

## Introducción

El medio ambiente es un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana; se trata del entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad y que incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado.

Los seres vivos, el suelo, el agua, el aire, los objetos físicos fabricados por el hombre componen el medio ambiente; la conservación de este es imprescindible para la vida sostenible de las generaciones actuales y de las venideras.

La noción de calentamiento global permite referirse a dos cuestiones relacionadas; por un lado, se trata de un fenómeno observado en el promedio de la temperatura de las últimas décadas, que sube de manera sostenida; por otra parte, es una teoría que, a partir de distintas proyecciones, sostiene que la temperatura seguirá creciendo en el futuro a causa de la acción del hombre.

Pese a la popularidad que el tema ha cosechado en los últimos años, es importante realizar algunas distinciones; el calentamiento global suele asociarse al cambio climático aunque éste último fenómeno (la variación del clima) siempre ha existido y es natural; de todas formas en la actualidad suele conocerse como cambio climático al producido por la acción humana, que genera variaciones anómalas.

Por otra parte, el calentamiento global está asociado al efecto invernadero, que es un fenómeno por el cual ciertos gases que componen la atmósfera terrestre retienen parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por la radiación del Sol.

El efecto invernadero funciona de la siguiente manera: la radiación solar atraviesa la atmósfera, rebota contra el suelo y debería volver a atravesar la atmósfera sin embargo, los gases de efecto invernadero (como el dióxido de carbono y el metano) producen una capa de contaminación que impide que los rayos solares vuelvan a salir, produciendo un aumento de la temperatura en la Tierra.

En referencia a la sustentabilidad, el concepto suele utilizarse como sinónimo de sostenible en el ámbito de la ecología; un proceso sustentable o sostenible es aquel que se puede mantener en el tiempo por sí mismo, sin ayuda exterior y sin que se produzca la escasez de los recursos existentes.

El desarrollo sustentable, por lo tanto, permite satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras; para lograr el desarrollo sustentable, los recursos renovables no deben utilizarse a un ritmo superior al de su generación, mientras que los recursos no renovables deben usarse con moderación hasta que puedan ser reemplazados por recursos renovables.

Cuando en 1973 se produjeron eventos importantes en el mercado del petróleo en el mundo, que se manifestaron en los años posteriores en un encarecimiento notable de esta fuente de energía no renovable, resurgieron las preocupaciones sobre el suministro y precio futuro de la energía; resultado de esto, los países consumidores, enfrentados a los altos costos del petróleo y a una dependencia casi total de este energético, tuvieron que modificar costumbres y buscar opciones para reducir su dependencia de fuentes no renovables.

Entre las opciones para reducir la dependencia del petróleo como principal energético, se reconsideró el mejor aprovechamiento de la energía solar y sus diversas manifestaciones secundarias tales como la energía eólica, hidráulica y las diversas formas de biomasa; es decir las llamadas energías renovables.

El impulso dado en el desarrollo de la tecnología asociada al aprovechamiento de las energías renovables a partir de la década de los sesenta, ha permitido que diversas tecnologías en fase experimental se conviertan en un producto capaz de competir en el mercado y ganar terreno en otras alternativas que operen con combustibles fósiles; algunas tecnologías que se han estado implementado alrededor del mundo son:

Los calentadores solares planos son una de las tecnologías solares más simples; hoy en día ha tenido un fuerte crecimiento en Europa, teniendo una tasa de crecimiento anual del 14.8%, Alemania, Grecia y Austria son los países más representativos.

Los sistemas de concentración de radiación solar, funcionan con sistemas que concentran la energía solar en una línea, es actualmente una de las aplicaciones más extensas de la energía solar en el mundo, con 354 MW instalados en sistemas que utilizan 2.5 millones de m<sup>2</sup> de concentradores solares (9 plantas del Solar Energy Generation System, SEGS en Israel).

La tecnología relacionada con la generación de electricidad por procesos fotovoltaicos ha tenido grandes avances; su costo unitario de potencia se ha reducido 20 veces a largo de este tiempo; esto ha permitido que el uso de esta tecnología se haya generalizado y que se tengan expectativas de mayores reducciones en su precio; en la Comunidad Europea excedió los 150 MW instalados; actualmente Japón es el líder productor de celdas fotovoltaicas.

