

## Capítulo 2 Caracterización energética de la instalación

### Introducción

El proyecto planea en base a un hipotético hotel en el municipio de Tequisquiapan, Querétaro; esta entidad ha estado en constante crecimiento, social, económico y cultural; su cercanía con la Ciudad de México motiva a que las personas lo observen como un atractivo turístico, ideal para el descanso y diversión en general.

Tequisquiapan<sup>1</sup> es una ciudad mexicana, situada en el Estado de Querétaro, ubicada a 20 km al norte de San Juan del Río y a 60 km al oriente de la ciudad de Santiago de Querétaro, capital del Estado; fue fundada en 1551 y se encuentra en una zona rica en aguas termales, destaca por su arquitectura colonial, especialmente el Templo Parroquial, centro de descanso y de retiro, cuenta con fraccionamientos residenciales exclusivos y campos de golf.

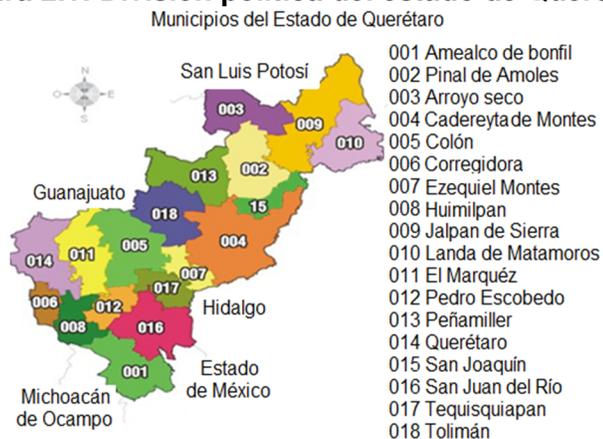
En el hotel se pretende solventar sus consumos eléctrico y térmico mediante generación alternativa no convencional, por lo que se pretende realizar dicho proyecto argumentando las posibles soluciones y distribuciones arquitectónicas, así como las posibles alternativas de combustible que se puedan generar en la zona.

### 2.1 Descripción de las instalaciones

#### 2.1.1 Geográficas

La construcción del hotel se ubica en el municipio de Tequisquiapan, ubicado en la figura 2.1 División política del Estado de Querétaro en el estado de Querétaro, debido al gran auge que ha tenido el municipio, con sus atractivos turísticos y su cercanía con el Distrito Federal se ha tenido la idea de brindar una nueva opción con las comodidades necesarias para los visitantes.

**Figura 2.1: División política del estado de Querétaro**



Fuente: [www.google.maps.com.mx](http://www.google.maps.com.mx)

<sup>1</sup> [www.qro.gob.mx](http://www.qro.gob.mx), 2009, consultado el 15 de enero de 2010.

El lugar de construcción del hotel es ubicado en la figura 2.3, en la ella se puede observar que se encuentra en un área importante para su construcción, ofreciendo accesos por las vías más importantes del municipio lo que permite una opción más para los visitantes

**Figura 2.2: Lugar de construcción**



**Fuente: [www.google.earth.com](http://www.google.earth.com)**

### 2.1.2 Arquitectónica<sup>2</sup>

Si bien la calidad de diseño de una infraestructura y su permanencia en el tiempo no supone una garantía suficiente para ofrecer a los clientes un servicio de calidad, es cierto que existen errores cometidos en los estudios de viabilidad y en el proyecto de un hotel que condicionan gravemente la rentabilidad del negocio.

Una adecuada calidad en el diseño es decisiva, aunque no suficiente para alcanzar la satisfacción del cliente; implica aspectos como la duración de la instalación, su fiabilidad, comodidad, ausencia de ruidos, tiempos de espera, prontitud en el servicio, consumos energéticos y otros, que afectan a la satisfacción del usuario y la eficiencia económica de la empresa

Como aspectos generales se considera lo siguiente:

- Condiciones urbanas del área
- Topografía y altitud de la superficie ocupada por el hotel
- Condiciones de asoleo
- Vientos reinantes y dominantes
- Enlaces y medios de transporte
- Proximidad de servicios (líneas eléctricas, telefónicas, saneamiento, abastecimiento, etc.)

Las implicaciones de estos factores en cuestiones medioambientales, estructurales, estéticas y funcionales, hacen necesaria su observación y análisis en los estudios de las opciones previas al proyecto, la respuesta a estos requisitos debe garantizar la rentabilidad y optimizar la inversión, se plantea el uso de materiales ecológicos, adoptando siempre que sea posible un tipo similar como los de la tabla 2.1, materiales para construcción, son los siguientes:

<sup>2</sup> [www.buscadordearquitectura.org](http://www.buscadordearquitectura.org), 2010, consultado el 13 de enero de 2010.

**Tabla 2.1: Materiales para construcción**

<b>MATERIALES ECOLÓGICOS</b>	<b>MATERIALES NO ECOLÓGICOS</b>
Piedra natural	PVC
Ladrillo de arcilla	Aluminio
Otros productos cerámicos	Hormigón
Adobe	Madera tropical
Maderas autóctonas	Espumas sólidas
Planchas de yeso	Yeso industrial
Linóleum	
Pinturas de cal sílice	
Láminas	Aislamientos sintéticos
Esmalte de resina natural	

**Fuente: Protección medioambiental, 2010.**

### 2.1.3 Servicios

El posible hotel se proyecta para que cuente con servicios de habitación, spa, sauna, sala de conferencias, restaurant, tienda de regalos, elevadores, lavandería, cocina, gimnasio, alberca; las habitaciones están comprendidas de tres tipos:

*Tipo A:* 20 Habitaciones regulares de medidas, 6 m largo x 4 m ancho x 3 m altura, tendrá su propia unidad de aire acondicionado, baño privado, sillón pequeño y mesa lateral

*Tipo B:* 8 Habitaciones regulares con medidas, 7 m largo x 4 m ancho x 3 m altura, tendrá su propia unidad de aire acondicionado, baño privado con tina, una pequeña sala y un minibar.

*Tipo C:* 2 Habitaciones de lujo (pent-house), medidas, 8 m largo x 4 m ancho x 3 m altura, tendrá su propia unidad de aire acondicionado, baño privado con jacuzzi, una pequeña sala y un minibar

*Equipo de habitaciones:*

- Unidad de aire acondicionado
- Televisión
- Radio AM y FM.
- Teléfono
- Mini bar

*Mobiliario de habitaciones:*

- 1 cama matrimonial
- Tocado con espejo y silla
- Sala pequeña
- Closet

*Baño de habitaciones:*

- Baño con agua caliente
- Tina o jacuzzi dependiendo del tipo de habitación
- Lavamanos de mesa con espejo
- Sanitario
- Azulejo en paredes y piso antideslizante

*Restaurant:* El restaurant estará ubicado al lado de la recepción dándole el frente a la piscina, su dimensión será de 225 metros cuadrados (15 x 15 m), con altura de 4 m, equipado para 60 personas cómodamente sentadas en 15 mesas, se contará con dos ambientes diferentes, uno con aire acondicionado y otro con temperatura ambiente.

*Mobiliario y equipo del restaurant:*

- Unidad de aire acondicionado
- 15 mesas de madera con 4 sillas cada una
- 6 ventiladores con iluminación
- Carretillas de servicio

*Baños del restaurant:*

- 2 sanitarios, uno para hombre y otro para mujeres
- 2 mingitorios y 4 escusados en el baño de hombres
- 6 escusados en el baño de mujeres
- 2 lavamanos en cada baño
- 2 secadoras de mano
- Espejo grande en cada baño

*Equipo de cocina del restaurant:*

- Unidad de aire acondicionado
- Estufa industrial y hornos grandes
- Freidora eléctrica
- Congeladores
- Lavatrastos industrial
- Procesadora de alimentos
- Batidora industrial y auxiliar
- Licuadoras
- Extractores de olor y Cuarto frío para víveres
- Mesas de acero inoxidable para usos múltiples
- Cuarto especial para basura con aire acondicionado
- Almacén

*Salón de usos múltiples:* El salón de usos múltiples tiene de dimensiones 300 metros cuadrados (20 x 15 m) con una altura de 4 m, dicho salón podrá ser utilizado para realizar convenciones, fiestas, reuniones de mercadeo y otros.

