Los equipos de mayor demanda eran los compresores de aire, colectores de polvo y equipo de bombeo, pero también se identificó que la carga estaba distribuida en su mayoría entre motores de menos de 5 hp, lo que dificulta establecer una solución sistémica a esta escala.

Se puede concluir en cuanto los usos finales en la industria que las empresas utilizan el recurso de la luz natural para iluminación, pero que no hay penetración de alguna otra fuente de energía renovable, los edificios cuentan con algún tipo de aislamiento, las empresas tienen controlado el factor de potencia de sus instalaciones, las empresas grandes, cuentan con programas estructurados para el ahorro y uso eficiente de la energía. Las empresas en naves industriales antiguas no hay actualizado la tecnología de aire acondicionado, no se identifica en las empresas sistemas de recuperación de calor, la fuente de energía térmica para alta demanda proviene del gas natural.

Existe potencial para implementar programas de ahorro y uso eficiente de energía en los usos de iluminación, motores eléctricos, generación de enfriamiento, en particular en aire acondicionado. Estos usos caen en la clasificación de suministros a los procesos, pero la energía consumida directamente por el proceso tiene usos muy generales que tendrían que irse optimizando caso por caso.

A pesar de que el tipo de industria de Mexicali no se identifican grandes fuentes de calor de rechazo como la industria petrolera, los ingenios azucareros por mencionar algunos, donde el PRONASE ha identificado la cogeneración como una alternativa para mitigar la demanda al sector eléctrico, la demanda de aire acondicionado abre la puerta a la trigeneración con el objetivo primario de abastecer las necesidades de aire acondicionado.

Esta alternativa de generación distribuida corre el riesgo de que de implementarse a gran escala, eleve los niveles de emisiones, debido a que el factor de emisión de las turbinas de gas es más alta a la de la mezcla del sistema eléctrico a nivel local.

Al totalizar los potenciales ahorros de consumo de electricidad, es posible cambiar la tendencia de incremento del consumo de energía eléctrica, del 3% proyectado, al 1.27%.

Al cuantificar las emisiones a la atmosfera, se determina que es posible reducir las emisiones al 2030 en las proporciones: CO₂, 608,056 toneladas; de SO₂, 754 toneladas; y de NO_x 1,626 toneladas.

La reducción de consumo de electricidad genera ahorros al sector eléctrico por 78 millones de dólares y al sector industrial por concepto de facturación 6261 millones de pesos al 2030. Lo que es un factor para elevar la competitividad del sector, además la diversificación de las fuentes de energía como lo es la utilización de gas natural para autoabastecimiento también es factor de incremento de la competitividad.

Recomendaciones.

Para el logro de los escenarios planteados se recomienda tanto al sector público como al sector industrial las siguientes:

- Instalación de equipos de trigeneración para abastecer la demanda de aire acondicionado al momento de sustitución de equipos y en las nuevas instalaciones
- Actualización del parque de compresores y el redimensionamiento del banco de compresores acorde a la demanda real de los procesos.
- Participar de los programas derivados del PRONASE para la sustitución de los sistemas de iluminación, motores eléctricos y aires acondicionados

- Incorporación de energías renovables a los procesos productivos, no sólo a la iluminación.
- Incorporar sistemas de recuperación de calor de rechazo de los diferentes procesos
- Incentivar la industria de fabricación de equipo de transporte, fabricación de productos metálicos y la fabricación de equipos electrónicos que son los sectores que presentan menor intensidad eléctrica; por el contrario, no promover los sectores de las industrias metálicas básicas, industria del papel y la industria del plástico y hule, que presentan la mayor intensidad energética.
- Promover la ampliación de la red de gas natural para que mayores empresas puedan realizar trigeneración, aliviando el consumo al sector eléctrico.
- Revisar el esquema tarifario del sector industrial para ayudar a mantener la competitividad del sector por efectos de clima en comparación de otras regiones.
- Ampliar las estrategias apoyadas en el PRONASE para incluir a la trigeneración.

Unidades y Factores de Conversión.

Conversión de Energía

1 Unidad térmica británica = 1 Btu =	0,0003929 hp-hora 777,9 pie-libra 252 calorías 0,000293 kw-hora
1 caballo de fuerza-hora = 1 hp-hora =	1980000 pie-libra 641400 calorías 0,7457 kw-hora
1 pie-libra = 1 pie-lb =	0,3239 cal 37660000 kw-hora
1 caloría = 1 cal =	0,000163 kw-hora
1 Unidad térmica británica/hora=1 Btu/hora=	0,2161 lb-pie/seg 0,0003929 hp 0,07 cal/seg 0,000293 kw
1 libra-pie/seg = 1 lb-pie/seg =	0,001818 hp 0,3239 cal/seg 0,001356 kw
1 caballo de fuerza = 1 hp =	178,2 cal/seg 0,7457 kw 0,004186 kw
1 tonelada de petróleo crudo equivalente	41.868 Gigajoules
1 tonelada métrica	7.33 barriles de petróleo
1 barril de petróleo	5,000 pies cúbicos de gas natural
1 metro cúbico de gas natural	8,967,600 calorías
1 barril de combustóleo pesado	1,593,.000 kilocalorías
1 barril de diesel	1,469,600 kilocalorías
1 BTU	252 calorías
1 caloría	4.1868 Joules
1 watt hora	3,600 Joules

Múltiplos

kilo: (k),	(10 ³)	1,000
Mega: (M),	(10 ⁶)	1,000,000
Giga: (G),	(10 ⁹)	1,000,000,000
Tera: (T)	(10 ¹²)	1,000,000,000,000
Peta: (P)	(10 ¹⁵)	1,000,000,000,000,000

Glosario, abreviaturas, siglas.

Glosario.

Autogeneración. Proceso por el que una persona, natural o jurídica, genera energía para atender a sus propias necesidades o a las de una pequeña comunidad.

Cogeneración. La cogeneración se define como la producción secuencial de energía eléctrica y/o mecánica y de energía térmica aprovechable en los procesos industriales a partir de una misma fuente de energía primaria.

Competitividad Industrial. Se refiere a la capacidad de una industria en particular para generar bases de creación y desarrollo de ventajas que sustenten una posición competitiva internacional. Es la medida en la cual una industria en particular ofrece, simultáneamente, potencial para crecimiento y retornos sobre las inversiones, atractivas.