Desde la aparición de las “granjas eólicas” en el estado de California, Estados Unidos, las expectativas se incrementaron desarrollándose una ola de aplicaciones mediante este tipo de tecnología; actualmente existen proyectos implementados por toda la Unión Americana; todo indica que EU incrementará su capacidad eólica en un 50 % (actualmente se tienen cerca de 3000 MW instalados) y a escala mundial se tienen 18,500 MW instalados y se pretende un crecimiento de un 38 %.

Con respecto a las hidroeléctricas, a la fecha existen cerca de 35,500 MW de potencia global instalada en pequeñas centrales alrededor del mundo; en la actualidad se espera contar con 38,700 MW; China cuenta con la mayor capacidad instalada del mundo con alrededor de 14,300 MW, lo cual representa alrededor del 43 % del total, le siguen Japón y Estados Unidos con 3,381 y 3,019 MW instalados respectivamente; de los países latinoamericanos Brasil se encuentra a la cabeza con 950 MW.

Con un estimado de 14,000 MW de capacidad instalada alrededor del mundo, la biomasa es la mayor fuente de potencia para generación de energía eléctrica con energías renovables, después de la hidroeléctrica; Estados Unidos es el más grande generador de potencia con biomasa con 7,000 MW instalados; las expectativas de crecimiento de la generación con biomasa alrededor del mundo son de más de 30,000 MW para el año 2020; China y la India son considerados candidatos para instalar sistemas con biomasa de manera masiva; otros países que muestran un promisorio crecimiento por la variedad de sus sistemas de biomasa son Brasil, Malasia, Filipinas, Indonesia, Australia, Canadá, Inglaterra, Alemania Y Francia.

Como autoabastecimiento se entiende a la utilización de energía eléctrica para la satisfacción de las necesidades propias del permisionario o del conjunto de copropietarios o socios.

La cogeneración es una tecnología puntera que produce electricidad y agua caliente para calefacción al mismo tiempo en plantas que queman gas natural; la cogeneración resulta en un uso más eficiente de los recursos de manera que se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> de forma significativa. Por ello la electricidad generada por las plantas de cogeneración que utilizan gas natural como combustible puede ser incluida hasta un máximo del 50 % en productos de electricidad verde; se considera como una solución intermedia para reducir las emisiones.

Se emplea el término biomasa para denominar a una fuente de energía renovable, que se basa principalmente en la utilización de materia orgánica vegetal de origen diverso como maderas de árboles de crecimiento rápido, desechos de la industria maderera, cosechas azucareras, cosechas almidonadas, cosechas aceiteras, desechos agrícolas; así mismo también se emplean desechos municipales y de la industria alimenticia, que en ocasiones pueden incluir desechos de origen animal, y se entiende por bioenergía a la energía que se obtiene a partir de la biomasa.

Su disponibilidad varía de región a región, de acuerdo con el clima, el tipo de suelo, la geografía, la densidad de la población, las actividades productivas, etc.; por eso, los correspondientes aspectos de infraestructura, manejo y recolección de material deben adaptarse a las condiciones específicas del proceso en el que se deseen explotar.

De lo anterior se plantea en este estudio analizar las posibilidades de mejora, así como sus ventajas que se puedan obtener al autoabastecer con biomasa en esquema de cogeneración un hotel propuesto, a pesar de que existen sistemas de autoabastecimiento, es necesario buscar opciones rentables, tal es el caso en el abastecimiento de combustibles, actualmente no son redituables, son relativamente caros para su consumo.

La alternativa que se plantea es utilizar el combustible generado a partir de la biomasa; este insumo es atractivo para el inversionista por ser barato y disminuye los gases que crean el efecto invernadero, también con el manejo de la energía solar se intenta disminuir la capacidad de generación del sistema de autoabastecimiento y ser una opción eficiente.

Se espera obtener una propuesta de sistema energético que pueda procesar y aprovechar los recursos renovables disponibles en el sitio, y con ello cubrir los requerimientos energéticos del hotel, sustentando la propuesta con criterios de evaluación de proyectos.

Comparando la forma convencional de proveer los insumos energéticos con la nueva propuesta, se obtendrán los datos para conocer el nivel de viabilidad de la propuesta de autoabastecimiento y con ello dar a los inversionistas nuevas expectativas para posibles aplicación futuras en instalaciones similares.

