



UNICACH / Ingeniería Ambiental

# NAS-JOME

Año 4 / Número 8 / 2010

tierra nueva

**La geofísica y los sitios de disposición final de residuos sólidos no peligrosos**

**Técnicas para el monitoreo atmosférico**

**Sistemas de Construcción Sostenibles.  
Concepciones teórico-históricas**



NAS-JOME

tierra nueva

NAS-JOME

NAS-JOME



ACTIVIDAD de Ingeniería del ABC del ABC

EL BIENESTAR como fuente de inteligencia

LIXIVIADOS que bien y joven se clasifican

en el mundo del ASESORAMIENTO DE INGENIERÍA

FUENTES SISMOGENICAS del Estado de CHIAPAS

energías RENOVABLES

Manifiesto de Impugnación

Manejo de Invidiados en relación con el

NAS-JOME

tierra nueva

NAS-JOME

NAS-JOME



ACTIVIDAD de Ingeniería del ABC del ABC

EL BIENESTAR como fuente de inteligencia

LIXIVIADOS que bien y joven se clasifican

en el mundo del ASESORAMIENTO DE INGENIERÍA

FUENTES SISMOGENICAS del Estado de CHIAPAS

energías RENOVABLES

Modelo Matemático

Manejo de Invidiados en relación con el

NAS-JOME

tierra nueva

NAS-JOME

NAS-JOME



ACTIVIDAD de Ingeniería del ABC del ABC

EL BIENESTAR como fuente de inteligencia

LIXIVIADOS que bien y joven se clasifican

en el mundo del ASESORAMIENTO DE INGENIERÍA

FUENTES SISMOGENICAS del Estado de CHIAPAS

energías RENOVABLES

Modelo Matemático

Manejo de Invidiados en relación con el

NAS-JOME

tierra nueva

NAS-JOME

NAS-JOME



ACTIVIDAD de Ingeniería del ABC del ABC

EL BIENESTAR como fuente de inteligencia

LIXIVIADOS que bien y joven se clasifican

en el mundo del ASESORAMIENTO DE INGENIERÍA

FUENTES SISMOGENICAS del Estado de CHIAPAS

energías RENOVABLES

Modelo Matemático

Manejo de Invidiados en relación con el

# Eventos 1er semestre de 2011

7a Semana de Ingeniería Ambiental

9o Ciclo de Seminarios

10a Expo-Ambiental

NAS-JOME

tierra nueva

NAS-JOME

NAS-JOME



ACTIVIDAD de Ingeniería del ABC del ABC

EL BIENESTAR como fuente de inteligencia

LIXIVIADOS que bien y joven se clasifican

en el mundo del ASESORAMIENTO DE INGENIERÍA

FUENTES SISMOGENICAS del Estado de CHIAPAS

energías RENOVABLES

Modelo Matemático

Manejo de Invidiados en relación con el

# SUMARIO



La geofísica y los sitios de disposición final de residuos sólidos no peligrosos

3

Técnicas para el monitoreo atmosférico

6

Sistemas de Construcción Sostenibles.  
Concepciones teórico-históricas

15

Antecedentes de Techos verdes

20

Visita a la central eólica la venta

22

Revista de divulgación del Cuerpo Académico  
Estudios Ambientales y Riesgos naturales  
Coordinador de Ingeniería Ambiental  
E. I. A. Pedro Vera Toledo  
Comite Editorial

c. Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar - Dr. Carlos Manuel García Lara  
Edición

Ing. Magaly González Hilerio

Impreso en la Escuela de Ingeniería Ambiental, Edificio 10,  
Ciudad Universitaria, Libramiento Norte S/N, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.  
ambiental.unicach.edu.mx



# Carta De Los Editores...

*Bienvenidos a una nueva edición de la Gaceta NAS-JOME en su octavo número, en donde se da a conocer un fragmento importante del trabajo desarrollado por docentes y alumnos de la Escuela de Ingeniería Ambiental y que forma parte de las actividades que realiza el Cuerpo Académico Estudios Ambientales y Riesgos Naturales.*

*La presente edición ha sido enriquecida con un mayor número de aportaciones y diversas temáticas tales como la geofísica y los sitios de disposición final de residuos sólidos no peligrosos, Técnicas para el monitoreo atmosférico, sistemas de construcción sostenible: concepciones teórico-históricas, solo por mencionar algunos de ellos, lo que demuestra una participación mayor y compromiso de la comunidad universitaria hacia el fortalecimiento de la Gaceta.*

*De antemano agradecemos tu entusiasta participación, con una invitación que continúa abierta para que publiques tu investigación.*

*Cualquier comentario o sugerencia estamos para escucharte. Esperamos sea de tu agrado.*



# La geofísica y los sitios de disposición final de residuos sólidos no peligrosos

Pedro Vera Toledo

## Introducción

Para estimar los volúmenes de residuos dispuestos en cualquier sitio existen por lo menos dos maneras conocidas en la ingeniería; la primera: la estimación indirecta, que considera, la generación de los residuos de la población atendida, el conteo de la propia población para que se conozca la generación per-cápita, posteriormente los cálculos y proyecciones del estimado de los residuos que se disponen en el sitio. Al utilizar este método, no se tiene, en muchos casos manera de conocer el error de la estimación, ya que generalmente se desconocen muchos datos entre ellos: el error propio de los estudios derivados de la toma de muestras, pesadas, y manipulación de la información, la cobertura del servicio de limpia pública, el inicio de operaciones del sitio de disposición, los errores de los conteos de población y cantidad de casas-habitación, la estratificación social, etc. lo que sugiere demasiada desviación en los resultados.

La segunda manera, es la utilización de algún método geofísico. En general, la finalidad de la prospección geofísica es la detección de estructuras a través del análisis de sus propiedades físico

químicas, como son resistividad, densidad y magnetismo entre muchas más; los métodos desarrollados para estudiarlas son igualmente variados, existen métodos eléctricos, gravimétricos, sísmicos, etc.

En la prospección hidrogeológica el método más comúnmente utilizado ha sido el eléctrico, el cual ha probado sus bondades en la prospección de medios estratificados, especialmente horizontales. Este método ha sido ampliamente desarrollado, de tal manera que a partir de la emisión de corrientes eléctricas pueden evaluarse una o varias características de los materiales terrestres a través de distintas formas: Sondeos eléctricos verticales (SEV), Sondeos con polarización inducida (PI), Sondeos magnetotélúricos (SMT), Sondeos por frecuencia (SF), Sondeos por transitorio electromagnético (TEM), Seudosondeos electromagnéticos aéreos (PSEA), Calicatas electromagnéticas, aéreas y terrestres (CEMA) y Registros geofísicos de pozos (REV). La pretensión del método eléctrico es la valoración de respuesta de los materiales al paso de una corriente eléctrica, misma que puede ser manipulada en el tiempo y ritmo de



frecuencia de la onda.