Consumo de Energía Eléctrica. Es la cantidad total de energía eléctrica utilizada en un proceso.

Desarrollo Económico. Se puede definir como la capacidad de países o regiones para crear riqueza a fin de promover y mantener la prosperidad o bienestar económico y social de sus habitantes.

Eficiencia. Es la relación entre costos y beneficios enfocada hacia la búsqueda de la mejor forma de realizar las tareas, con la finalidad de que los recursos se utilicen de la manera más racional posible.

Energía Eléctrica. Forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos.

Estrategia. Se refiere al conjunto de acciones planificadas anticipadamente, cuyo objetivo es alinear los recursos y potencialidades para el logro de metas y objetivos.

Fideicomiso. Es un contrato o convenio en virtud del cual una o más personas, llamada fideicomitente o también fiduciante, transmite bienes, cantidades de dinero o derechos, presentes o futuros, de su propiedad a otra persona (una persona física o persona jurídica, llamada fiduciaria), para que ésta administre o invierta los bienes en beneficio propio o en beneficio de un tercero, llamado fideicomisario. El fideicomiso es, por tanto, un contrato por el cual una persona destina ciertos bienes a un fin lícito determinado, encomendando la realización de ese fin a una institución fiduciaria en todas las empresas.

Globalización. Es un proceso económico, tecnológico, social y cultural a gran escala, que consiste en la creciente comunicación e interdependencia entre los distintos países del mundo unificando sus mercados, sociedades y culturas, a través de una serie de transformaciones sociales, económicas y políticas que les dan un carácter global.

Indicadores Energéticos. Un indicador de energía relaciona su uso con las actividades que manejan la demanda para los servicios energéticos. Existen dos tipos de indicadores que son: (1) Los indicadores que siguen a las actividades que manejan el uso de la energía y (2) los indicadores que siguen los desarrollos en la intensidad energética.

Insumo. El término insumo se utiliza para hacer referencia a todos aquellos implementos que sirven para un determinado fin.

Maquiladora. Empresa con un tratamiento aduanero especial, lo que permite una importación libre de impuestos de maquinaria, equipo, piezas y materiales, y equipo de oficina, sujeta únicamente a pagar un depósito para garantizar que los bienes producidos no se quede en México de manera permanente.

Modelo Insumo-Producto. La Matriz Insumo-Producto refleja el origen y destino de las transacciones o corrientes económicas intersectoriales, en función de los niveles de producción nacional de cada sector de actividad, más sus importaciones de bienes.

Planeación Energética. La planeación energética de un país consiste en estimar a corto, mediano y largo plazos la demanda de energía y establecer cómo se va a satisfacer.

Prueba de Hipótesis. Una prueba de hipótesis consiste en contrastar dos hipótesis estadísticas. Tal contraste involucra la toma de decisión acerca de las hipótesis. La decisión consiste en rechazar o no una hipótesis en favor de la otra.

Refrigeración por Absorción. Es un medio de producir frío que, al igual que en el sistema de refrigeración por compresión, aprovecha que las sustancias absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. Así como en el sistema de compresión el ciclo se hace mediante un compresor, en el caso de la absorción, el ciclo se basa físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias, como el bromuro de litio, de absorber otra sustancia, tal como el agua, en fase de vapor.

Sustentabilidad. Se refiere al equilibrio que existe entre una especie con los recursos del entorno que proponen satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar las capacidades futuras.

Trigeneración. Trigeneración se define como procesos que combinan un proceso de cogeneración con un sistema de refrigeración por absorción que permiten recuperar los excedentes de energía térmica para enfriamiento.

Valor Agregado. Es el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica.

Abreviaturas y Siglas

ASI. Programa Ahorro Sistemático Integral

CAEMM. Comisión para el Ahorro de Energía de Mexicali

CANACINTRA. Cámara Nacional de la Industria de la Transformación

CFE. Comisión Federal de Electricidad

CONAE. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía

CONUEE. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía

EINSTEIN Expert system for an Intelligent Supply of Thermal Energy in Industry

FIDE. Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica

IAEA. International Atomic Energy Agency

IEA. International Energy Agency

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía

PRONASE. Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

SCIANS. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte

SEDECO. Secretaría de Desarrollo Económico (del estado de Baja California)

SGIP. Self-Generation Incentive Program

UABC. Universidad Autónoma de Baja California

Referencias.

Referencias

- Banco de México. (2010). *Calculadora de Inflación*. (Banco de México) Recuperado el 17 de Mayo de 2011, de <http://www.banxico.org.mx/polmoneinflacion/servicios/calcDeInflacion/calcDeInflac.html>
- Banco de México. (2011). *Mercado Cambiario*. (Banco de México) Recuperado el 16 de Mayo de 2011, de <http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-cambiario/index.html>
- California Public Utilities Commission. (s.f.). *California Public Utilities Commission*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2012, de Self-Generation Incentive Program: <http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/DistGen/sgip/>
- Canacina Mexicali. (2010 de Marzo de 2010). *Canacina, Mexicali*. Recuperado el 13 de Noviembre de 2012, de <http://www.canacina.com.mx/canacina/listaPropuestas.aspx?tab=21>
- CANACINTRA. (2009). Padrón de Industriales. Mexicali, México.
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. (2005). *CONAE*. Recuperado el 24 de Octubre de 2008, de http://conae.gob.mx/wb/CONAE/cona_2710_uso_eficiente_de_la
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. (2008). *CONAE*. Recuperado el 2008, de <http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4830/2/semblanza.pdf>
- COMISIÓN PARA LA COOPERACIÓN AMBIENTAL DE AMÉRICA DEL NORTE. (2004). *Emisiones Atmosféricas de las Centrales Eléctricas en América del Norte*. Montreal, Canada: COMISIÓN PARA LA COOPERACIÓN AMBIENTAL DE AMÉRICA DEL NORTE.
- Congreso de la Unión. (30 de Diciembre de 2002). Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa. Ciudad de México, México: Diario Oficial.
- Diario Oficial. (27 de Noviembre de 2009). Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012. México.
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica. (2012). Recuperado el 14 de Noviembre de 2012, de Fide: <http://www.fide.org.mx/index.php>
- General Electric. (2012). Recuperado el 14 de Noviembre de 2012, de <http://www.ge-energy.com/solutions/trigeneration.jsp>
- Hasanbeigi, A., de la Rue, S., & Sathaye, J. (2012). Analysis and decomposition of the energy intensity of California industries. *46* (234-245).
- Hondeman, H. (2000). Electrical Compression cooling versus absorption cooling - a comparison.
- INEGI. (2000). *Censos Económicos 1999*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2012, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce1999/saic/default.asp?modelo=CMAP&s=est&c=10354>