*Mobiliario y equipo:*

- Unidad de aire acondicionado
- 15 mesas de madera fina con 4 sillas cada una
- 6 ventiladores con iluminación
- Cafetera industrial
- Retroproyector y pantalla
- Pódium
- Equipo de sonido

*Baños del salón:*

- 2 sanitarios, uno para hombres y otro para mujeres
- 2 mingitorios y 4 escusados en el baño de hombres
- 6 escusados en el baño de mujeres

- Dispensadores de papel
- Secadora de manos en cada baño
- Espejo grande en cada baño
- Dispensador de basura en cada baño

*Estacionamiento:* Dentro de las instalaciones habrá un estacionamiento para 30 automóviles, con iluminación y delineamientos.

*Lavandería:* La lavandería estará ubicada en la parte inferior del hotel y medirá 50 metros cuadrados (10 x 5 m), se contará con lavadora industrial, secadora industrial, mesa auxiliar y anaqueles.

*Bodega de mantenimiento:* Este lugar se ubica al lado de la lavandería y tendrá 50 metros cuadrados (10 x 5 m), se almacenará el equipo para mantenimiento de jardines, piscina y herramienta.

#### **2.1.4 Recreación**

##### *Jardines y exteriores*

Los jardines del hotel estarán alrededor de las habitaciones y de la piscina, estarán cubiertos de grama e integrados básicamente de palmeras, árboles y vegetación de la zona, habrá jardineras constituidas por diferentes clases de plantas.

El acondicionamiento de las áreas verdes es parte fundamental, se plantea la posibilidad de cubrir con un 70 % la zona de construcción; con plantas típicas de la localidad, que florezcan con el menor riego posible y se integren a un paisaje local. Se contempla la reducción de zonas asfaltadas recurriendo a otros tipos de firmes basados en arcilla, losetas, etc., que proporcionan una mayor integración con el medio natural.

También se construirán redes para peatones y ciclistas para proporcionar mayores posibilidades de paseo y facilita el acceso, se dispondrá de una red de transporte público que abarcara con los principales atractivos turístico de la zona y lugares de entretenimiento.

La alberca consta de 120 metros cuadrados (15 x 8 m) y 2.20 m de profundidad, en el lugar se tienen contempladas 20 sillas reclinables de plástico, 10 sombrillas de tela, 5 mesas redondas de plástico con 4 sillas cada una; en un costado se encontrará un bar de 8 m de diámetro, con barra de madera, 8 bancos altos exteriores.

#### **2.1.5 Instalaciones eléctricas**

Es obligado recordar la negativa repercusión que la producción de energía eléctrica tiene sobre el medio ambiente; las centrales nucleares, térmicas e hidroeléctricas producen numerosos y diversos impactos por emisiones radiactivas, lluvia ácida, efecto invernadero, alteraciones sobre el ecosistema, etc., consecuentemente, cualquier ahorro de energía eléctrica será beneficioso para el medio y proporcionará una reducción en los costos de funcionamiento del hotel.

Además de las medidas que la administración pueda tomar para la reducción del consumo eléctrico, a través del diseño adecuado, las condiciones del edificio o de sus instalaciones, es posible el ahorro mediante:

- Una orientación adecuada

- Aprovechamiento de la luz natural
- Sistemas de captación de energías alternativas
- Aislamiento para evitar ruidos

*Iluminación:* El alumbrado natural proporciona un mayor nivel de bienestar y relajación, además de reducir el consumo de energía eléctrica; evitándose los diseños definidos exclusivamente con criterios estéticos, pues requieren mayor atención los aspectos relacionados con la salud y el consumo; al emplear la iluminación eléctrica lo más conveniente es graduar su intensidad; no solo perjudica la luz escasa, sino también su exceso, entorno como baños, cocinas y huecos de escaleras deben estar más iluminados, en ambientes de trabajo se evitarán los contrastes de luminosidad que provoquen trastornos similares a los que originan los reflejos de luz.

*Calefacción:* El consumo de calefacción constituye un porcentaje amplio y de él se pierde casi la mitad hacia el exterior mediante techos, tabiques y ventanas, se puede ver que es un despilfarro energético que se evita con buen aislamiento térmico eficaz.

*Consumo energético de electrodomésticos:* Algunas medidas adoptadas para la instalación de calentadores, frigoríficos, lavadoras y otros elementos aportan un notable ahorro energético de una forma sencilla y generalmente poco costosa.

*Calentadores:* Se ha comprobado que el primordial desaprovechamiento de energía consumida corresponde a una instalación deficiente y al uso inapropiado del calentador. Es indispensable un mantenimiento cuidadoso, procurando eliminar el óxido que se produce periódicamente y que causan un aumento considerable del consumo de energía; los sistemas de regulación de la temperatura facilitan un mejor aprovechamiento energético y posibilitan un mayor control.

*Frigoríficos:* Su consumo, casi tan elevado como el de los calentadores, puede reducirse considerablemente con medidas de instalación, explotación y mantenimiento coherentes,

*Lavadoras y lavavajillas:* Se seleccionarán los modelos más ecológicos del mercado, se debe evitar su uso a plena carga

*Aire acondicionado:* La posible conveniencia del uso del aire acondicionado debe considerarse cuidadosamente, frente a sus ventajas de confort, sus principales inconvenientes respecto al medio y al usuario permitirán su instalación e incluirán todas las medidas posibles para paliar las consecuencias desfavorables que originen su uso.

### **2.1.6 Instalaciones térmicas**

*Generación de agua caliente sanitaria:* La generación de agua caliente sanitaria es el proceso por el cual el agua se calienta para ser utilizada en baños, cocina y lavaderos, la generación de agua caliente se logra por medio de artefactos individuales o centrales térmicas, que en algunos casos es la misma que provee calefacción a la edificación.

*Climatización:* Es el proceso por el cual se da a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, pureza del aire y a veces presión, necesarias para el bienestar de las personas, conservación de productos, aplicaciones industriales y comerciales, la climatización comprende las áreas de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

La climatización es un factor determinante en el bienestar de los usuarios de una edificación y está directamente relacionada con el rendimiento de las personas en su trabajo; esta

especialidad genera un consumo energético entre el 40 y 60 % del total del consumo de energía en un edificio

Las instalaciones de climatización y generación de agua caliente, su objetivo primordial es la obtención de un ambiente interior aceptable para el ser humano en términos de confort y salubridad, como en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2: Parámetros de confort**

PARÁMETROS DE CONFORT	
VERANO	INVIERNO
Temperatura interior 20 °C	Temperatura interior 24 °C
Humedad relativa 50 %	Humedad relativa 50 %

**Fuente: Protección medioambiental, 2010.**

El proyecto tiende a optimizar la eficiencia del sistema desde el punto de vista del consumo de energía, el consumo de energía convencional depende de: la eficiencia de los equipos utilizados, la utilización de energías residuales, la utilización de energías procedentes de fuentes gratuitas, del empleo de plantas de cogeneración, sistemas de control centralizado y del sistema de enfriamiento. Existen varios sistemas de generación de agua caliente, la utilización de cada uno de ellos está definida por las condiciones de uso y volumen de agua requerida; estos se pueden agrupar en sistemas de generación individual o centralizada.