#### *Objetivo del tema*

Realizar una evaluación de viabilidad para generar los requerimientos energéticos en un hotel, ubicado en el municipio de Tequisquiapan, estado de Querétaro; incorporando en el análisis de la propuesta los criterios de eficiencia energética y uso de energía renovable, contemplando los residuos de la biomasa generados cerca del lugar; estableciendo los indicadores técnicos, económicos y ambientales que permiten identificar los niveles y ventajas de las diferentes tecnologías con potencial de procesar las fuentes energéticas.

Como parte del desarrollo de la tesis, se contempla abordar los siguientes puntos:

- Hacer una revisión de los conceptos tecnológicos, aspectos de diseño y operación de las instalaciones eléctricas de potencia, enfatizando en los sistemas que integran la generación, suministro y consumo de energía eléctrica, así como en los procesos y uso eficiente de la energía en las instalaciones de los complejos hoteleros, como sustento de los análisis de la selección de tecnologías, optimizar el uso de la energía y alternativas energéticas.
- Describir las instalaciones a las cuales se deberá de dar el servicio energético, caracterizando la demanda y consumos energéticos, así como las opciones y potenciales energéticos disponibles en el sitio.
- Evaluar los niveles de generación de las tecnologías propuestas para aprovechar la energía de la biomasa, identificando energéticamente la opción más viable para generar los requerimientos energéticos, y seleccionar la tecnología que ofrezca los mejores parámetros técnicos de desempeño para hacer el análisis económico de su implementación.
- Evaluar la alternativa tecnológica de inversión seleccionada versus la forma convencional, entre alguna de ellas, vía los costos de inversión, operación y mantenimiento, y ahorros generados por la operación del sistema, identificando los niveles de viabilidad económica y consideraciones de los beneficios medioambientales.

## Prólogo

La finalidad del presente escrito es dar a conocer la viabilidad de un proyecto, este proyecto en particular es referente a la generación de energía eléctrica y térmica para un hotel mediante el uso de materiales orgánicos (biomasa), que para muchos pueden ser desperdicio.

Lo anterior viene desglosado de la siguiente manera:

En el capítulo uno, se plantean conceptos que van de la mano con los temas de actualidad como son el ahorro de energía (energías renovables y cogeneración), así como la sustentabilidad del medio ambiente; también se da un panorama general de los diferentes sistemas eléctricos de potencia con los que se cuentan en la actualidad, así como las normas con las cual se rigen para su construcción y lo que se requiere en las instalaciones eléctricas (acometidas, sistema de tierras, etc.) ; para finalizar con los requerimientos térmicos que se deben ubicar dentro de un hotel para brindar un buen servicio.

En el capítulo dos, se enfoca en el interior del hotel, ubicación, descripción general del inmueble, algunos aspectos arquitectónicos; se realizan los cálculos para saber la capacidad de las instalaciones eléctricas y las instalaciones térmicas, y de esa manera saber la capacidad de los equipos; además se mencionan las opciones que se tienen de residuos forestales, agrícolas y orgánicos que se puedan ubicar cerca del hotel.

En el capítulo tres, se da una perspectiva general de las tecnologías de generación como son gasificación, incineración o digestión para que se puedan utilizar para el proyecto, también se describen aspectos comerciales de algunos equipos, como son las turbinas de vapor, motores de combustión interna y calderas; también se obtuvieron simulaciones con el programa Thermoflex con las diferentes alternativas que se plantearon, y así tener una visión de cual alternativa de generación es más factible para aprovechar al máximo la capacidad.

En el capítulo cuatro, se plantea lo concerniente a los costos de inversión que se realizan para llevar a cabo el proyecto, estos pueden ser compra de equipos, combustibles y costos de operación y mantenimiento, etc.; se visualiza el concepto de la factura eléctrica y la factura térmica para saber el ahorro que se pudiera tener con la venta de excedentes al sistema eléctrico; además se muestran indicadores económicos de viabilidad (tasa de rendimiento, beneficio-costos, periodo de recuperación), que de acuerdo a la tasa de interés y el apalancamiento con el banco varían considerablemente los intereses a pagar.

Se cuenta también con tres anexos; en el anexo A se tienen las simulaciones, con el programa Thermoflex, de todas las alternativas que se plantearon, en el anexo B se tiene el desarrollo completo de la evaluación económica del proyecto y en el anexo C se tienen los planos de las instalaciones eléctricas y térmicas del hotel.