- INEGI. (2005). *Censos Económicos 2004*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2012, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce1999/saic/default.asp?modelo=S CIAN&censo=2004>
- INEGI. (2010). *Censos Económicos 2009*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2012, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/saic/default.asp?s=est&c=17166>
- INEGI. (2012). *Glosario de Censos Económicos*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2012, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/glosario.asp>
- Instituto de Ingeniería, UABC. (2006). *Actualización de la Planificación Energética de las Ciudades de Mexicali y Tijuana*. Mexicali, México: Instituto de Ingeniería.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2002). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte*. Aguascalientes, Ags: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Intelligent Energy Europe. (2009). *EINSTEIN Thermal Energy*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2012, de <http://www.einstein-energy.net/>
- Internatinonal Energy Agency. (2008). *Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency*. Paris: Internatinonal Energy Agency.
- International Atomic Energy Agency. (2005). *Energy indicators for sustainable development : guidelines and methodologies*. Vienna, Austria.
- International Energy Agency. (April de 2009). *Internatioinal Energy Agnecy*. Recuperado el 13 de November de 2012, de Internatioinal Energy Agnecy: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ee_financing-1.pdf
- Kemmler, A., & Spreng, D. (2005). *Energy indicators for tracking sustainability in developing countries*. 35.
- Kemmler, A., & Spreng, D. (2007). *Energy indicators for tracking sustainability in developing countries*. *Energy Policy* , 35 (4), 2466–2480.
- Metcalf, G. E. (2008). *An Empirical Analysis of Energy Intensity and Its Determinants at the State Level*. *The Energy Journal* , 29 (3), 1-26.
- Muñoz, G., Campbell, H. E., Díaz, E., & Quintero, M. (2012). *Baja California: Perfil Energético 2010-2020*. Mexicali, México: Comisión Estatal de Energía de Baja California.
- Natural Resources Canada. (4 de Junio de 2012). *RETSscreen*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2012, de <http://www.retscreen.net/>
- Porter, M. E. (1990). "The Competitive Advantage of Nations",. 71-91.

Programa de Ahorro Sistemático Integral. (2012). Recuperado el 14 de Noviembre de 2012, de Asi: <http://programaasibc.com.mx/>

Secretaría de Energía. (2012). *Estrategia Nacional de Energía 2012 - 2016*. Secretaría de Energía.

Secretaría de Energía. (2010). *Prospectiva del Sector Eléctrico 2010-2025*. México, D.F.: Secretaría de Energía.

SEDECO. (2008). Directorio de Fabricantes Regionales. Mexicali, México.

SEDECO. (2008). Directorio de Maquiladoras 2008. Mexicali, México.

Sosa, F. (2007). *Política de precios y energía para el municipio de Mexicali: un análisis de insumo-producto*. Mexicali, Mexico: Universidad Autónoma de Baja California.

Sue Wing, I. (2008). Explaining the declining energy intensity of the U.S. economy. *Resource and Energy Economics*, 30 (1), 21-49.

Triola, M. F. (2000). *Estadística Elemental*. Naucalpan, México: Pearsosn Education.

Anexos.

Anexo 1. Industrias del Municipio de Mexicali según los padrones de CANACINTRA y la Secretaría de Desarrollo Económico del Estado de B.C. al 2009.

Código SCIAN	Nombre	No. Empleados
115	EMPRESAS LONGORIA; S.A.DE C.V.	50
115	ALGODONERA DE BAJA CALIFORNIA; S. A.	56
115	AGROINDUSTRIAS UNIDAS DE MEXICO S.A. DE C.V. (AMSA)	98
115	ALGODONERA CACHANILLA, S.A DE C.V.	100
115	DESPEPITADORA EL VENADO; S.A. DE C.V.	135
311	PRODUCTOS NATURALES DOBLE R.R.	1
311	DULCERIA MEMIN	2
311	PRODUCTOS BEYSA	2
311	PRODUCTOS HELADOS MEXTIZA	3
311	ANA GRACIELA SALGADO BOJORQUEZ	4
311	LACTEOS CACHANILLA	4
311	MARTIN ROBLES VALENZUELA (SALADITO SALIMON)	4
311	ALIMENTOS COMERCIALES DE MEXICALI; S.A. DE C.V. (ALCOMESA)	5
311	FRITURAS PANDA; S;A. DE C.V.	5
311	INDUSTRIAS FAMASA; S.A. DE C.V.	6
311	GALVAK; S.A. DE C.V.	7
311	MARIA ISABEL JIMENEZ GOMEZ	8
311	ENERGETICOS Y GRASAS DEL NORTE; S.A. DE C.V.	12
311	EMPACADORA ROSARITO; S.A. DE C.V.	13
311	PRODUCTOS ^EL REY^; A. EN P.	15
311	FRITURAS DEL SOL; S.A. DE C.V.	17
311	PRODUCTOS LA SOMBRILLA	20
311	MEXTEARINAS; S.A. DE C.V.	37
311	CADENA'S FOOD DE MEXICO; S.A. DE C.V.	40
311	AGRIBAND PURINA DE MEXICO ; S. A. DE C. V.	47
311	HELADOS Y MEZCLAS; S.A . DE C.V.	48
311	LECHERA MEXICANA; S.A. DE C.V.	63
311	ANTONIO JOAQUIN URIBE TREVIÑO	65
311	PROVEEDORA EL LECHON, S. A. DE C. V.	75
311	DELIVAMEX S.DE R.L.	95
311	MOLINERA DEL VALLE; S.A. DE C.V.	113
311	HARINERA DE MAIZ DE MEXICALI; S.A. DE C.V.	120
311	DATILERA DEL DESIERTO;S.DE R.L.DE C.V.	150
311	PRODUCTOS HOLA DEL NOROESTE; S. A. DE C. V.	150
311	FRUVEMEX MEXICALI, S.A DE C.V.	200
311	NUTRIMENTOS MEXICANOS; S. A. DE C. V. (NUTRIMEX)	200
311	BACHOCO; S.A. DE C.V.	219