*Sistemas de generación individual:* Existen sistemas individuales de baja potencia para la generación de agua caliente, estos sistemas están formados por uno o más artefactos, que en general pueden abastecer a una vivienda, un local comercial o una oficina individual.

*Calentador:* Es un artefacto usado para la generación instantánea de agua caliente destinada, generalmente, para usos sanitarios, los combustibles usados son: gas licuado, gas doméstico y gas natural.

*Generación centralizada:* Esta destinada a satisfacer grandes consumos, este sistema puede abastecer en su totalidad grandes edificios de alta demanda de agua caliente; la generación se hace desde un solo punto y se abastece a los centros de consumo.

Este sistema está formado por una caldera, un acumulador, un intercambiador de calor, bombas de recirculación, sistemas de seguridad y sistemas de control de temperatura, las fuentes de energía utilizadas en este tipo de sistemas son: gas licuado, gas natural, petróleo parafina, carbón, leña, energía eléctrica y energía solar.

## **2.2 Caracterización de la demanda energética**

### **2.2.1 Carga y consumo eléctrico**

*Cálculos de la carga.*

El total de lámparas a utilizar en todo el complejo es de: 260 pzas., se utilizarán interruptores de 15 (A), de manera convencional se utiliza cable N° 12 AWG, con capacidad de 20 (A) y un factor de demanda de 0.8 (80 %); considerando el factor de demanda y empleando los interruptores de 15 (A) se tiene que:

El 80 % de 15 (A) =  $(0.8)(15 (A)) = 12 (A)$

Por lo que se utilizan 12 lámparas por circuito, quedando 12 lámparas/circuito; para obtener la cantidad de lámparas a emplear por fase se tiene la relación:

$$\frac{\# \text{ de lámparas}}{3 \text{ fases}} \dots\dots\dots Ec. 2.1$$

Sustituyendo se tiene:

$$\left( \frac{260 \text{ lámparas}}{3 \text{ fases}} \right) = 86.6 \approx 87 \frac{\text{lámparas}}{\text{fase}}$$

Para contemplar cuantos circuitos por fase se utiliza la siguiente relación:

$$\left( \frac{\# \text{ lámparas}}{\text{fase}} / \frac{\# \text{ lámparas}}{\text{circuito}} \right) \dots\dots\dots Ec. 2.2$$

Sustituyendo se tiene:

$$\left( \frac{87 \text{ lámparas}}{\text{fase}} / \frac{12 \text{ lámparas}}{\text{circuito}} \right) = 7.2 \approx 8 \frac{\text{circuitos}}{\text{fase}}$$

Considerando las tres fases se obtiene:

$$\left( 8 \frac{\text{circuitos}}{\text{fase}} \right) (3 \text{ fases}) = 24 \text{ circuitos de lámparas}$$

El total de contactos instalados en el inmueble es de: 180, se utilizarán interruptores de 20 (A), de manera convencional se utiliza cable N°10 AWG con capacidad de 30 (A), el consumo por contacto es de 1.5 (A).

Se tiene la capacidad de 30 (A) y se considera 1.5 (A)/contacto, siendo la relación:

$$\left( \frac{\text{capacidad del interruptor (A)}}{\frac{\text{consumo (A)}}{\text{contacto}}} \right) \dots\dots\dots Ec. 2.3$$

Sustituyendo se tiene:

$$\left( \frac{30 \text{ (A)}}{1.5 \frac{\text{(A)}}{\text{contacto}}} \right) = 13.3 \approx 13 \frac{\text{contactos}}{\text{circuito}}$$

Considerando los 180 contactos divididos entre las 3 fases se obtiene:

$$\left( \frac{180 \text{ contactos}}{3 \text{ fases}} \right) = 60 \frac{\text{contactos}}{\text{fase}}$$

Para obtener los circuitos contemplados por fase se divide de la siguiente manera:

$$\frac{60 \frac{\text{contactos}}{\text{fase}}}{13 \frac{\text{contactos}}{\text{circuito}}} = 4.6 \approx 5 \frac{\text{circuitos}}{\text{fase}}$$

Teniendo los circuitos por fase, se multiplican por las tres fases:

$$\left(5 \frac{\text{circuitos}}{\text{fase}}\right) (3 \text{ fases}) = 15 \text{ circuitos de contactos}$$

En resumen:

**Tabla 2.3: Consumo eléctrico**

Descripción	Watts [W]	cantidad	Consumo General
Lámparas	100	260	26,000 [W]
Contactos	180	180	32,400 [W]
Cuarto de máquinas	8,000	3	24,000 [W]
Reservas	2,400		2,400 [W]
<b>TOTAL</b>			<b>82,400 [W]</b>

**Fuente: Elaboración propia**

*Distribución de circuitos:*

10 circuitos 1200 W interruptor 10 x 15 [A]  
 4 circuitos 1100 W interruptor 4 x 15 [A]  
 7 circuitos 1000 W interruptor 7 x 15 [A]  
 2 circuitos 900 W interruptor 2 x 15 [A]  
 1 circuito 800 W interruptor 1 x 15 [A]  
 8 circuitos 2340 W interruptor 8 x 20 [A]  
 4 circuitos 1980 W interruptor 4 x 20 [A]  
 2 circuitos 1800 W interruptor 2 x 20 [A]  
 3 circuitos 8000 W interruptor 3 x 20 [A]

*Balance de fases*

Se balancea la carga de los circuitos de la siguiente manera; en resumen se tiene que:

**Tabla 2.4: Cargas por fase**

	FASE A (W)	FASE B (W)	FASE C (W)
	1200	1200	1200
	1200	1200	1200
	1200	1200	1200
	1200	1100	1100
	1000	1100	1100
	1000	1000	1000
	1000	1000	1000
	900	900	800
	2340	2340	2340
	2340	2340	2340
	2340	2340	2160
	1980	1980	1980
	1980	1800	1800
	8000	8000	8000
<b>Total por fase</b>	<b>27680</b>	<b>27500</b>	<b>27220</b>

**Fuente: Elaboración propia**

**Total de la carga: 82400 W**

*El desbalance entre las tres cargas es:*

$$\frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \dots\dots\dots Ec. 2.4$$

Donde W1: Watts de la fase más cargada  
W2: Watts de la fase menos cargada

Sustituyendo en la ecuación anterior se obtiene:

$$\frac{27680 (W) - 27220 (W)}{27680 (W)} \times 100 = 1.16 \%$$

Este resultado está dentro de los límites permitido respecto al desbalance de cargas

*Calculo de la corriente para 3 fases 4 hilos.*

$$I = \frac{W}{3VV_f F.P.} \dots\dots\dots Ec. 2.5$$

Donde:  
W: Potencia en Watt (W)  
V: Voltaje entre fase (V)  
F.P.: Factor de potencia

Considerando los valores obtenidos anteriormente se tiene:

W = 82400 [W]  
V = 220 [V]  
F.P. = 0.9, sustituyendo en la ecuación anterior se tiene:

$$I = \frac{82400 (W)}{3(220 (V))(0.9)} = 138.72 (A)$$

La potencia instalada en Watts es:

$$P_{activa} = \sqrt{3}VI F.P. \dots\dots\dots Ec. 2.6$$

Donde:  
V: voltaje entre fases (V)  
I: corriente (A)  
F.P.: factor de potencia

Considerando los valores obtenidos anteriormente

V = 220 (V)  
I = 138.728 (A)  
F.P.= 0.9

Sustituyendo en la ecuación anterior se obtiene:

$$P_{activa} = \sqrt{3}(220(V))(138.728(A)(0.9) = 47,573 W \approx 48 KW$$

La potencia de consumo en VA es:

$$P_{aparente} = \sqrt{3}VI \dots\dots\dots Ec. 2.7$$

Donde:

V: Voltaje entre fases (V)

I: Corriente (A)

Considerando los valores obtenidos se tiene:

$$V = 220 (V)$$

$$I = 138.72 (A)$$

Sustituyendo en la ecuación anterior se obtiene:

$$P_{aparente} = \sqrt{3}(220(V))(138.72 (A)) = 52,859 VA \approx 53 KVA$$

## 2.2.2 Demanda y consumo térmico

### *Cálculos de la instalación*

Como parte de la eficiencia energética en edificios este proyecto se ha centrado en el análisis de dos diferentes opciones de instalación térmica para cubrir la demanda de aire acondicionado y agua caliente para un hotel situado en Tequisquiapan en el estado de Querétaro, México.