De esta forma, es posible encontrar arreglos usados dentro del método eléctrico que varían exclusivamente el ritmo de frecuencia (polarización inducida) y otros más, el tiempo del mismo (Sondeos eléctricos verticales, sondeos Wenner, calicatas y dipolos), cuya diferencia dista en la forma del arreglo de los electrodos y por ende, del objetivo del estudio.

Todos los métodos eléctricos funcionan a raíz de la emisión de una corriente eléctrica a través de dos o más electrodos puntiformes y de su recepción a través de otros dos electrodos adyacentes receptores del potencial inducido. Su arreglo es lo que marca la diferencia entre ellos, utilizándose para la prospección de agua subterránea los sondeos eléctricos verticales y los de polarización inducida, para la determinación de cavernas y contaminación las calicatas y los arreglos dipolares, para la prospección de tierras físicas el arreglo Wenner o el Lee, para la prospección minera los sondeos de polarización inducida o de bloques, etc.

De entre los métodos mencionados se encuentra el sondeo eléctrico vertical, el cual ha probado su certidumbre en la prospección de agua subterránea. De entre estos se encuentran los arreglos denominados Schlumberger, Wenner y

Lee, de los cuales el primero, es el que ha sido mayormente utilizado. El método parte del principio de que el agua es por naturaleza conductora de la electricidad cuando tiene en solución sales, por lo que la humedad contenida en los materiales alterará la respuesta al paso de una corriente eléctrica. Por supuesto, la conductividad y por ende, la resistencia de los materiales al paso de la corriente no solo dependerá de la humedad existente, sino de la compacidad, cementación, mineralogía, granulometría y fracturamiento que presenten estos. Por ello es de vital importancia la correlación hidrogeológica de los resultados, para con ello definir con una mayor certidumbre a los mismos.

Puesto que el objetivo de las pruebas geofísicas para el caso, es estimar los espesores de residuos dispuestos en cualquier sitio y el basamento litológico de estos, señalando que cuando se sospeche de espesores mayores a 25 m se justifica el uso de método de sondeo eléctrico, para estos casos en su modalidad Schlumberger.

Para espesores menores y conjuntamente con el objetivo de detectar la presencia masiva de lixiviados, el método recomendado es el de imágenes: el dipolar polo-dipolo.

Los métodos de imágenes como el dipolar polo- dipolo, dan muy buenos resultados para obtener rastreos horizontales, sin

embargo, son menos precisos que los métodos de sondeos eléctricos cuando se desea precisar espesores de materiales.

Una vez elegido el método a utilizar, se debe contar con un plano topográfico que desde luego incluya la superficie de disposición del sitio de estudio (determinación del área impactada), para realizar el arreglo y el número de sondeos a efectuar. Posteriormente se procesa la información, por una parte se posee la topografía y la superficie y por otra los espesores de las capa de residuos dispuestos, es decir se cuenta con tres dimensiones, lo que es posible ubicar con cualquier método de integración o directamente, obteniendo de forma directa el volumen de residuos dispuestos, lo que disminuye drásticamente la posibilidad de desviaciones por mediciones.

### **Conclusiones**

La geofísica, con una gama de métodos nos proporciona y forma parte de una serie de herramientas que son de gran utilidad para los ingenieros ambientales, en este caso en particular para llevar cabo mediciones, que de otra forma necesariamente deben realizarse de manera indirecta y que pueden llegar a representar mucha dispersión en los resultados.

### **Bibliografía**

□ Estudio de prospección geofísica y perforación de cuatro pozos de monitoreo en los sitios de disposición final de residuos sólidos Tuxtla Gutiérrez y San Cristóbal de las casas, Chiapas, Noviembre 2006.

□ □Nájera Hugo, Vera P. Diagnóstico Ambiental del Sitio de Disposición Final de residuos Sólidos de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez clave: CHIS-2005-C03-070 financiado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas (COCyTECH) con los fondos FOMIX 2005.

□ □Orellana, Ernesto Prospección Geoeléctrica en corriente continua, 2a Ed. Paraninfo, Madrid, 1982. España

□ □R.J. Padilla y Sánchez, V. V. González Pacheco y colaboradores, Carta Tectónica de México, Rev. Geofísica Internacional, 1989. Vol. 28, Num. 5

□ □Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. Integrated Solid Waste Management Issues. McGraw-Hill. (1993).

□ □Zohdy, Adel A.R. (1975) Automatic Interpretation of Schlumberger Sounding curves, using modified Dar Zarrouk Functions, U.S. Geol. Survey Bull. 1313-E.



# Técnicas para el monitoreo atmosférico

Albert Guadalupe Orantes Jonapá  
Carlos Manuel García Lara



## Introducción

Hoy en día la contaminación atmosférica es un fenómeno producido fundamentalmente por las actividades humanas, debido a cambios o alteraciones ocurridas en el aire provocados por la presencia de agentes físicos o químicos, provocando, entre otras cosas, problemas de salud en las personas. Las fuentes emisoras, clasificadas por la Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales (SEMARNAT) [2], son definidas como fijas o móviles, para su estudio existen técnicas convencionales y no convencionales [3]. Las primeras son aquellas realizadas principalmente para industrias establecidas (fuentes fijas), siendo la medición directa, la cual consiste en tomar una muestra *In situ* para después ser transportada y analizada en el laboratorio, balance de masa, la cual hace referencia a la cuantificación de emisión por balance de materia y energía y, factores de emisión, la cual es una relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmosfera y la actividad de producción y consumo de energía combustible [10]. Las técnicas no convencionales también llamadas de percepción remota son aquellas que se encargan del estudio de la interacción de la energía con la materia las cuales pueden ser monitoreadas desde

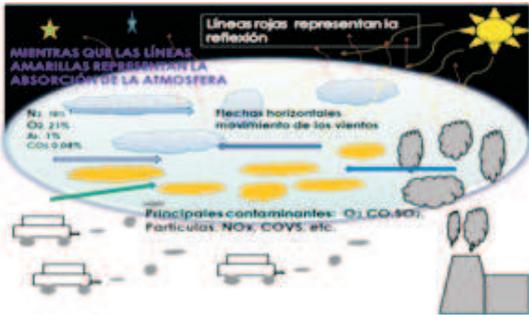
puntos estratégicos en un amplio camino óptico, destacan, la Espectroscopía infrarroja basada en la transformada de Fourier (FTIR), Espectroscopía por absorción de un diodo laser sintonizable (TDLAS), la Espectroscopia de Absorción Óptica Diferencial (DOAS) [5], en configuración pasiva y activa, esta última es utilizada en la región espectral Ultravioleta (UV)-Visible (Vis) e Infrarrojo cercano (IR), apropiada para el estudio de diversos contaminantes como Acido Nitroso (HONO), radicales Hidroxilo (OH), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) [6]. Estas técnicas se basan en el principio de la ley de Beer-Lambert [7].