Código SCIAN	Nombre	No. Empleados
311	UNION DE PASTEURIZADORES DE JUAREZ S. A. DE C. V.	300
311	SUKARNE; S.A. DE C.V.	345
311	SABRITAS; S. DE R.L. DE C.V.	800
311	BIMBO, S.A. DE C.V.	1015
311	INDUSTRIALIZADORA DE CARNES Y ACEITES DE MEXICALI; S.A.	
312	AGUA CLARA MEXICALI; S.DE R.L. DE C.V.	4
312	PURIFICACION INTEGRAL EN EL TRATAMIENTO DE AGUA; S.A. DE C.V.	7
312	AGUA DE MARINA ; S.A. DE C.V.	22
312	CALIFORNIA CITRUS DE MEXICO; S.A. DE C.V.	25
312	HIELO ESTRELLA DEL VALLE, S.A DE C.V.	80
312	NOVAMEX MEXICO, S.A DE C.V.	120
312	KERN'S BEVERAGE DE MEXICO S.A DE C.V.	135
312	ESTRELLAAZUL; S.A. DE C.V.	195
312	JUMEX MEXICALI; S.A. DE C.V.	300
312	INDUSTRIAS DE REFRESCOS DEL NOROESTE S. DE R.L. DE C.V.	525
312	EMBOTELLADORA DE MEXICALI; S. A. DE C. V.	700
314	DECORACIONES SANTOS	1
314	PLACAS TERMODINAMICAS; S.A. DE C.V.	900
315	TALLER DE COSTURA EL ANCLA	1
315	EDGAR OMAR GONZALEZ GONZALEZ (FRAFITEC)	6
315	INDUSTRIAL DE UNIFORMES MR. JONES; S.A .DE C.V.	15
315	DANTEMEX,S.A	26
315	PRO SEWING & ASSEMBLY, S. DE R.L DE C.V.	36
315	UNIFORMES Y CONFECCIONES TEXTILES, S.A DE C.V.	40
315	SOC. COOP. DE PRODUCCION TACOLSA, S. C.L. DE C.V.	55
315	DANSKIN ASSEMBLIES DE MEXICO; S.A. DE C.V.	60
315	MODA BEACH, S.A DE C.V.	60
315	CHARMEX DE BAJA CALIFORNIA; S.A. DE C.V.	150
315	MEXICALI CALIFORNIA WAVES, S. DE R.L DE C.V.	150
315	MESQUITA MAQUILADORA; S. DE R.L DE C.V.	180
321	INDUSTRIAL VALLERA DE MEXICALI; S.A DE C.V. (DIV. LOVEDAY)	35
321	TARIMAS DEL NORTE; S.A. DE C.V.	53
322	CELULOSA Y CORRUGADOS DE SONORA; S.A. DE C.V.	3
322	DISTRIBUIDORA DE PAPEL DE BAJA CALIFORNIA; S.A.DE C.V.	8
322	PAPELES ECONOMICOS DE MEXICALI ; S.A. DE C.V.	8
322	BAJA FOLDING CARTON; S.A. DE C.V.	10
322	CAJAS AGRICOLAS; S. A DE C.V..	16
322	ASTRO PACK; S.A. DE C.V.	30
322	EMPAQUES PRECISOS DE MEXICALI; S.A DE C.V.	40
322	ERI EARTH RECYCLE INC. S. DE R.L. DE C.V.	50

Código SCIAN	Nombre	No. Empleados
322	FIBRAS Y CARTONES RECICLADOS; S.A. DE C.V.	75
322	LIBERTY CARTON DE MEXICO (SERV. CANTAINER DE BAJA)	120
322	CORRUGADOS DE B.C. S.A DE C.V.	150
322	EMPAQUES DE CARTÓN TITAN, S.A DE C.V.	155
322	CENTRAL DE ENVASES Y EMPAQUES, S.A DE C.V.	170
322	STONE CONTAINER DE MEXICO; S. DE R.L. DE C.V.	255
322	FABRICA DE PAPEL SAN FRANCISCO, S.A DE C.V.	350
322	FABRICA DE PAPEL SAN FRANCISCO; S. A. DE C. V.	800
324	INDUSTRIAS ZAHORI; S.A. DE C.V.	450
325	ALESSANDRO MERCURI CANCI	3
325	GRUPO BIOCOC S.A. DE C.V.	5
325	PEGAMENTOS INDUSTRIALES GALILEO, S.A DE C.V.	8
325	NATURA BIO DE MEXICO; S.A. DE C.V.	9
325	AGRO-INSUMOS DEL SOL S.A. DE C.V.	14
325	IRIS CHEMICAL; S.A. DE C.V.	16
325	QUIMICA MANCER; S.A. DE C.V.	20
325	GOWAM DE MEXICO; S.A. DE C.V.	40
325	ALEN DEL NORTE S.A DE C.V.	60
325	SERVICIOS NH3; S.A. DE C.V.	60
325	OXIGENO Y ACETILENO; S.A. DE C.V. (OASA)	70
325	QUIMICAL; S. A. DE C. V.	78
326	WESTMEX; S.A. DE C.V.	9
326	ARTICULOS DE HULE ESPUMA	10
326	GALLEGOS PLASTICOS; S.A. DE C.V.	10
326	M & C. SPECIALTIES CO.	10
326	ARTICULOS PARA EL COMERCIO Y LA INDUSTRIA; S. A.	15
326	MULTITUBE S.A DE C.V	15
326	EMPRESAS SUPERIOR; S.A. DE C.V.	20
326	JUNTAS INDUSTRIALES DEL NOROESTE; S.A. DE C.V.	20
326	PLASTI-ENVASES DE BAJA CALIFORNIA; S.A DE C.V	46
326	PPIMA THERMOFORMING; S DE R.L. DE C.V.	57
326	INDUSTRIAL VALLERA DE MEXICALI; S.A. DE C.V. (DIVISION TAYMAR)	66
326	FOAM DE MEXICO; S. DE R.L. DE C.V.	70
326	SERVICIOS GRAHAM INNOPACK DE MEXICALI, S. DE R.L. DE C.V.	79
326	KB FOAM DE MEXICALI; S.A. DE C.V.	80
326	PROMOTORA INDUSTRIAL JUAREZ; S.A. DE C.V.	80
326	PLASTICOS INDUSTRIALES DE MEXICALI; S.A. DE C.V.	86
326	GRAHAM INNOPACK	90
326	CUSTOM-PAK DE MEXICO; S. DE R.L. DE C.V.	100
326	J. COX MEXICO; S.A. DE C.V.	100