La primera opción de la instalación es la convencional donde el equipo principal es la caldera que producirá vapor para alimentar a los otros equipos principales que tendrán distintas funciones tanto para el aire acondicionado como para el agua caliente, en la cual el consumo de energía eléctrica es la que suministra la red convencional.

La segunda opción es la instalación de cogeneración en donde por medio de la generación de la demanda eléctrica con una primotor a evaluar y seleccionar para satisfacer las necesidades de la demanda térmica con el vapor rechazado por el primer proceso.

En general el análisis se ha dividido en partes:

- Antecedentes; describimos cuales son las características del edificio y cuales sus requerimientos térmicos.
- Levantamiento; se da la información de los equipos que serán necesarios para cubrir las necesidades térmicas. El levantamiento de los datos y requisitos para la instalación se estiman de los planos arquitectónicos, hidráulicos y eléctricos de la propuesta del proyecto.
- Dimensionamiento; se caracterizan las demandas térmicas y eléctricas del proyecto.
- Memoria de cálculo: Se muestran los cálculos realizados para satisfacer las necesidades térmicas.
- Dimensionamiento: Presentamos el inventario de lo que se requiere para la parte térmica

*Cálculo de las necesidades de agua caliente:*

**Tabla 2.5 Necesidades de agua caliente**

<b>Método para calcular las necesidades de agua caliente en función de los equipos instalados [lt/h] a 60 °C</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Deptos.</b>	<b>Clubs</b>	<b>Gimnasios</b>	<b>Hoteles</b>	<b>Oficinas</b>
Lavabos privados	8	8	8	8	8
Lavabos públicos	15	23	30	30	23
Tinas de baño	76	76	115	76	0
Jacuzzi				150	
Lavaplatos	53	190-530	0	1190-760	0
Lavaplatos de pie	11.5	11.5	46	11.5	0
Fregaderos	38	76	0	115	76
Lavadoras de ropa	76	106	0	105	0
Fregaderos de pantry	19	38	38	38	38
Regaderas	115	530	855	285	105
Eliminador de sobras	76	76	0	105	76
Fregaderos circulares	0	0	0	76	76
Fregaderos semicirculares	0	0	0	38	38
Factor de demanda	0.3	0.31	0.4	0.25	0.3
Factor de almacenamiento	1.25	0.9	1	0.8	2

Fuente: Manual SELMEC y Hook Ups, Spirax Sarco.

Para las necesidades de aire acondicionado se tiene:

**Tabla 2.6 Necesidades de aire acondicionado**

<b>Ubicación</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Aire acondicionado</b>
<b>Planta baja</b>				
Sótano		3	0	0
Recepción	64	3	192	4
Locales	30	3	270	5.625
<b>Total</b>			462	9.625
<b>Mezanine</b>				
Lobby y restaurant	225	3.25	731.25	15.234
Oficinas	30	3.25	97.5	2.031
<b>Total</b>			828.75	17.266
<b>1er nivel</b>				
Habitación tipo A	24	3.5	504	10.5
Suite Tipo B y C	32	3.5	448	9.333
Cuarto de servicio	16	3.5	56	1.167
<b>Total</b>			1008	21
<b>2do nivel</b>				
Habitaciones tipo A	24	3.5	504	10.5
Suite Tipo B y C	32	3.5	448	9.333
Cuarto de servicio	16	3.5	56	1.167
<b>Total</b>			1008	21
<b>3er nivel</b>				
Habitaciones tipo A	24	3.5	504	10.5
Suite Tipo B y C	32	3.5	448	9.333

<b>Cuarto de servicio</b>	16	3.5	56	1.167
<b>Total</b>			1008	21
<b>Total (ton. brutas)</b>		565	4314.75	89.891 (ton. brutas)

**Fuente: Elaboración propia**

Se multiplica por el factor de 0.66 de demanda  
 Total de aire bruto = 59.33 (ton netas)

**Tabla 2.7: Resultados**

<b>RESULTADOS</b>	
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
711933.75	Btu/hr
208.64	KW netos
0.7284	Entre el COP
Q = 286.43	KW de entrada al chiller
Q = 81.45	Ton. refrigeración

**Fuente: Elaboración propia**

Calculo de la carga térmica del Chiller:

$$Q = m (h_{ent} - h_{sal}) \dots\dots\dots Ec. 2.8$$

Donde:

$$Q = 785.69 \text{ KW}$$

$$h_{ent} = 2676.22$$

$$h_{sal} = 399.92$$

De la ecuación anterior se despeja m y sustituyendo los valores obtenidos anteriormente:

$$m = \frac{Q}{h_{ent} - h_{sal}} = \frac{785.69 \text{ KW}}{2676.22 - 399.92} = 375.173 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \text{ de vapor}$$

**Tabla 2.8: Resultados**

<b>Cálculo de la carga térmica del Chiller</b>	
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
0.13	kg/s de vapor
453.15	kg/h
28.96	CC
286.43	kW
205.55	lb/hr

**Fuente: Elaboración propia**

Para las necesidades de agua caliente se tiene:

**Tabla 2.9: Resultados de las necesidades de agua caliente**

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Consumo Agua caliente [lt/hr]</b>	<b>Consumo total agua caliente [kg/hr]</b>
<b>Planta baja</b>			
<b>WC</b>	6	0	0
<b>Mingitorios</b>	3	0	0
<b>Lavabo</b>	4	0	0
<b>SUMA</b>			0
<b>Mezannine</b>			
<b>Fregaderos</b>	3	115	345
<b>Lavaderos de ropa</b>	5	105	525
<b>Otros equipos térmicos</b>	1	0	0
<b>WC</b>	3	0	0
<b>Mingitorios</b>	3	0	0
<b>SUMA</b>	0	0	870
<b>Primer nivel</b>			
<b>WC</b>	10	0	0
<b>Mingitorios</b>	4	0	0
<b>Lavabos</b>	10	8	80
<b>Tina</b>	4	76	304
<b>Regaderas</b>	10	285	2850
<b>Jacuzzi</b>	2	150	300
<b>SUMA</b>			3534
<b>Alberca</b>	1	264000	264000
<b>SUMA</b>			
<b>Segundo nivel</b>			
<b>WC</b>	10	0	0
<b>Mingitorios</b>	4	0	0
<b>Lavabos</b>	10	8	80
<b>Tina</b>	4	76	304
<b>Regaderas</b>	10	285	2850
<b>Jacuzzi</b>	2	150	300
<b>SUMA</b>			3534
<b>Tercer nivel</b>			
<b>WC</b>	10	0	0
<b>Mingitorios</b>	4	0	0
<b>Lavabos</b>	10	8	80
<b>Tina</b>	4	76	304
<b>Regaderas</b>	10	285	2850
<b>Jacuzzi</b>	2	150	300
<b>SUMA</b>			3534

Fuente: Elaboración propia

Considerando la siguiente ecuación:

$$AC_{demandada} = AC_{bruta} * \text{Factor de utilización} \dots \dots \dots \text{Ec. 2.9}$$

**Tabla 2.10: Consumo de agua caliente**

Consumo	
Nivel	lt/hr
Planta baja	0
Mezannine	870
Nivel 1	3534
Nivel 2	3534
Nivel 3	3534
<b>Total agua caliente</b>	<b>11472</b>