En la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, se han realizado estudios utilizando el modelo MOBILE 6-México para vehículos automotores, el cual estima los factores de emisión de hidrocarburos totales (HC), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (Nox). Uno de los parámetros básicos para utilizar esta técnica es la cantidad, antigüedad y tipo de vehículos que circulan en el área de estudio [4], basado en un cálculo de aproximación, debido a factores que alteran fácilmente sus resultados como el ingreso de vehículos al área de estudio y vehículos dados de baja. La SEMAVIHN, actualmente realiza el monitoreo y análisis de la calidad del aire, respecto a la emisión producida por fuentes móviles, utilizando el equipo Air pointer [4].



## Contaminación atmosférica

Fenómeno descrito como la alteración de la composición química de la atmosfera, la cual está compuesta principalmente por gases Nitrógeno ( $N_2$ ) al 78%, Oxígeno ( $O_2$ ) al 21%, Argón (Ar) al 1% y Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ) al 0.04%, la figura 1, presenta la dinámica atmosférica de la contaminación

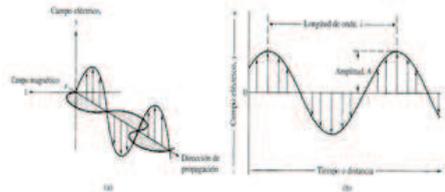


**Figura 1.** Representación de la dinámica atmosférica, composición química y principales contaminantes atmosféricos.

de las diversas emisiones por factores antropogénicas y en menor medida de las naturales, se puede destacar la formación de esmog, el monóxido de carbono ( $CO$ ), Dióxido de azufre ( $SO_2$ ), partículas suspendidas, Ozono ( $O_3$ ), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) y compuestos orgánicos volátiles ( $COV_s$ ) [9], formados por complejas reacciones en la que la luz del sol interactúa de manera atómica con estas, debido a su carácter oxidante tienden a formarse más óxidos y ácidos. Lo anterior a derivado en diversos problemas como la salud humana, con enfermedades pulmonares y cáncer [10], principalmente; cambio climático, destrucción de la capa de ozono, entre otros, lo que ha llevado a realizar

monitoreo y estudios de estos contaminantes atmosféricos.

Las técnicas ópticas o de percepción remota, permiten la observación in situ de contaminantes mediante la trayectoria abierta de la radiación electromagnética. Esta es analizada espectroscópicamente sin la necesidad de llevar la muestra al laboratorio y por consecuencia se logra obtener información en tiempo real de la composición de la atmosfera [11], para tener una mejor comprensión de esta técnica, es necesario el conocimiento de los fenómenos ópticos presentes en la materia, un ejemplo de ello es la radiación electromagnética la cual se representa como un campo eléctrico y magnético, como se presenta en la figura 2.



**Figura 2.** Representación de un haz de radiación monocromática, polarizada en el plano: (a) campo eléctrico y magnético perpendiculares entre sí, respecto a la dirección de propagación, (b) representación bidimensional del vector eléctrico. [8]

Muchos de los fenómenos relacionados con el estudio de la espectroscopia se relacionan con el campo eléctrico.



Los parámetros que se muestran en la figura 2 son longitud de onda ( $\lambda$ ), es la distancia lineal entre dos puntos equivalentes de ondas sucesivas (máximos y mínimos sucesivos), la frecuencia ( $\nu$ ), siendo esta el número de oscilaciones del campo por segundo, la velocidad de propagación ( $v_i$ ), se obtiene multiplicando la frecuencia por ciclos por segundo y la longitud de onda en metro por ciclo obteniendo la ecuación 1.

$$v_i = \nu \lambda \quad (1)$$

La amplitud de una onda sinusoidal es conocida como la longitud del vector eléctrico en el máximo de la onda, a diferencia de otros fenómenos ondulatorios, como el sonido la radiación electromagnético no necesita un medio de apoyo para transportarse y se propaga fácilmente en el vacío. En cualquier medio material la propagación de la radiación disminuye a causa de la interacción del campo electromagnético de la radiación y los electrones enlazantes de la materia. Dado que la frecuencia radiante permanece invariable y viene fijada por la fuente, la longitud de onda debe disminuir cuando la radiación pasa del vacío a otro medio. Si se toma el tiempo como una variable, la onda en la figura 2b puede definirse mediante la ecuación 2 de una onda senoide

$$y = A \sin(\omega t) \quad (2)$$

En la que  $y$ , es el campo eléctrico  $A$ , la

amplitud o valor máximo de  $y$ ,  $t$ , es el tiempo y  $\phi$ , es el Angulo de fase, la velocidad angular se relaciona del vector  $\omega$ , con la frecuencia de la radiación  $\nu$  por medio de la ecuación 3

$$\omega = 2\pi \nu \quad (3)$$

Substituyendo esta relación con la ecuación 2 resulta:

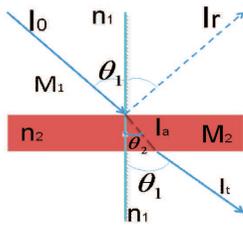
$$y = A \sin(2\pi \nu t) \quad (4)$$

Otro fenómeno de interés es la transmisión la cual está definida por la ecuación (5). Como el índice de refracción de un medio es una medida de interacción con la radiación:

$$n_i = \frac{c}{v_i} \quad (5)$$

$n_i$ , es el índice de refracción para una frecuencia determinada  $i$ ,  $v_i$ , es la velocidad de la radiación en el medio y  $c$ , es su velocidad en el vacío. Cuando la radiación incide con un ángulo en la interface entre dos medios transparentes que tienen densidades diferentes, se observa un cambio brusco en la dirección de refracción de la luz como una consecuencia de una diferencia de velocidad entre los dos medios como se muestra en la figura 3. La magnitud de la refracción viene dado por la ley de Snell ecuación 6:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad (6)$$



**Figura 3.** Refracción de la luz al pasar de un medio M1 a otro más denso M2 en el que su velocidad es menor.

Si M1 en la figura 3 representa el vacío,  $v_1$  se iguala a  $c$ , y  $n_1$  es la unidad después de reordenar la ecuación 6 se simplifica a

$$(n_2)_{vac} \frac{(\text{sen } \theta_1)_{vac}}{\text{sen } \theta_2} \quad (7)$$

El índice de refracción de la sustancia M2 puede calcularse, a partir de las medidas de  $\theta_1$  en el vacío y de  $\theta_2$ , en la sustancia. Por conveniencia el índice de refracción de referencia es el aire.

Cuando la radiación atraviesa una interface entre medios con diferente índice de refracción, se produce siempre una reflexión. La fracción de radiación reflejada es tanto mayor cuanto mayor sea la diferencia entre los índices de refracción. Para un haz que incide perpendicularmente en una interface, la fracción reflejada viene dada por

$$\frac{I_r}{I_o} = \frac{(n_2 - n_1)^2}{(n_2 + n_1)^2} \quad (8)$$

Donde  $I_o$ , es la intensidad del haz incidente e  $I_r$ , es la intensidad reflejada;  $n_1$  y  $n_2$  son los índices de refracción de los dos medios.