Código SCIAN	Nombre	No. Empleados
326	MARKO DE MEXICO; S. DE R.L. DE C.V.	100
326	TETRA PACK PLASTICS MEXICO; S.A. DE C.V.	114
326	ANDERCRAFT DE MEXICO; S.A. DE C.V.	160
326	MEXICASE; S.A. DE C.V.	160
326	FANOSA; S.A. DE C.V.	170
326	MEGAPLAST; S.A. DE C.V.	180
326	OPERACIONES DE CLASE MUNDIAL; S.A. DE C.V.	250
326	COMEX PLATECH, S.A DE C.V.	255
326	KYOWA MEXICALI, S.A DE C.V	272
326	OPERACIONES DE CLASE MUNDIAL; S.A DE C.V. (AMS PLASTICS)	300
326	PLASTICUS TECHNIMARK; S.A. DE C.V.	350
326	KWANG SUNG ELECTRONICS MEXICO; S.A. DE C.V.	450
326	SPG DE MEXICO, S.A DE C.V.	1900
327	MARMOL SINTETICO DE BAJA CALIFORNIA	3
327	CEMEX MEXICO; S.A. DE C.V.	17
327	CON-MEX DE MEXICALI, S.A. DE C.V.	20
327	PEGAMENTOS CERAMICOS; S.A DE C.V	25
327	SUPER MUROS; S.A. DE C.V.	29
327	PROBASA FABRICANTE DE LADRILLO DE CALIDAD	30
327	CONCRETOS APASCO; S.A. DE C.V.	35
327	CONCRETO PREFORZADO DE BAJA CALIFORNIA; S.A. DE C.V.	42
327	CEMENTOS QUIMICOS INDUSTRIALES; S.A. DE C.V.	50
327	PRODUCTOS DE BARRO; S. A. DE C. V.	50
327	CEMEX CONCRETOS, S.A DE C.V	60
327	BLOQUERA MODERNA; S. A. DE C. V.	112
327	ISO CLIMA DE MEXICO; S.A. DE C.V.	115
327	COMPRES BLOCK; S. A. DE C.V.	220
327	BLOCK MEX-COMPRES BLOCK, S.A DE C.V.	255
327	VITRO AFG; S.A. DE C.V.	265
327	L.N. SAFETY GLASS;S.A DE C.V.	470
327	FABRICA DE ENVASES DE VIDRIO, S.A DE C.V. (FEVISA)	700
331	FUNDIDORA PROGRESO; S.A.	4
331	METALICOS Y CONECTORES	7
331	LAM-MEX; S.A. DE C.V.	15
331	EMPRESAS HERNANDEZ; S.A. DE C.V.	18
331	FUNDICION INDUSTRIAL SAN MARTIN; S.A. DE V.C.	21
331	FUNDIDORA DEL DESIERTO; S. DE R.L. DE C.V.	38
331	MAQUILADORA SAN DIEGO;S.A DE C.V	53
331	FETASA INDUSTRIAL; S.A. DE C.V.	105
331	SIMEC INTERNACIONAL; S.A. DE C.V.	450

Código SCIAN	Nombre	No. Empleados
332	LA FORJA; S.A. DE C.V.	3
332	MATERIALES Y ACEROS DE OCCIDENTE; S.A. DE C.V.	5
332	ARTE EN FIERRO FORJADO	6
332	MAQUINADOS DE HERRAMIENTAS ESPECIALES; S.A. DE C.V.	7
332	TALLER INDUSTRIAL MERIENE	7
332	EMPRESAS MACIAS	8
332	SERVICIOS Y ACABADOS INDUSTRIALES	11
332	PEWTER DE BAJA CALIFORNIA	12
332	TALLERES MEXICALI; S.A. DE C.V	12
332	TAIMEX INDUSTRIAL; S.A. DE C.V.	14
332	ALU-WHEEL MACHINING; S.A. DE C.V.	15
332	CCC GROUP MEXICO S. DE R.L. DE C.V.	15
332	IDEAS	15
332	INDUSTRIAS ESPECIALIZADAS OLIVA; S DE R.L DE C.V.	15
332	INDUSTRIAL DE PROCESOS METALICOS; S.A. DE C.V.	19
332	INDUSTRIAL METAL; S.A. DE C.V.	20
332	THAYER AEROSPACE (INDUSTRIAL VALLERA DE MEXICALI. S.A DE C.V.	20
332	PROMOTORA INDUSTRIAL PER; S.A. DE C.V.	24
332	ORTHOMED INTERNACIONAL; S.A. DE C.V.	27
332	CROMSA MEXICALI; S.A. DE C.V.	30
332	INSTEEL PANELMEX;S.A. DE C.V.	32
332	AMERICAS PLATING, S. DE R.L. DE C.V	37
332	SOLUCIONES DE MANUFACTURA DE MEXICALIM S.A. DE C.V.	40
332	TECNO ROLADOS INTEGRALES; S.A. DE C.V.	40
332	UNIVERSAL METAL; S.A. DE C.V.	40
332	WESTERN COMPONENTS DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	50
332	PARTES REMANUFACTURADAS DE MEXICO;S.A	51
332	INDUSTRIAL VALLERA DE MEXICALI S.A. DE C.V. (DIVISION INTERBATH)	60
332	PRODUCTOS DE ACERO DE BAJA; S DE RL DE C.V	60
332	PULIGAMEX; S.A. DE C.V.	61
332	DE ACERO PLANTA MEXICALI; S.A. DE C.V.	70
332	GRUPO INDUSTRIAL PERSAL;S.A DE C.V.	80
332	FETASA CULIACAN; S.A. DE C.V.	88
332	ORTHODENTAL; S.A. DE C.V.	96
332	CIPSA CALIDAD INTERNACIONAL DE PULIDO	100
332	MULTIALAMBRES DEL NOROESTE, S.A DE C.V.	100
332	PULIDORA DE BAJA CALIFORNIA; S.A. DE C.V.	105
332	DAFMEX, S. DE R.L. DE C.V. (IVEMSA)	110
332	GKN AEROSPACE; S.A. DE C.V.	133