**Fuente: Elaboración propia**

Consideraciones

Factor de demanda= 0.25

Almacenamiento = 0.8

**Tabla 2.11: Resultados**

RESULTADOS	
Cantidad	Unidad
2868	(lt/hr) netos
0.8	(kg/s)
2294.4	(lt/hr)
2.29	(m <sub>3</sub> /hr)
606.12	(Gal/hr)

**Fuente: Elaboración propia**

*Cálculo de la carga térmica para agua caliente.*

Para el cálculo se tiene la siguiente ecuación:

$$Q_s = m C_p \Delta T \dots\dots\dots Ec. 2.10$$

Donde:

Q<sub>s</sub>:

m: masa específica (kg/s)

C<sub>p</sub>: Calor específico (kJ/kg°C)

ΔT: Diferencia de temperatura (°C)

Sustituyendo los siguientes valores en la ecuación anterior se obtiene:

$$m = 0.797 \text{ (kg/s)}$$

$$T_2 = 60 \text{ (°C)}$$

$$T_1 = 25 \text{ (°C)}$$

$$C_p = 4186 \text{ (kJ/kg°C)}$$

$$Q_s = \left(0.797 \frac{kg}{s}\right) \left(4186 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C}\right) (60(^\circ C) - 25(^\circ C)) = 116.76 \text{ KW}$$

Considerando la siguiente ecuación:

$$Q_s = m \eta (h_{100} - h_{70}) \dots\dots\dots Ec. 2.11$$

Tomando en cuenta los siguientes valores y despejando m de la ecuación 2.13 se obtiene:

- $P_{ENT} = 0.1$  (MPa)
- $P = 0.031$  (MPa)
- $T_{ENT} = 100$  (°C)
- $T_{SAL} = 70$  (°C)
- $h_{100} = 2676.225$  (kJ/kg)
- $h_{70} = 292.963$  (kJ/kg)
- $\eta = 0.82$

$$m = \left( \frac{Q_s}{(h_{ent} - h_{sal})\eta} \right) \dots\dots\dots Ec. 2.12$$

El flujo es:

**Tabla 2.12: Resultados**

RESULTADOS		
Cantidad	Unidad	
m =	0.06	kg/s
m =	215	kg/hr
m =	13.33	CC
m =	135.9	KW
m =	97.5	lb/hr

**Fuente: Elaboración propia**

*Cálculo de la carga térmica para el agua de la alberca:*

$$Q_s = \frac{m C_p \Delta T}{t} \dots\dots\dots Ec. 2.13$$

- $m = 264000.0$  [Kg]
- $T_2 = 28$  (°C)
- $T_1 = 24$  (°C)
- $C_p = 4.2$  (kJ/kg °C)
- $t = 10800$  [s]
- $m/t = 24.4$  [Kg/3hr]

Sustituyendo en la ecuación 2.13, se tiene:

$$Q_s = \frac{\left[ (264000 \text{ kg}) \left( 4.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \right) (4 \text{ } ^\circ\text{C}) \right]}{10800 \text{ s}} = 409.3 \text{ KW}$$

- $P_{ENT.} = 409.3$  (kw)
- $P = 0.007$  [MPa]
- $T_{ENT.} = 100$  (°C)
- $T_{SAL.} = 38$  (°C)
- $h_{100} = 2676.2$  (KJ/kg)
- $h_{30} = 159$  (KJ/kg)
- $\eta = 0.8$
- $Q^* \eta = 335.6$

$$m = \frac{Q}{(h_{Ent} - h_{Sal})\eta} \dots\dots\dots Ec. 2.14$$

El flujo es:

**Tabla 2.13: Resultados**

Resultados		
Cantidad	Unidad	
m =	0.2	kg/s
m =	713.9	kg/hr
m =	45.6	CC
m =	451.2	KW
m =	323.8	lb/hr

**Fuente: Elaboración propia**

Entonces la carga térmica queda de la siguiente manera:

**Tabla 2.14: Resultados**

Demanda térmica total		
Masas vapor	CC	KW
m <sub>aire</sub>	28.96	286.43
m <sub>agua caliente</sub>	13.74	116.72
m <sub>alberca</sub>	45.62	409.3
Total	88.32	812.45
Factor de evaporación	1.12	
Total	99	910
Capacidad excedente para futuras demandas 20 %		
Total	119	1174

**Fuente: Elaboración propia**

De la tabla anterior se escoge 125 CC nominales por capacidad comercial más cercana.

**Tabla 2.15: Demanda Eléctrica Total**

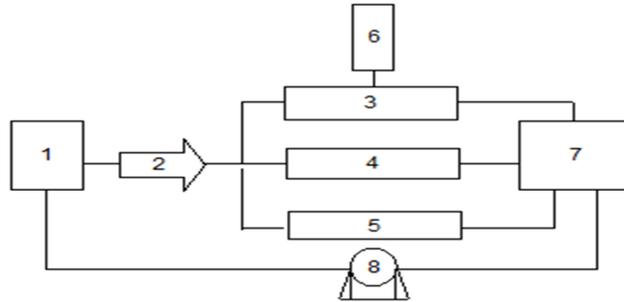
Demanda eléctrica total				
Carga eléctrica	Instalada [KVA]	Instalada [W]	Demanda [KVA]	Demanda[W]
<b>TOTAL</b>			53	48

**Fuente: Elaboración propia**

De igual manera, de la información descrita anteriormente se proponen los siguientes equipos para cubrir las necesidades térmicas de la instalación, siendo estos los siguientes:

- Caldera
- Chiller de absorción (alimentado por el vapor de la caldera) para aire acondicionado.
- Torre de enfriamiento
- Cabezal de vapor
- Intercambiadores de calor, que serán alimentados por el vapor de la caldera para la demanda de agua caliente tanto en la alberca como en los servicios de regaderas, tinas, lavabos, etc.
- Intercambiador de calor con tanque para agua caliente.
- Intercambiador de calor para piscinas.
- Tanque de agua helada.
- Tanque de condensados
- Bombas eléctricas

**Figura 2.3 Esquema de la instalación térmica**



**Fuente: Elaboración propia**

De la figura anterior se tienen los siguientes términos:

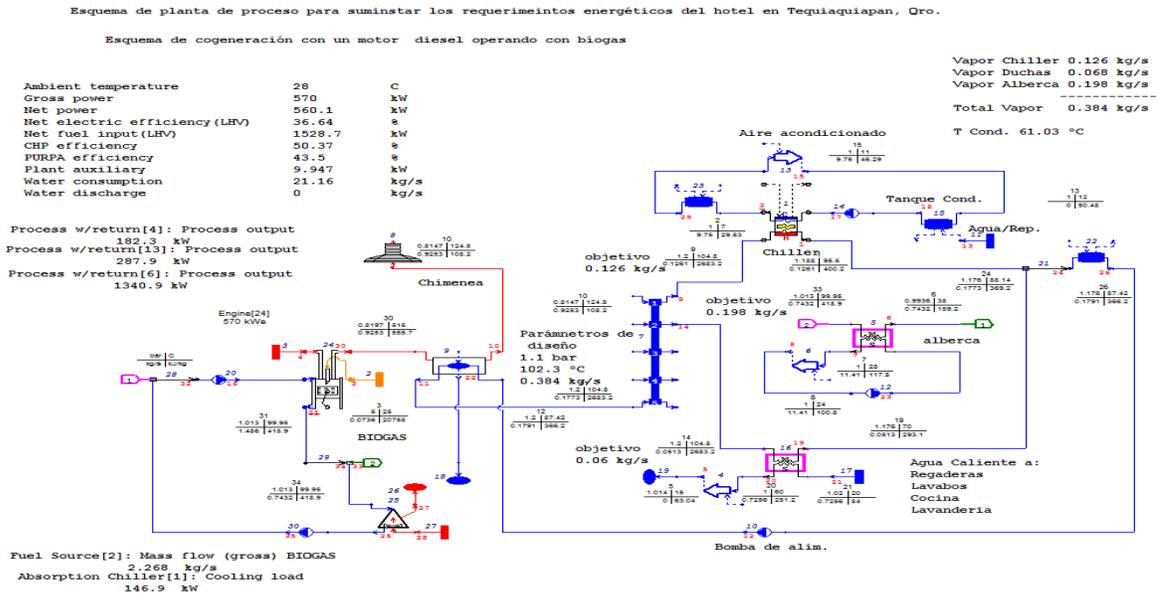
- 1.- Caldera
- 2.- Cabezal de vapor
- 3.- Chiller
- 4.- Intercambiador de calor alberca
- 5.- Intercambiador de calor agua caliente
- 6.- Torre de enfriamiento
- 7.- Tanque de condensados
- 8.- Bomba