De acuerdo a la teoría cuántica, los átomos, las moléculas o iones solo tienen un número limitado de niveles de energía discretos; de un modo que para que se produzca la absorción de la radiación, la energía de los fotones debe coincidir exactamente con la diferencia de energía entre el estado fundamental y uno de los estados excitados de las especies absorbentes [8].

Otro fenómeno de interés es la dispersión de la radiación, Rayleigh y Mie, la primera es un fenómeno de esparcimiento, se produce cuando la luz encuentra en su camino partículas extrañas cuyo diámetro es mucho menor que la longitud de onda de la señal, en la segunda las partículas esparcidoras son grandes, de orden mayor que la longitud de onda de la luz.

La relación entre la absorción de la luz por una solución diluida o por un gas y la concentración de la fase absorbente viene dada por la ley de Beer, mientras que la relación entre la absorción de la luz y el campo recorrido por ésta viene dado por la ley de Lambert por lo cual es conveniente considerar ambas leyes conjuntamente, para deducir la ecuación que se busca se postula en primer lugar que: cada cuanto de luz que penetra en la solución tiene igual oportunidad de ser absorbido esto implica que la luz es monocromática, en segundo lugar, se postula que cada molécula de la sustancia que absorbe

tiene igual oportunidad de interceptar y absorber un cuanto de luz cualquiera que sea su situación dentro de la trayectoria del medio y por ello se define que la intensidad de la radiación  $I(\lambda)$ , al propagarse por un medio gaseoso como la atmosfera y sin tomar en cuenta los procesos de dispersión, disminuye exponencialmente con la concentración de los gases que lo componen ( $c_i$ ), con los coeficientes de absorción ( $\sigma_{ij}$ ), así como con la longitud del medio absorbente ( $L$ ) con respecto a la intensidad inicial  $I_0(\lambda)$  se obtiene la ecuación 9 [11]:

$$I(\lambda) = I_0(\lambda) e^{-L \sum c_i \sigma_{ij}} \quad (9)$$

Esta ecuación rige a las técnicas de percepción remota las cuales se comentan a continuación.

### Técnicas de percepción remota

Las principales son FTIR (pasivo y activo), TDLAS y DOAS (pasivo y activo). La primera es una técnica de medición donde el espectro es obtenido mediante la medición de la coherencia temporal de una fuente de radiación, utilizando mediciones en el dominio del tiempo de la radiación electromagnética o cualquier otro tipo de radiación [3]. Puede ser clasificada en FTIR (activa), como se muestra en la figura 4 en trayectoria abierta está basada en la medición de la absorciones en el infrarrojo que las moléculas exhiben, debido a transiciones en su energía vibracional y rotacional.



**Figura 4.** Configuración activa en FTIR. A la izquierda se observa el emisor de luz, en el centro columna de contaminante y a la izquierda el receptor.

FTIR (pasiva) como se muestra en la figura 5 por emisión. Consiste en el análisis de la radiación infrarroja que se emite y absorbe naturalmente por el ambiente. [12]



**Figura 5.** FTIR pasivo usando como fuente de luz al sol.

La técnica del TDLAS está basada en los principios de espectroscopia y técnicas de detección sensibles. Las moléculas de gas absorben fotones del láser a longitudes de onda específicas de la estructura de bandas de energía de las especies bajo investigación, y a longitudes de onda ligeramente diferentes a estas líneas de absorción no existe básicamente ninguna absorción. La técnica DOAS puede ser clasificada en percepción remota activa ver figura 6 que consiste en una fuente de luz la cual pueden ser lámparas incandescentes o de cuarzo ionizado, un receptor o telescopio, fibra óptica y el espectrofotómetro, se usan también interferómetros, difiere con el pasivo en que esta se puede usar siempre en cualquier situación de tiempo, la



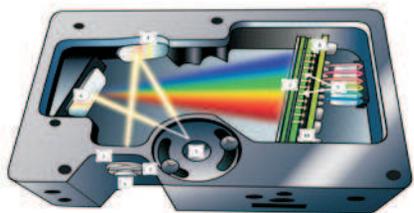
1982 el National Institute of Water & atmospheric Research (NIWA) de Nueva Zelanda establece un instrumento permanente que continúa activo en la actualidad. El principio se basa en el análisis de espectros atmosféricos tomados en los rangos espectrales en donde existen moléculas o radicales con transiciones electrónicas que se traduzcan en absorciones muy variables con la longitud de onda ver figura 8. Para aumentar la absorción observada se suele emplear el procedimiento de medir los crepúsculos recogiendo radiación difusa del cenit. De esta manera se consiguen un aumento en el recorrido óptico del rayo de unas 15 a 25 veces el camino vertical, mejorando sensiblemente la relación señal/ruido a costa de introducir un factor de incertidumbre asociado a la dificultad de reconocer con precisión el recorrido óptico real de los fotones que contribuyen a la formación del flujo de radiación observado por el espectrómetro [14].

Los principales instrumentos que se utilizan para estudios de percepción remota son las fuentes de luz, espectrofotómetro, fibra óptica y los telescopios. Las principales fuentes de luz utilizadas son los láseres que se caracterizan por ser un generador de luz monocromática, ondas de la misma frecuencia y en fase, constituyendo su salida un haz de luz coherente [16], sin embargo también la fuente de luz por excelencia es el sol ya que emite

radiación en todo el espectro electromagnético en algunos de los casos se suele utilizar la luz de la luna y las estrellas [17]. El espectrofotómetro ver figura 9 es un instrumento que proporciona información sobre la intensidad de la radiación en función de la longitud de onda o de la frecuencia del haz en estudio [8], la cual se encuentra integrada principalmente por un conector-(1) esta tiene como función de puerto de entrada con la fibra óptica, algunos componentes tienen integrado una rendija-(2) la cual sirve para regular la cantidad del haz que entra al espectrofotómetro, un filtro-(3) el cual restringe las longitudes de onda que entran en ellas, un espejo colimador -(4) el cual enfoca al haz que entra hacia la rejilla-(5) refracta la luz del espejo colimador y dirige la luz difractada en el espejo de enfoque o centrado-(6), el cual recibe la luz reflejada desde la reja y centra espectros de primer orden en el plano del detector colección de lentes-(7) el cual aumenta la eficiencia en la recolección de luz, detector UV-Vis-(8) esta recoge la luz refractada de los espejos la cual la recoge de manera analógica y la convierte a digital OFLV filtros-(9) orden de longitud de paso variable para bloquear la luz incoherente o ruido y el UV4 detector de actualización-(10), sustitución o implementación de materiales como el cuarzo el cual incrementa eficiencia de resolución del espectro [18], la fibra óptica es un instrumento por el cual se transmite información con mucha mejor facilidad de forma analógica y después es descifrada digitalmente, se obtienen una mejor información en este caso sobre la luz [8].