Código SCIAN	Nombre	No. Empleados
332	FEMSA; S. DE R.L. DE C.V.	145
332	LANCER ORTHODONTICS DE MEXICO; S.A. DE C.V.	146
332	GRUPO METALCO; S.A. DE C.V.	150
332	STARION MEXICO; S.A. DE C.V.	150
332	NSF MEXICALI; S. DE R.L DE C.V. (NATIONAL STORE)	200
332	TECNOLOGIAS INTERNACIONALES DE MANUFACTURA; S.A (TIMSA)	200
332	EXPOPARTES;S.A DE C.V	237
332	HIRSH INDUSTRIES; S. DE R.L. DE C.V.	242
332	GRAYLINE DE MEXICO,S.A DE C.V.	250
332	MERCHANTS METALS	250
332	MMI PRODUCTS, INC.	250
332	TEMCOMEX; S.A. DE C.V.	280
332	JONATHAN DE MEXICO; S. DE R.L. DE C.V.	320
332	HONEYWELL THERMAL SYSTEM; S.A. DE C.V.	360
332	CHROMALLOY; S.A. DE C.V.	500
332	TECNOLOGIAS INTERNACIONALES DE MANUFACTURA;S.A DE C.V.	550
332	INDUSTRIAL MEXICANA, S.A DE C.V.	686
332	INTERNATIONAL ASSEMBLY SPECIALIST; S.A. DE C.V.	850
332	PRICE PFISTER DE MEXICO; S.A DE C.V	978
332	INTERIORES AEREOS; S.A. DE C.V.	1000
332	HONEYWELL AEROSPACE DE MEXICO; S.A. DE C.V.	1100
332	HONEYWELL PRODUCTOS AUTOMOTRICES; S.A. DE C.V.	1200
332	PRICE PFISTER DE MEXICO; S. DE R.L. DE C.V.	1200
332	COASTCAST CORPORATION, S.A DE C.V.	1400
332	ACCURIDE INTERNATIONAL; S.A. DE C.V.	1500
332	BLACK & DECKER HHI MEXICO, S DE R.L. DE C.V.	2300
333	RHEEM MEXICALI; S. DE R.L. DE C.V.	496
333	ROBERT BOSCH TOOLS DE MEXICO, S.A DE C.V.	850
333	CONTROLES DE MEXICALI; S. DE R.L. DE C.V.	1800
334	CABLEADOS TECNOLOGICOS, S.A DE C.V.	11
334	ENSAMBLES DE MEXICALI, S.A DE C.V.	32
334	INDUSTRIAL VALLERA DE MEXICALI; S.A DE C.V.	95
334	MAG TECHNOLOGY MEXICO, S. DE C.V.	100
334	MASTER WORK ELECTRONIC DE MEXICO; S.A. DE C.V.	100
334	VISHAY SPECTROL, S.A DE C.V.	110
334	WELCO TECHNOLOGIES MEXICO, S.A DE C.V.	110
334	ADVANCED CAMARADERIE ELECTRONICS, S.A DE C.V.	137
334	TECHNOLOGY SOLUTIONS AND SERVICES, S.A DE C.V.	170
334	HIKAM ELECTRONICA DE MEXICO; S.A. DE C.V.	175

Código SCIAN	Nombre	No. Empleados
334	SHINE ELECTRONICS MEXICO; S.A. DE C.V.	180
334	ELECTRONICA VANGUARD; S.A DE C.V.	213
334	SUNTEK MANUFACTURING TECHNOLOGIES; S.A. DE C.V.	220
334	OH SUNG MEXICO; S.A. DE C.V.	228
334	CALIBAJA MANUFACTURING SERVIVES	250
334	TDM TECHNOLOGIES DISPLAYS MEXICANA (ANTES THOMSON)	275
334	NISSIN ELECTROPARTES MEXICO; S. DE R.L. DE C.V.	281
334	LG INNOTEK MEXICALI; S.A. DE C.V.	300
334	CD ELECTRONICA DE MEXICO; S.A DE C.V.	386
334	BI TECHNOLOGIES; S.A. DE C.V.	420
334	TECNOMEX INDUSTRIAL; S.A DE C.V. (TELEPLAN)	450
334	TECNOMEX INDUSTRIAL; S.A DE C.V. (TELEPLAN)	450
334	WABASH TECHNOLOGIES DE MEXICO; S. DE R.L. DE C.V.	530
334	PANASONIC ELECTRIC WORKS MEXICANA S.A DE C.V.	600
334	DISPLAY ORION MEXICANA; S.A. DE C.V.	670
334	BENQ MEXICANA; S.A. DE C.V.	800
334	VALUTECH OUT SOURCING S.A DE C.V.	800
334	AMPHENOL TCS DE MEXICO; S.A. DE C.V.	1005
334	EMERMEX; S.A DE C.V. (EMERSON NETWORK POWER)	1100
334	PIMS; S.A. DE C.V.(MITSUBISHI)	1200
334	FURUKAWA MEXICO; S.A. DE C.V. (FURMEX)	1250
334	ENSAMBLADORES ELECTRONICOS DE MEXICO; S.A.	1300
334	LG ELECTRONICS MEXICALI; S.A DE C.V.	1400
334	SKYWORKS SOLUTIONS DE MEXICO; S. DE R.L. DE C.V.	1650
334	SONY DE MEXICALI; S.A. DE C.V.	2200
335	AIM INTERNATIONAL DE MEXICO, S.A DE C.V	26
335	REJIGAR, S.A DE C.V.	26
335	EMPRESAS LM; S. DE R.L. DE C.V.	80
335	ASCOTECH; S.A. DE C.V.	400
335	CARLEY DE MEXICO;S.A DE C.V	400
335	ILUMINACION COOPER DE LAS CALIFORNIAS; S.A. DE C.V.	650
335	COTO TECHNOLOGY; S. DE R.L. DE C.V.	1335
336	KENWORTH MEXICANA;S.A. DE C.V.	2158
337	SALAS DE MEXICALI	2
337	DECORACIONES DE MADERA ALTAMIRANO	4
337	FABRYREP	4
337	INDUSTRIAS NAR; S.A. DE C.V.	5
337	DISEÑOS MODERNOS	6
337	MUEBLES NUEVA EPOCA	6
337	MUEBLES Y DISEÑOS EL BAJIO; S.A. DE C.V.	14