El sistema convencional del esquema anterior, Figura 2.4, consta de una caldera (1) que produce vapor a una presión de salida de 1.1 (MPa) el cual alimenta al cabezal de vapor (2) donde a su vez distribuirá vapor a 3 diferentes equipos con una presión de 0.1 (MPa) como el Chiller (3), el intercambiador de calor para el agua caliente (5) y el intercambiador de calor para la alberca (4), todos estos equipos regresan al tanque de condensados (7), el agua de salida de cada uno de ellos para regresarlos nuevamente a la alimentación de la caldera por medio de la bomba (8).

El Chiller (3) a su vez alimentará a la torre de enfriamiento (6) que se encuentra en la parte exterior del edificio. Ambos intercambiadores de calor (4 y 5) son alimentados por el flujo de agua corriente que viene a temperatura ambiente 20°C y que es suministrado por la cisterna estos flujos de agua son los que van a la alberca o a los diferentes servicios que demanda el edificio.

La figura 2.4 muestra con más detalle este sistema en el cual ya se presenta un balance preliminar de los flujos, dicho diagrama se realizó con el programa Thermoflex que ayuda a la simulación de la instalación.

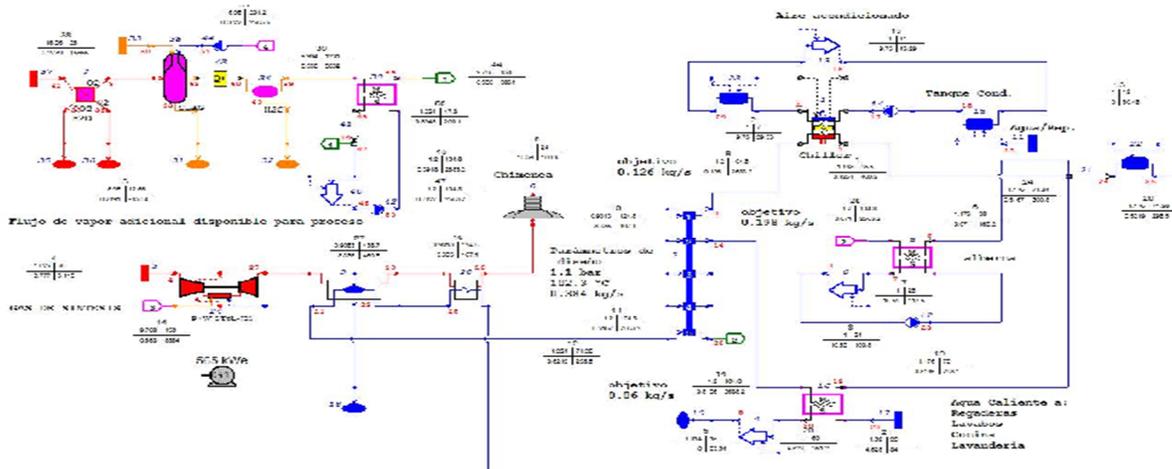
**Figura 2.4: Simulación de balance preliminar de flujos**



**Fuente: Elaboración con el programa Thermoflex**

La figura 2.5 muestra el sistema de cogeneración en el cual el equipo principal es la turbina de vapor o de gas a la cual se le suministrara el combustible necesario para generar la demanda eléctrica del edificio y con el calor rechazado de dicho proceso se mandará a nuestro sistema secundario (refrigeración y agua caliente descrito arriba) para satisfacer las demandas térmicas, así el objetivo del presente informa es mostrar el posible ahorro que se puede obtener de este sistema comparándolo con el convencional, haciendo redituable la inversión de los equipos adicionales como lo son la turbina, el recuperador de calor, la chimenea y demás equipos.

**Figura 2.5: Sistema de cogeneración con turbina de vapor o gas**



**Fuente: Elaboración con el programa Thermoflex**

## 2.3 Opciones de potencial energético disponibles en el sitio

### 2.3.1 Biomasa

A continuación se presentan datos<sup>3</sup> de la posible biomasa generada en el estado de Querétaro, donde se espera que el sector primario crezca a una tasa del 9.4 % y el agroalimentario decrezca 2.9 % respectivamente; como resultado de lo anterior, se estima que el sector agroalimentario crecerá a una tasa de 0.4 % durante el año en curso.

Como productor agrícola, el estado de Querétaro es:

- El sexto productor de maíz forrajero de riego con el 10 % de la producción nacional y el 9 % de la superficie sembrada total.
- El séptimo productor de sorgo grano de riego con el 2 % de la producción nacional y el 1 % de la superficie sembrada total.

Los principales cultivos en Querétaro son:

**Tabla 2.16: Maíz de grano**

Riego			
Maíz grano	2008	2009	2010
Superficie cosechada (ha)	24,186.8	22,431	22,772
Rendimiento (Ton/ha)	8	8.9	9.1
Producción (Ton)	194,124.7	199,389.2	206,997.5
Precio medio rural (\$/Ton)	2,138.2	2,675.1	2,672.1
Valor de la producción (millones de \$)	415.1	533.4	553.1

**Fuente: Producción Agrícola SAGARPA**

El maíz es una planta gramínea caracterizada por poseer tallos en forma de caña, aunque macizos en su interior a diferencia del resto de los miembros de su familia que los tienen huecos; destaca fundamentalmente por su inflorescencia femenina llamada mazorca, en donde se encuentran las semillas 8granos de maíz agrupadas a lo largo de un eje; la mazorca está cubierta por brácteas de color verde y textura papirácea y termina en una especie de penacho de color amarillo oscuro.

**Tabla 2.17: Maíz forrajero**

Riego			
Maíz forrajero	2008	2009	2010
Superficie cosechada (ha)	10,928	11,595	10,155.3
Rendimiento (Ton/ha)	57.1	60.7	59
Producción (Ton)	623,897	703,944	599,528
Precio medio rural (\$/Ton)	256.3	332.6	328.7
Valor de la producción (millones de \$)	159.9	234.1	197

**Fuente: Producción Agrícola SAGARPA**

<sup>3</sup> www.sagarpa.gob.mx, 2010, consultado el 23 de enero de 2011.

La planta de maíz forrajero es de porte robusto de fácil desarrollo y producción anual; el tallo es simple, erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones, por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y sí una medula esponjosa.