El telescopio consta de una lente llamado objetivo que forma una imagen real de un objeto lejano, y de otra lente llamada ocular que examina esta imagen real del mismo modo que una lupa. Como el objeto está muy alejado del telescopio podemos suponer que todos los rayos que llegan a él provenientes de un punto sobre el objeto son paralelos entre sí formando por lo tanto la imagen real sobre el plano focal del objetivo [19].



**Figura 9.** Imagen de la composición interna del espectrofotómetro

#### Conclusión.

Las técnicas para la medición de contaminantes atmosféricos han ido evolucionando, desde las convencionales hasta las de percepción remota. En las primeras se obtiene la muestra in situ (invasivo) con cierta aproximación en la medición ya que puede ser alterada al momento de ser llevado al laboratorio (destrutivo), el análisis de las muestras es lento, requiere de reactivos los cuales si no son tratados adecuadamente pueden ser altamente perjudicial, en cambio en la segunda se analiza un amplio

camino óptico desde un punto estratégico (no invasivo), la cual no altera los resultados (es no destructivo), la obtención de resultados se hace al instante (rápido), no utiliza reactivos que pueden llegar a ser tóxicos (amigo de la naturaleza), es por ello que esta técnica es altamente eficiente y debido principalmente a la falta de conocimiento del aporte que esta hace al estudio de la atmosfera no se logra como medida de implementación para la detección de contaminantes en el país y no solo eso sino que se investigue aun más en el campo desarrollando nuevos dispositivos más eficientes y económicos.

#### Bibliografía

- 1.- Jiménez Pizarro Rodrigo Development and Application of UV-Visible and Mid-IR Differential absorption Spectroscopy Techniques for Pollutant Trace Gas Monitoring, ingénieur chimiste diplômé Universidad del Valle, Colombie 2004
- 2.- [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)
- 3.-Cuerpo Académico, Estudios ambientales y riesgos naturales aportaciones al sur sureste de México colección Jaguar UNICACH 1ª edición 2009 p. 197-273.
- 4.- Inventario de emisiones a la atmosfera de la región centro del estado de Chiapas SEMAVI 2007 p.A3.1-A3.4
- 5.- Grutter Michel. Percepción remota de contaminantes mediante espectroscopía FTIR en Contaminación Atmosférica IV. El Colegio Nacional p. 131-144. (2003).
- 6.- Platt U. · Stutz J. (2008) Differential Optical Absorption Spectroscopy

Principles and Applications Springer-Verlag Berlin Heidelberg p.429-435.

7.-Colin Baird, (2001), Química Ambiental, ed Reverte, 2ª. Ed, #p 4-607

8.- Skoog. Holler. Nieman,( 2001) Principios de Análisis Instrumental, 5ª. Edición, p. 122-407.

9.- Thomas G. Spiro, Willian M. Stigliani (2004), Química medioambiental, Pearson prentice Hall. Pg 219-243.

10.- Protocolo para el control y vigilancia de las emisiones atmosféricas Generadas por fuentes fijas, reglamentaciones de la US-EPA, la Unión Europea (UE) y Japón. La US-EPA 1970, 1990.

11.- Grutter Michel y Roberto. Técnicas ópticas de percepción remota para la caracterización de gases atmosféricos, en: Contaminación Atmosférica V. El Colegio Nacional. (2006). ISBN 970-640-303-5. p. 91-117

12.- Brohede S. (2002). DOAS Differential Optical Absorption Spectroscopy- Department of Radio and Space Science, University of Chalmers. Suecia.

13.- PLAtt U., y D. PERNER (1979). Detection of nitrous acid in the atmosphere by differential optical absorption, Geophys. p. 917.

14.- Manuel Gil, Margarita Yela, Santiago Rodriguez y Olga Puentedura (1996), Contribución de la espectroscopia de absorción diferencial al estudio de la estratosfera terrestre. Física de la tierra, Num,9, p127-133.

15.- Santiago Rafael Arellano Arellano (2005), estudio e implementación de un sistema de medición remota continúa de flujo de gas SO2 de origen volcánico, basado en óptica diferencial de absorción. P 100-102.

16.- Rubio Martínez Baltasar,( 1994) Introducción a la ingeniería de la fibra óptica. Ra-ma. P 23-59.

17.- Svanberg S. (2001). Atomic and Molecular Spectroscopy, Basic Aspects And Practical Applications. Springer-Verlag. Berlin 95-105.

18.- USB4000 Fiber Optic Spectrometer Installation and Operation Manual (2001-2006) p. 21-23

19.- Malacara Daniel (1989) Óptica Básica, cFe SEP, 1ª. Edición, p23-762.



# Sistemas de Construcción Sostenibles.

## Concepciones teórico-históricas

Doribel Roblero Hernández, Raúl González Herrera

En el siglo actual, el uso de la tecnología para resolver problemas ambientales aumenta, pero se aplica de diferentes maneras. Hay indicios de que el papel de la tecnología está cambiando en dos áreas importantes: el desarrollo sostenido, que se ocupa principalmente de problemas mundiales, y la tecnología preventiva, proyectada para reducir los efectos de los procesos, operaciones y productos en el ambiente.

Un desarrollo "sostenible" requiere que:

- No consumamos más recursos de los que el planeta puede proveer y que no produzcamos más residuos de los que puede asimilar.
- Vivamos de manera tal que la siguiente generación no esté peor que nosotros.
- No consumamos recursos a expensas de la supervivencia básica y la calidad de vida de otros.

Una definición de sostenibilidad debe incluir:

- Planificación y administración del presente y el futuro.
- Eficiencia y responsabilidad, con conciencia de la capacidad de la Tierra y el costo total de la acción e inacción.
- Objetivos vibrantes, progresivos, duraderos y alcanzables.
- Sistemas que sean justos, igualitarios, transparentes y participativos.
- Palabras adicionales para incorporar:

sinérgico, integrador, visión, riesgo, calidad, dinámico, integridad, largo plazo, equilibrio, estratégico.

Las principales características que debe reunir un desarrollo para que lo podamos considerar sostenible son las siguientes:

- Mantenimiento o mejora del sistema ambiental por parte de la actividad económica, así como la calidad de vida de todos los ciudadanos.
- Utilización de los recursos eficientemente, y promoción del reciclaje y la reutilización.
- Desarrollo e implantación de tecnologías limpias.
- Restauración de los ecosistemas dañados.
- Promoción de la autosuficiencia regional.