Código SCIAN	Nombre	No. Empleados
337	IMPULSORA COMERCIAL DE LA FRONTERA; S.A. DE C.V.	15
337	INDUSTRIAL MUEBLERA FEYCOM	15
337	DISEÑOS Y DECORACIONES DE BARBARA	20
337	TRANSFORMADORA DE MADERAS SATELITE, S.A. DE C.V.	20
337	CREACIONES CONFORTABLES S. DE R.L. DE C.V.	45
337	SIGMA LAPOS; S.A. DE C.V.	45
337	ENSAMBLE DE SILLERIA MEXICANA S.A. DE C.V. (BELVEDERE)	95
337	SHELTER MANUFACTURING, S.A DE C.V.	100
339	PROCESOS Y ACABADOS DE MEXICALI, S.A DE C.V.	8
339	NXTCYCLE DE MEXICO, S.A DE C.V.	10
339	ATAUDES CALIFORNIA, S. A. DE C.V.	15
339	OMEGA INDUSTRIES; S.A. DE C.V.	20
339	LUXOR CHEMICAL, S.A DE C.V. (ANTES LUKAGRAPHS)	25
339	AMCOR DE MEXICO; S.A. DE C.V.	30
339	VELADORAS DEL PACIFICO; S.A. DE C.V.	35
339	HANA LABEL MEXICALI, S.A. DE C.V.	44
339	GENESIS DE BAJA CALIFORNIA; S. DE R.L. DE C.V.	50
339	WDF SERVICES; S. DE R.L. DE C.V.	130
339	AQUA LUNG DE MEXICO; S.A. DE C.V.	217
339	DATA PRODUCTS IMAGING SOLUTIONS, S.A DE C.V.	250
339	NORTH SAFETY DE MEXICALI; S. DE R.L. DE C.V.	260
339	TRI-STATE DE MEXICO;S.A DE C.V	269
339	BREG MEXICO; S. DE R.L. DE C.V.	270
339	TECHNICOLOR HOME ENTERTAINMENT SERVICES DE MEX. S.R.L	280
339	QUALI-TECH MEXICO; S. DE R.L. DE C.V.	320
339	VCI FOLFILLMENT GROUP, S.A DE C.V. (VALASSIS)	450
339	IVEMSA MARTECH MEDICAL PRODUCTS	480
339	SDS DE MEXICO; S.A. DE C.V.	600
339	MASIMO	800
339	DATA PRODUCTS IMAGING SOLUTIONS, S.A DE C.V. (antes HITACHI)	900
339	TERMINADOS ROGERS; S.A DE C.V	900
339	NEWELL RUBBERNAID MEXICALI S. DE R.L. DE C.V.	1700
339	PRODUCTOS UROLOGOS DE MEXICALI; S.A. DE C.V (CARDINAL HEALTH)	2800

Anexo II. Instrumento Exploratorio Producto Proceso por Tipo de Industria.

Instrumento Exploratorio Producto Proceso por Tipo de Industria

Empresa:

Número aproximado de empleados: _____

Giro: (Marcar las opciones que apliquen)

INDUSTRIA ALIMENTARIA

FABRICACION DE INSUMOS TEXTILES

INDUSTRIA DE LAS BEBIDAS Y DEL TABACO

FABRICACION DE PRENDAS DE VESTIR
CONFECCION DE PRODUCTOS TEXTILES, EXCEPTO PRENDAS DE VESTIR

INDUSTRIA DE LA MADERA

INDUSTRIA DEL PAPEL y CARTON

FABRICACION DE PRODUCTOS A BASE DE MINERALES NO METALICOS
FABRICACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETROLEO Y DEL CARBON

INDUSTRIA QUIMICA

INDUSTRIAS METALICAS BASICAS (FUNDICION Y FORMADO DE ESTRUCTURAS)

INDUSTRIA DEL PLASTICO Y DEL HULE

FABRICACION DE PRODUCTOS METALICOS

FABRICACION DE EQUIPO ELECTRONICO
FABRICACION DE EQUIPO ELECTRICO (MOTORES, GENERADORES, TRANSFORMADORES)
OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS

FABRICACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO

FABRICACION DE EQUIPO DE TRANSPORTE

FABRICACION DE MUEBLES

Producto:

Tipo de Energía (marcar con X donde aplique)

Secuencia de Procesos:

Electricidad

Gas Natural

Otro
(especifique)

1.-

2.-

3.-

4.-

5.-

6.-

7.-

8.-

9.-

10.-

Producto:

Tipo de Energía (marcar con X donde aplique)

Secuencia de Procesos:

Electricidad

Gas Natural

Otro

			(especifique)
1.-			
2.-			
3.-			
4.-			
5.-			
6.-			
7.-			
8.-			
9.-			
10.-			

¿Cuenta la empresa con caldera para generación de vapor? Si _____ No _____

¿Cuenta la empresa con freezers para el almacenamiento de materia prima? Si _____ No _____

¿El área de producción cuenta con aire acondicionado? Si _____ No _____

Anexo III. Evaluación del uso final de la energía eléctrica en el sector industrial.

Evaluación del uso final de la energía eléctrica en el sector industrial.

1. Datos Generales:		
Nombre de la Empresa:		
Giro o sector industrial:	Número de empleados:	
Turnos que labora:		
Principales productos:		
2. Datos de facturación (últimos 12 meses)		
Tarifa:	Subestación:	
Demanda contratada:		

	Consumo mensual (kWh)	Demanda (kW)	Factor de Potencia
Ene	_____	_____	_____
Feb	_____	_____	_____
Mar	_____	_____	_____
Abr	_____	_____	_____
May	_____	_____	_____
Jun	_____	_____	_____
Jul	_____	_____	_____
Ago	_____	_____	_____
Sep	_____	_____	_____
Oct	_____	_____	_____
Nov	_____	_____	_____
Dic	_____	_____	_____

¿Cuenta con dispositivos para corregir el factor de potencia?