**Tabla 2.18: Jitomate**

<b>Riego</b>			
<b>Jitomate</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Superficie cosechada (ha)	255	252	225.6
Rendimiento (Ton/ha)	87.2	77.2	82.3
Producción (Ton)	19,690.3	25,987.8	18,556.4
Precio medio rural (\$/Ton)	8,664.5	10,239.7	10,121.2
Valor de la producción (millones de \$)	170.6	266.1	187.8

**Fuente: Producción Agrícola SAGARPA**

Es una planta herbácea, anual semi-leñosa de 50 cm a un metro de altura, hojas dimorfas flores amarillas, agrupadas en racimos; su fruto es una baya globosa, lisa, deprimida en la base, con costillas en algunas variedades y perfectamente esférica en las más estimadas, tiene aproximadamente 6 cm de diámetro

**Tabla 2.19: Sorgo grano**

<b>Riego</b>			
<b>Sorgo Grano</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Superficie cosechada (ha)	5,012	5,332	4275.7
Rendimiento (Ton/ha)	8.9	9.2	8.9
Producción (Ton)	44,858	49,161	38,068.2
Precio medio rural (\$/Ton)	2,033.7	2,618.5	2,438.9
Valor de la producción (millones de \$)	91.2	128.7	92.8

**Fuente: Producción Agrícola SAGARPA**

Es una planta originaria de la India, de la familia de las gramíneas, con cañas de un metro y medio de altura, llenas de un tejido blanco y algo dulce y vellosas en los nudos de hojas lampiñas

**Tabla 2.20: Avena forrajera**

<b>Riego</b>			
<b>Avena forrajera</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Superficie cosechada (ha)	2,087	2,107	1,941.4
Rendimiento (Ton/ha)	27.9	29.9	28.2
Producción (Ton)	58,362	63,018.3	54,771.2
Precio medio rural (\$/Ton)	255.8	281.6	268.2
Valor de la producción (millones de \$)	14.9	17.7	14.7

**Fuente: Producción Agrícola SAGARPA**

La avena es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, posee un sistema radicular potente, con raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales, los tallos son gruesos y rectos, pero con poca resistencia al viento; están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudosa; las hojas son planas y alargadas.

**Tabla 2.21: Maíz de grano**

<b>Temporal</b>			
<b>Maíz grano</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Superficie cosechada (ha)	83,875.6	89,230	90,209.4
Rendimiento (Ton/ha)	2.2	1.4	1.8
Producción (Ton)	182,335.6	128,937.4	163,053.4
Precio medio rural (\$/Ton)	1,816.2	2,272.3	2,269.7
Valor de la producción (millones de \$)	331.2	293	370.1

**Fuente: Producción Agrícola SAGARPA**

**Tabla 2.22: Frijol**

<b>Temporal</b>			
<b>Frijol</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Superficie cosechada (ha)	11,092.4	15,170	16,346.7
Rendimiento (Ton/ha)	0.4	0.7	0.6
Producción (Ton)	3,992.8	11,726.4	9,054.5
Precio medio rural (\$/Ton)	5,308.9	5,148.3	5,539.8
Valor de la producción (millones de \$)	21.2	60.4	50.2

**Fuente: Producción Agrícola SAGARPA**

Es una planta originaria de Mesoamérica, la cual se ha venido cultivando desde hace 8 mil años, desarrollándose durante ese tiempo una gran variedad de tipos y calidad. Asimismo, es un alimento fundamental en la dieta de la población mexicana, sobre todo para las clases más desprotegidas del país; ya que constituye la principal fuente de proteínas.

**Tabla 2.23: Alfalfa verde**

<b>Perennes</b>			
<b>Alfalfa Verde</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Superficie cosechada (ha)	7,835	7,779	7,734.5
Rendimiento (Ton/ha)	81.7	81.2	76.9
Producción (Ton)	640,379	631,654.8	594,783.1
Precio medio rural (\$/Ton)	326	397.6	417.1
Valor de la producción (millones de \$)	208.7	251.1	248.1

**Fuente: Fuente: Producción Agrícola SAGARPA**

Planta herbácea que alcanza hasta un metro de altura; tiene hojas pequeñas de color verde brillante; las flores son azules o violetas y originan frutos en forma de vaina; es una de las plantas forrajeras más alimenticias, es rica en proteínas, minerales y vitaminas, debido a que su raíz puede introducirse a gran profundidad puede alcanzar cualquier reserva de nutrientes y soportar sequías extremas

En resumen en el Estado de Querétaro se tiene:

**Tabla 2.24: Volumen de producción en miles de toneladas**

Volumen de producción Miles de toneladas				
Año	2009	2010	Var. Anual %	Lugar Nacional 2009
Riego				
Maíz grano	199.8	206.9	3.8	12 °
Maíz Forrajero	703.9	599.5	-14.8	6 °
Jitomate	25.9	18.7	-27.8	16 °
Sorgo grano	49.2	56.8	15.4	7 °
Avena forrajera	63	56.5	-10.3	12 °
Temporal				
Maíz grano	128.9	163.1	26.5	13 °
Frijol	11.7	9.1	-22.2	17 °
Perennes				
Alfalfa verde	631.7	594.8	-5.8	12 °

**Fuente: Estimaciones SAGARPA**

### 2.3.1.1 Residuos forestales

#### *Biocombustibles*

Un ejemplo de este tipo de combustibles son: la leña, los residuos forestales, el carbón vegetal y los desechos agrícolas como la paja, bagazo y otros; estos energéticos tienen amplio uso en la cocción de alimentos, el calentamiento de agua, la producción de electricidad en turbinas de vapor, la producción de calor industrial y electricidad; además, se puede obtener de ellos gas de pirólisis que se usa como energético en motores de combustión interna.

### 2.3.1.2 Residuos agrícolas

Plantaciones o cultivos agroenergéticos inducidos por el hombre con vistas a su utilización energética y/o como materias primas para otras industrias; estas van desde las plantaciones de palmeras, pastos de crecimiento rápido, cultivos de caña azúcar, entre otros; el empleo y la selección de plantas para producción de energía puede llevar consigo problemas comparable con los que se dan en la agricultura intensiva de los alimentos con el empleo de cantidades de fertilizantes y plaguicidas nocivos para la naturaleza.

#### *Plantaciones energéticas*

La silvicultura ofrece alternativas para la producción de biomasa para la bioenergía, mediante plantaciones con especies perennes, conocidas también como plantaciones energéticas; a diferencia de los cultivos agroenergéticos, las plantaciones energéticas producen biomasa leñosa (lignocelulósica), constituida principalmente por celulosa (y en menor porcentaje por hemicelulosa y lignina).

A los sistemas de producción de biomasa para la bioenergía que utilizan especies perennes leñosas se les conoce también como plantaciones de leña o plantaciones dendroenergéticas.

Con las nuevas tecnologías, toda la biomasa, sea de tipo celulósico o de almidones, puede aprovecharse para convertirse en biocarburantes (etanol, biodiesel), en biogás y en biocombustibles para la producción de calor y en electricidad.

### **2.3.1.3 Residuos orgánicos**

#### *Biocarburantes*

Este tipo de combustible proviene de los aceites vegetales puros, los aceites vegetales esterificados, el alcohol, los residuos de aceite de cocina, los cuales se emplean en motores Otto y Diesel, para poner en marcha automóviles, autobuses, camiones de carga o para producir electricidad y calor en generadores y trabajo mecánico proveniente de su uso en motores industriales.

Estos energéticos líquidos actualmente provienen de una amplia variedad de cultivos como son la caña de azúcar, el maíz, el betabel, colza, la soja, la palma de aceite y el piñón; así como los residuos de cocina y residuos agroindustriales y de material lignocelulósico provenientes de plantaciones energéticas forestales.

#### *Biogás*

El metano es un gas producto de la fermentación de residuos orgánicos que los bosques, campos agrícolas y de los desechos de animales de crianza como vacas, cerdos, borregos, cabras, caballos y aves; asimismo, este producto energético se puede obtener de la basura a través de su producción de rellenos sanitarios; el metano cuando es extraído se emplea entonces para producir ya sea energía térmica, mecánica o eléctrica; por otro lado, el hidrógeno, combustible gaseoso, también puede ser obtenido transformando residuos orgánicos o bien mediante procesos fotobiológicos.