### Definición de los sistemas de Construcción Sostenibles

La construcción de vivienda sin duda alguna es una actividad que está muy ligada a la necesidad de los seres humanos, ya que es y seguirá siendo una de las posesiones más apreciadas por el hombre. Desde la década de los 60 hasta la actualidad los costos de la construcción han aumentado considerablemente, una de las razones es el aumento de la demanda y la escasez de la mano de obra especializada. De esta



preocupación, surge la intención de búsqueda de sistemas constructivos, que sean sostenibles.

Partiendo de diversos autores, se recogen a continuación algunas definiciones del término "Construcción Sostenible", que asumidas globalmente nos aportan una buena comprensión de la idea que comportan.

La Construcción Sostenible, que debería ser la construcción del futuro, se puede definir como aquella que, con especial respeto y compromiso con el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de la energía. Cabe destacar la importancia del estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de los edificios, así como una especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de los edificios (Casado, 1996).

La Construcción Sostenible se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales causados por los procesos de construcción, uso y derribo de los edificios y por el ambiente urbanizado (Lanting, 1996).

El término de Construcción Sostenible abarca, no sólo los edificios propiamente dichos, sino que también debe tener en cuenta su entorno y la manera cómo se comportan para formar las ciudades. El desarrollo urbano sostenible deberá

tener la intención de crear un entorno urbano que no atente contra el medio ambiente, con recursos, no sólo en cuanto a las formas y la eficiencia energética, sino también en su función, como un lugar para vivir (WWF, 1993).

La Construcción Sostenible deberá entenderse como el desarrollo de la Construcción tradicional pero con una responsabilidad considerable con el Medio Ambiente por todas las partes y participantes. Lo que implica un interés creciente en todas las etapas de la construcción, considerando las diferentes alternativas en el proceso de construcción, en favor de la minimización del agotamiento de los recursos, previniendo la degradación ambiental o los prejuicios, y proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno (Kibert, 1994). Las bases para conseguir sistemas de construcción sostenibles, pueden resumirse en cinco principios:

- Estandarización e industrialización, para mejorar la calidad y optimizar los gastos de material.
- Sistemas de montaje en seco, para facilitar su reutilización, así como disminuir los residuos y costes del montaje.
- Elementos de fácil transportabilidad y poco mantenimiento.
- Instalaciones registrables para fácil mantenimiento y recuperación de material.
- Utilización de materiales de fácil reciclaje, poco contaminantes y con un

consumo energético mínimo en su producción.

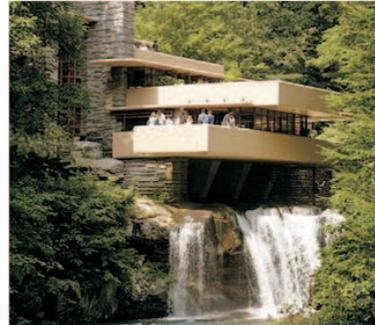
Un sistema de construcción sostenible es aquel conjunto de técnicas para crear formas y combinaciones para armar estructuras que con especial respeto con el medio ambiente, se dirige a la minimización de el consumo de energía y a la reducción de los impactos ambientales, pues no atenta contra los recursos naturales, ya que implica una responsabilidad con el medio ambiente y considera las diferentes alternativas en todas las etapas de construcción.

### Como comenzaron dichos sistemas

Analizando las viviendas características de distintas regiones de la tierra podemos observar, en la mayoría de los casos, que son fruto de una evolución constructiva para adaptarse al medio de forma eficiente como lo han hecho los seres vivos ante la necesidad de sobrevivir minimizando sus requerimientos energéticos y de recursos. Esto es posible gracias a la mejora de su eficiencia para utilizar la energía, conservar o disipar la temperatura mediante adaptaciones evolutivas en su morfología para acoplarse a las condiciones climáticas, etc. Esta evolución en el diseño constructivo ha dado paso a edificaciones adaptadas a las necesidades humanas y ambientales.

Los primeros indicios de construcción

sostenible comenzaron con la arquitectura ecológica, que surgieron a partir de las construcciones creadas por Frank Lloyd Wright, alrededor de 1936 (véase figura 1). Las cuales, en algún momento fueron descritas como: “espacios orgánicos y organismos vivos”; su filosofía fue: “la arquitectura debe ser orgánica ó ser fusionada al paisaje, respetando las fuerzas de la naturaleza”.



**Figura 1.** La casa de la cascada, la obra magna de Frank Lloyd Wright. Fotografía tomada de [http://www.usatoday.com/travel/destinations/2007-09-27-new-wright-home\\_N.htm](http://www.usatoday.com/travel/destinations/2007-09-27-new-wright-home_N.htm)

Lloyd enfatizó la importancia de la integridad; donde una casa, debería ser integrada al entorno natural en donde se deseará construir, integrarla a los materiales de su alrededor e integrarla al modo de vida del usuario.

Paolo Soleri, en 1960; fue uno de los visionarios contemporáneos que innovaron, introduciendo el concepto “arcológica”, como se muestra en la figura 2; que se refiere a ecología sagrada aunada a la arquitectura, funcionando como un proceso integral para producir nuevos hábitats urbanos. Un prototipo de

"arcología", en donde viven cerca de cinco mil ciudadanos, es "la ciudad de Arcosanti" (Phoenix, Arizona), lugar en donde se combinan estructuras urbanas compactas con viviendas ecológicas solares a gran escala, y en sus alrededores, existen cuatro mil acres que deben ser preservados.

Uno de los objetivos del movimiento ecológico, es luchar para salvar el mundo natural de las consecuencias de la civilización química e industrial; debemos estar alerta y persuadir a una gran cantidad de gente de diversas culturas de que la herencia que la naturaleza nos brinda se encuentra en grave peligro; por ende, es necesaria una intervención emergente a nivel mundial. Las cuestiones como el desarrollo local apropiado para las técnicas de construcción y sistemas de energía basados en la explotación de recursos naturales, tales como: viento, agua, biomasa, y diseños solares para el desarrollo mundial; se convirtieron ellos "medios" del movimiento ecológico para mejorar la calidad de vida del planeta. Uno de los principales proyectos experimentales y ambiciosos del movimiento ecológico es "Biósfera II" (1990, desierto de Arizona); proyecto en donde los sistemas internos para reciclaje de: agua, aire y nutrientes para mantener la vida de 3,800 especies de plantas, animales y ocho seres humanos (investigadores), permanecen aislados dentro del mismo, para constatar la efectividad de su funcionamiento.

El concepto "baubiologie" o "arquitectura biológica"; desarrollado por David Pearson; es un acercamiento diferente a la esencia de la arquitectura;

se caracteriza por la relación que existe entre el ser humano y ésta; posicionándola como un organismo con vida, donde la arquitectura es nuestra segunda piel y nos proporciona funciones esenciales para vivir, tales como: protección, permisibilidad de iluminación solar, absorción, regulación, comunicación, etc.