☐ Si ☐ No

3. Consumo Agregado

Del 100% del consumo de energía eléctrica de su empresa, ¿Cómo considera que se encuentra distribuido entre los siguientes conceptos?

%	Tipo de Carga
	Iluminación

	Equipo de oficinas	
	Generación de Frio	
	Generación de Calor	
	Motores eléctricos	Ej. Bombas, compresores
	Procesos industriales	Ej. Soldadoras, maquinas de inyección

4. Principales procesos consumidores de energía eléctrica

Seleccione (X) los principales procesos consumidores de energía eléctrica de la empresa

(X)	Proceso	Años de servicio del equipo instalado	Descripción u observación
	Transporte mecanizado de material		
	Empaque		
	Secado		
	Curado		
	Precalentado		
	Equipo Inspección y Prueba		
	Tratamiento de Agua		
	Laminado		
	Prensado		
	Manufactura Automatizada (inserción, ensamble, corte)		
	Limpieza		
	Soldadura (especifique tipo)		
	→		
	→		
	→		
	Procesos de Acabado superficial		
	Formado de metal (Sheet metal) Prensas, Dobladoras		
	Maquinado Manual (torno, fresadora, taladro, rectificadora)		
	Centros de Maquinado CNC		
	Corte Precisión abrasivo (EDM, Waterjet)		
	Pintura		
	Platinado		

	Corte Mecánico (sierras, guillotinas)		
	Corte laser, plasma		
	Tratamiento térmico		
	Extrusión de metal		
	Fundición / Moldeo de metal		
	Formado de metal (forja, extrusión, rolado)		
	Extrusión/ Moldeo de Plástico		
	Trituración/Molienda		
	Preparación de mezclas		
	<i>(Agregue de ser necesario)</i>		

5. Análisis de Cargas Eléctricas

Iluminación: En su sistema de iluminación actual por favor especifique:

Área iluminada (m ²)	Tipo de lámpara	Cantidad	Potencia por unidad (watt)	Horas de servicio al día	Descripción del área (oficina, producción, exterior)
					<i>(Agregue de ser necesario)</i>

Equipo/maquinaria de producción: Enliste las cargas eléctricas mas significativas que forman parte de los procesos industriales de la planta

Cantidad	Horas de servicio al día	% de tiempo encendido durante horas de servicio	Carga eléctrica (KW)	Descripción de la aplicación
				<i>(Agregue de ser necesario)</i>

Motores eléctricos: Describa los motores que cubre el 80% de la demanda eléctrica por este concepto.

Cantidad	Voltaje	Potencia	RPM	horas de operación al día	Aplicación	Años de servicio

					(Agregue de ser necesario)	

Compresores de Aire: Enliste los equipos de suministro de aire comprimido

Motor eléctrico (alta eficiencia / Normal)	Motor Voltaje / Potencia	Presión	Capacidad (L/s)	Eficiencia del motor	Demanda promedio de aire (L/s)	Fuga de aire promedio (L/s)	Horas de servicio al día	Años de servicio
			(Agregue de ser necesario)					

Equipo de Bombeo: Enliste los equipos de bombeo de fluidos

Número de bombas	Motor eléctrico (alta eficiencia / Normal)	Motor eléctrico voltaje / potencia	Fluido	Caudal	Presión	Horas de servicio al día	Años de servicio
		(Agregue de ser necesario)					

Bombas de Vacío: Enliste los equipos de generación de vacío.

Número de bombas	Motor eléctrico (alta eficiencia)	Motor eléctrico voltaje / potencia	presión de vacío	Caudal	Horas de servicio al día	Años de servicio

	ncia / Nor mal)					
		(Agregue de ser necesario)				

Aire Acondicionado: Enliste los equipos de aire acondicionado instalados en la empresa

Número de unidades	Descripción (tipo)	Carga eléctrica (Kw)	Capaci dad térmic a de enfria miento (TR)	Hora s de servi cio al día	% de tiem po ence ndid o dura nte horas de servi cio	Eficien cia en enfria mient o SEER	Año s de ser vici o
	(Agregue de ser necesario)						

Refrigeración: Enliste los equipos de refrigeración con los que cuenta la empresa

Carga de enfriamiento (TR)	Hora s de servi cio al día	% de tiempo encendido durante horas de servicio	Años de servici o	Descripción de la aplicación
				(Agregue de ser necesario)

Generación de Calor (resistencia eléctrica)

Carga de calor (kW)	Horas de servicio al día	% de tiempo encendido durante horas de servicio	Temperatura operación (°C)	Descripción de la aplicación
				(Agregue de ser necesario)

¿Cuenta con algún dispositivo de recuperación de calor (S/N)?

Descripción:

Calentamiento de Agua

Fuente de energía	Caudal (L/s)	Temperatura operación (°C)	Horas de operación al día	Recuperación de calor (S/N)	Descripción de la aplicación
					(Agregue de ser necesario)

¿Cuenta con algún dispositivo de recuperación de calor (S/N)?

Descripción

6. Aprovechamiento de calor

Consumo de combustible.

Proceso			
Combustible:			
Consumo anual			
Unidad de medida			
Temperatura de los gases de combustión a la salida °C			
Sistema de recuperación de calor a la salida de los gases de combustión (S/N)			

7. Aislamiento del edificio

Paredes

Orientación	Área (m ²)	Material y espesor	Aislamiento (Si/No)	Descripción
Norte				
Sur				

Este				
Oeste				
Techo				
Sección	Área (m ²)	Material y espesor	Aisla- mi- ento (Si/N o)	Descripción
1				
2				
3				
4				
8. Energías Alternas				
¿Cuenta con dispositivos que permitan la iluminación natural? (S/N)				
Descripción				
¿Cuenta con área disponible para la instalación de paneles fotovoltaicos? (ejemplo: estacionamientos, patios, etc.)				
Área (m2):				
Descripción:				
¿Cuenta con área disponible para la instalación de colectores solares? (ejemplo: patios, cubierta de nave industrial, etc.)				
Área (m2):				
Descripción:				
¿Cuenta con descarga de agua a la red publica?				
Caudal				
diámetro de tubería (in):				

¿Estaría dispuesto a recibir apoyo para una evaluación detallada del uso de la energía eléctrica en su empresa? (S/N)