A muy largo plazo la transición energética puede llevar en efecto al empleo de diferentes tipos de combustibles para automotores, no obstante las mejores predicciones a la fecha indican que para al menos otros treinta años seguiremos usando preferentemente combustibles líquidos en este sector; en éste se consumen en México más de 100 millones de litros diarios de gasolina y alrededor de 50 millones de litros por día de diesel; la utilización de gas para el transporte es en órdenes de magnitud menor a estos valores<sup>4</sup>.

La bioenergía es la única energía renovable que se puede almacenar tan fácilmente como el petróleo y el gas lo cual es una ventaja económica para establecer el equilibrio entre la oferta y la demanda de energía; en el sector eléctrico, esta misma cualidad hace que la bioenergía para la producción de electricidad sea completamente compatible; ya que las plantas de bioenergía constituyen capacidades firmes de potencia eléctrica.

La bioenergía sustentable fomenta la vegetación, ofrecen nuevas oportunidades a la agricultura, permiten un mejor equilibrio entre desarrollo urbano y desarrollo rural y propicia un mejor manejo de los espacios, de los bosques, de las reservas naturales, de los asentamientos humanos y de las actividades productivas.

---

<sup>4</sup> Bioenergía, Ideas CONCYTEG, 2009, consultado el 3 de febrero de 2011.

Permite también la eliminación de los desechos orgánicos rurales y urbanos por lo que contribuye a la higiene y al desarrollo de materiales y sustancias de origen orgánico para la industria de la construcción y del papel; desde el punto de vista social y económico la bioenergía tiene un potencial amplio para el desarrollo de pequeñas y medianas empresas.

#### *Categorías de material orgánico para la producción energética*

Reconociendo el enorme potencial y las ventajas que representa la bioenergía, es claro que ella por sí sola no puede desplazar el patrón actual de producción de energía basado fundamentalmente en las energías fósiles y nucleares; ella puede sin embargo, contribuir a desplazarlo junto con la amplia variedad de energías renovables.

No obstante el múltiple origen orgánico de la bioenergía, producto de una gran variedad de procedencias, de manera genérica se pueden distinguir dos categorías de producción de material orgánico para la producción energética:

Residuos orgánicos, naturales y de origen antropogénico, que sin otra utilización, liberan su energía en el proceso de su descomposición y dan como resultado CO<sub>2</sub> y metano; los residuos orgánicos naturales son todos aquellos residuos orgánicos que se generan de manera natural anualmente en los bosques; estos residuos, que son enormes, son factibles de usarse para fines energéticos pero su aprovechamiento exige que se realice en el marco de un manejo sustentable de bosques, que guarde los equilibrios de los nutrientes de los suelos y de los ecosistemas a fin de preservar la existencia de los bosques<sup>5</sup>.

Los residuos de origen antropogénico, son los residuos orgánicos que se generan en el sistema económico y en la sociedad en general, estos residuos se generan en grandes cantidades y están constituidos por los desperdicios provenientes del estiércol de animales y humanos, desechos agrícolas, rastros municipales, basura orgánica, lodos depuradoras, paja, bagazos de caña y agave, cascarilla de trigo y arroz, rastrojo de maíz, virutas, desechos de madera y papel entre otros.

#### *Bioenergéticos de primera generación*

Los biocarburantes de primera generación, como el llamado bioetanol (etanol carburante o etanol anhidro) y el biodiesel basan su producción en granos y semillas, respectivamente, que son con frecuencia materias primas usadas como alimentos de consumo humano o animal; los de segunda generación a partir de biomasa o lignocelulosa, los de tercera a partir de una captura y almacenamiento directo de bióxido de carbono y energía solar; los procesos de conversión de la primera generación han sido probados a escala comercial y por tanto se dice que son tecnologías maduras.

#### *Bioenergéticos de segunda generación*

La biomasa o lignocelulosa, principalmente aquella contenida en los desechos de bosques y en los residuos agroindustriales parecen ser una buena alternativa para la producción de etanol, ya que estos son relativamente baratos, abundantes y en ocasiones presentan un problema de disposición, pero sobre todo no compiten con la cadena de producción de alimentos, la lignocelulosa es un polímero natural que representa el 50% de la biomasa en el planeta y se encuentra en residuos agrícolas (bagazo de caña, rastrojo de maíz, residuos de soya, paja de

---

<sup>5</sup> Bioenergía, CONCYTEG, 2009, consultado el 17 de febrero de 2010.

trigo, olotes de maíz, entre otros), en desperdicios industriales (papel, viruta, aserrín, etc.), en desechos forestales y municipales, así como en muchos pastos de crecimiento rápido.

### *Bioenergéticos de tercera generación*

Es muy probable que las microalgas hayan jugado un papel muy importante en el desarrollo de materia orgánica que dio origen al petróleo; estas pueden crecer en aguas salobres, dulces y de desecho con alta calidad de materia orgánica; además las microalgas presentan propiedades muy variadas y existen algunas que acumulan una alta cantidad de carbohidratos, otras acumulan proteínas, algunas aceites y otras hasta compuestos lineales como los alcanos y los alquenos o aromáticos que pueden ser usadas para obtener materias primas para la manufactura de etanol o butanol, alimento para ganado, biodiesel y hasta los denominados bioturbosina y biopetróleo<sup>6</sup>.

### *Potencial energético del estiércol ganadero en México*

En México existen diversas regiones donde la actividad económica preponderante es la crianza y aprovechamiento integral del ganado vacuno y porcino, principalmente.

A la fecha, existen proyectos que han desarrollado alternativas para un manejo adecuado de estos desperdicios, de tal manera que se aproveche su contenido energético como fuente de generación de metano, esto considerando y tomando en cuenta estudios realizados en otros países, cada cabeza de ganado vacuno genera 10 kg., al día aproximadamente de excreta con un alto contenido de biomasa, y si en México se cuenta, con una población estimada de más de 3.5 millones de cabezas de ganado vacuno (cárnico y lechero), sin considerar a la población del ganado porcino, esto significa que anualmente se generan poco menos de 13 millones de toneladas de estiércol ganadero sin ningún aprovechamiento energético, razón por la cual se considera que esto representa un área de oportunidad que podría reeditar muchos beneficios en términos de generación de energía y con impactos favorables al ambiente<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> www.conuee.gob.mx, 2010, consultado el 3 de marzo de 2011.

<sup>7</sup> www.conuee.gob.mx, 2010, consultado el 3 de marzo de 2011.

## **Conclusiones**

En este capítulo se estudio y planteó los requerimientos y necesidades energéticas de la instalación propuesta para que el hotel ofrezca los servicios con calidad y eficiencia desde el punto de vista energético, para lograr lo anterior se realizó la caracterización de la demanda, consumo térmico y eléctrico para las diferentes instalaciones y servicios que ofrecerá el hotel

Para determinar las demandas se realizaron los cálculos para el consumo eléctrico y térmico en base a los equipos y los servicios que ofrecerá el hotel determinando las necesidades y especificaciones de los procesos a desarrollar, siguiendo los lineamientos de las prácticas usuales de ingeniería, para el cálculo de las cargas eléctricas en las diferentes áreas y servicios, así como referente a los consumos térmicos debido a los consumos de agua caliente y vapor; encontrando que dichas cargas son de 125 KW y por la parte térmica se determina una capacidad del sistema térmico de 111 c.c.

Con ayuda del programa Thermoflow se simularon las diferentes opciones que se tiene para saber cuál de las diferentes alternativas para la generación térmica y eléctrica es más viable, en estas simulaciones se plantearon diferentes combustibles y verificando los resultados obtenidos el combustible con más posibilidades de utilizar fue la biomasa, por lo que fue necesario obtener información de lo que se cultiva cerca de la zona de construcción, en específico en los alrededores del municipio de Tequisquiapan.