**Figura 2.** Conceptualización de la ciudad ecológica por Paolo Soleri, en 1960. Fotografía tomada de: <http://dprbcn.wordpress.com/2009/10/29/a-rcosanti-and-macro-cosanti-paolo-soleri/>

El objetivo de "baubiologie", es el diseño de construcciones que reflejen nuestras necesidades biológicas y espirituales, para así propiciar una interacción armónica entre el ser humano y el medio ambiente.

### **Técnicas y productos alternativos en la construcción**

Un sistema de construcción sostenible, respetuoso con el entorno debe considerar cinco factores: el ecosistema sobre el que se asienta, los sistemas energéticos que fomenten el ahorro, los materiales de construcción, el reciclaje, la reutilización del residuo y la movilidad. Algunos enfoques de construcción usan menos productos vírgenes y hacen uso más eficiente de recursos

naturales. Por ejemplo, tecnologías que usan fardos de paja y tierra apisonada como componentes de la construcción. La vivienda manufacturada es una alternativa menos cara a casas a medida construidas en sitio. Hay también una cantidad de materiales que incluyen contenido de productos reciclados, los que pueden ser más económicos que productos convencionales y a la vez ayudan a reducir la cantidad de desechos depositados en sitios de disposición final. No es necesario ser un gran constructor para construir una vivienda sostenible, basta con tener ciertas habilidades y pedir ayuda a ciertas asociaciones que impulsan el desarrollo de estas viviendas. Estas casas están hechas a base de materiales naturales como lo son: la madera, la paja, el adobe y el bambú, por mencionar algunos, los cuales reducen el impacto ambiental y económico de la construcción de viviendas convencionales a base de ladrillos y cemento.

Las principales ventajas de construir con madera son: bajo costo, requiere poca energía y herramientas sencillas para su producción, además de tener una estructura basada en un material natural pero que es más resistente que el acero y el concreto. En su interior podemos observar ambientes más saludables y confortables puesto que la madera absorbe y expulsa la humedad. Para muchos la construcción con materiales naturales significa volver al pasado pero para otros no es más que una construcción sostenible. Desde tiempos antiguos, las viviendas

comenzaron a construirse con adobe y paja. Incluso en pleno siglo XXI, algunos países siguen empleando estos materiales en la construcción de casas habitación. En el Reino Unido se estiman que hay unas 100,000 casas de barro y paja.

Otro material cada vez más de moda, ideal para construir un hogar natural, es el bambú, el cual además puede contribuir en la lucha contra el cambio climático, ya que puede absorber dióxido de carbono. Su crecimiento en plantaciones es rápido (4 años), y sus características son perfectas: duradero, flexible, fuerte y ligero. El uso en varios países orientales lo ha convertido en uno de los materiales de construcción más empleados del mundo. Sin duda alguna el uso de productos alternativos en la construcción es una opción más, en la búsqueda por dar solución al problema de vivienda, donde se requiere pensar en el beneficio de nuestro medio ambiente dando soluciones prácticas.

En la siguiente parte de este trabajo se presentará la visión, las prácticas y conceptos de construcciones sostenibles en México.

### **Referencias consultadas**

CASADO MARTÍNEZ, N (1996): Edificios de Alta Calidad Ambiental, Ibérica, Alta Tecnología, ISSN0211-0776.

LANTING, ROEL (1996): Sustainable Construction in The Netherlands -A perspective to the year 2010. Working paper for CIB W82 Future Studies in Construction. TNO Bouw Publication number 96-BKR-P007.

KIBERT, CHARLES et al.(1994): CIB-TG16, First International Conference on Sustainable Construction, Florida.

WWF: (1993): The Built Environment Sector, Pre-Seminar.



# Antecedentes de Techos verdes

Karla del Rosario Ramos Gómez

Al mencionar la palabra tecnología, se nos puede venir a la mente una serie de términos vinculados con el avance y de desarrollo de la ciencia, e incluso hacer referencia a inventos. La tecnología se ha hecho tan presente en la vida cotidiana del hombre, que se ha llegado a un punto en el que se ha vuelto indispensable para su día a día, tal es el caso de los teléfonos celulares, de la computadoras, del internet por mencionar algunos. Las innovaciones tecnológicas parecen incrementar a un ritmo bastante acelerado, sin tomar en cuenta niveles socioeconómicos, raza, color o límites geográficos, transformando los sistemas tradicionales y de cultura.

Sin embargo, también existen otros tipos de tecnologías, que además de ser útiles para el desarrollo y supervivencia humana, se caracterizan por ser amigables con el medio ambiente, tal es el caso de los techos verdes los cuales se caracterizan por tener un jardín en el techo o terraza de su inmueble. "Es un sistema que permite cultivar sobre una losa cualquier tipo de vegetación; desde pasto hasta un árbol. Tener un techo verde en su hogar o lugar de trabajo tiene grandes beneficios medio ambientales, de salud y económicos". (Kenji Ulises López Rivera)

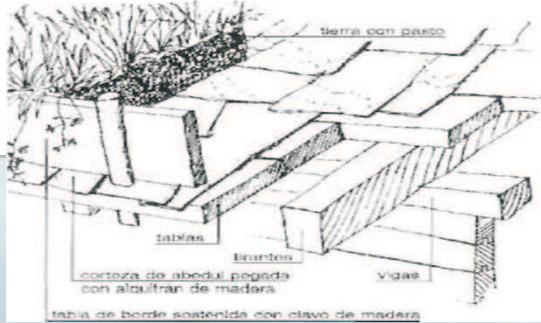
La implementación de techos verdes surge como una necesidad de los habitantes de algunos países de Europa y del Norte de América, donde se alcanzan temperaturas muy bajas, pues les ayudaba a conservar una confortable temperatura ambiente. El proceso de construcción, constaba de 2 o 3 capas de turba, apoyadas sobre ramas cubiertas por gruesos panes de césped, asegurándose el techo contar con la inclinación necesaria para cumplir la función de un impermeabilizante.



**Foto 1.** Casas tradicionales de panes de césped (Islandia)

Hace aproximadamente 100 años, de manera muy similar, USA Y Canadá implementaron este tipo de tecnologías, la cual lo más probable sea que proceda de Europa, y consistía en la construcción de muros de entre 60 y 90 cm de ancho eran de terrones de césped de 10 cm de espesor, que se colocaban trabados con

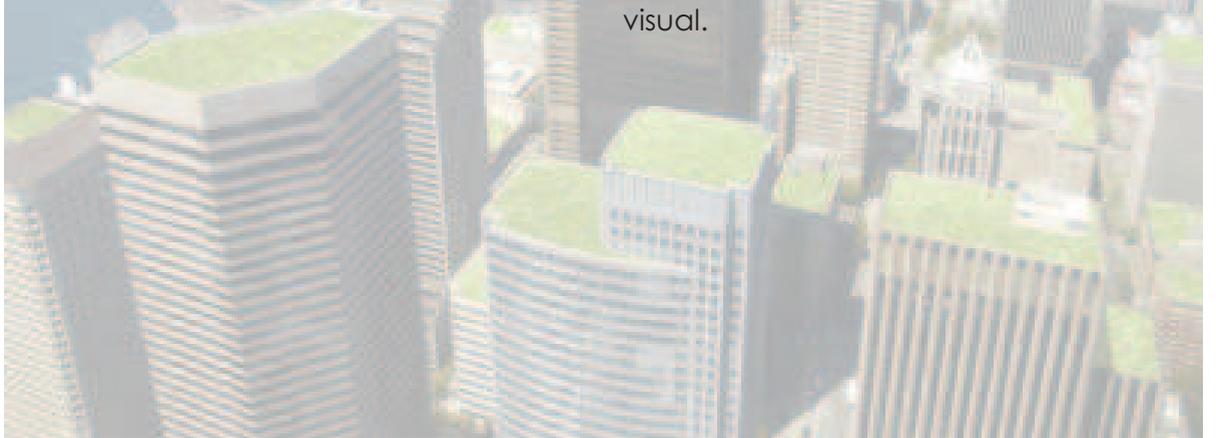
en una pared de piedra y con la capa de césped hacia abajo. La construcción del techo, consistía en tirantearía, estructura de ramas, pasto de praderas y dos capas de terrones de césped.



tradicionalmente era sellada con alquitran para lograr un estrato resistente al pasaje de raíces y agua. Como el alquitran de madera está clasificado como cancerígeno, esta solución no es recomendable. Además, la vida útil del techo es de aproximadamente 20 años.

Con el paso del tiempo, se han ido desarrollando nuevos implementos, con el fin de obtener una mejor eficiencia en esta tecnología, dado que en la actualidad, el cuidado y preservación del medio ambiente se ha convertido en un tema de interés común y que cada día cobra más relevancia en la sociedad, en Estados Unidos por ejemplo, actualmente se desarrollan normas, recomendaciones y leyes que incentiven el uso de tecnologías verdes en los edificios, por ello, actualmente existen empresas dedicadas a la instalación de techos verdes, puesto que además de ser una tecnología amigable con el ambiente, es también un atractivo visual.

El tradicional techo de pasto de Escandinavia tiene una inclinación de entre 30° y 45° y consta de una capa gruesa de unos 20 cm de terrones de césped, colocados sobre varias capas de corteza de abedul. Esta, por su alto contenido de tanino, es relativamente resistente a la descomposición y



# Visita a la central eólica la venta

Rodrigo Moreno Cervera

La visita a la central eólica la Venta tuvo como objetivo conocer el funcionamiento de la misma, ya que en la región es la única en donde se observa la producción de energía con tecnologías alternativas. La fecha de esta visita fue el 30 de abril de 2010.

La Central "La Venta", se localiza en el sitio del mismo nombre, a unos 30 kilómetros al noreste de Juchitán, Oaxaca.

## Introducción

### Descripción del proceso de las centrales eólicas

Este tipo de central convierte la energía del viento en electricidad mediante una aeroturbina que hace girar un generador. Es decir, aprovecha un flujo dinámico de duración cambiante y con desplazamiento horizontal, de donde resulta que la cantidad de energía obtenida es proporcional al cubo de la velocidad del viento.

Los aerogeneradores aprovechan la velocidad de los vientos comprendidos entre 5 y 20 metros por segundo. Con velocidades inferiores a 5 metros por segundo, el aerogenerador no funciona y por encima del límite superior debe pararse, para evitar daños a los equipos.

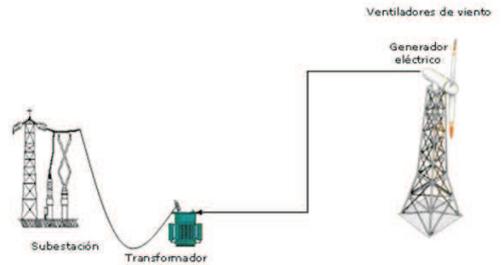


Figura 1. Esquema de una central eólica

## Desarrollo de la energía eólica en México

Además de la geotermia, la única fuente de energía alterna susceptible de desarrollarse en zonas de corrientes de viento a precios competitivos en gran escala, es la energía eólica.

## Central eólica de La Venta, Oaxaca

La central eólica la venta fue la primera planta eólica integrada a la red en América Latina. Con una capacidad instalada de 84.875 megavatios, consta de 105 aerogeneradores, ya que a partir de enero de 2007 entraron en operación comercial 98 nuevas unidades generadoras.

El lugar donde se encuentra ubicada la central eólica es una zona de vientos fuertes, por lo que fue factible la instalación

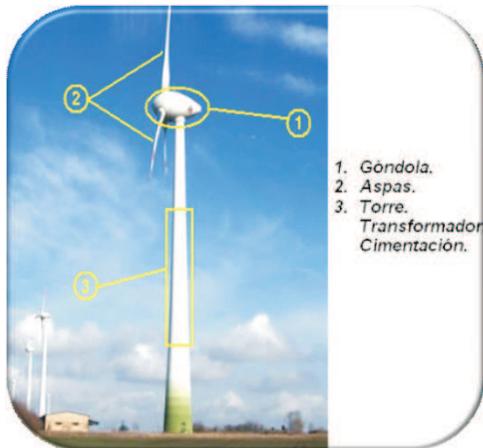
de aerogeneradores. La temporada de vientos bajos se encuentra en los meses de abril a junio y el resto de los meses son de vientos fuertes. Las coordenadas de la central son: N16°34'47.88", W94°48'49.50".



**Figura 2.** Central eólica la venta

A continuación daré una descripción sobre la central eólica basado en los datos recolectados el día de la visita, en una descripción dada por personal de CFE.

Primero hablare de la descripción física del aerogenerador:



**Figura 3.** Partes de un aerogenerador

El aerogenerador cuenta con tres partes esenciales que son la torre, las aspas y la góndola.

El aerogenerador tiene una altura desde el suelo hasta la base de la góndola, de 44 metros, la cual incluye la torre elaborada de acero, y el cuarto de control de la parte inferior.

Las aspas tienen una distancia de 25 metros cada una, elaboradas de fibra de vidrio, contando cada una de ellas con el sistema de pararrayos.

La góndola tiene un largo aproximado de 5 a 6 metros, esta contiene el sistema de engranajes y el motor generador de electricidad, y en la parte exterior cuenta con una veleta, un anemómetro y un pararrayos para evitar daños por descargas eléctricas producidas por los rayos.

Los aerogeneradores son elaborados por la empresa Gamesa de origen español, siendo los aerogeneradores el modelo G52.

### **Especificaciones técnicas**

Los motores de los aerogeneradores se alimentan con un pequeño impulso eléctrico de segundos para generar la excitación magnética y producir energía eléctrica; este impulso eléctrico es tomado de la red, ya que toda la energía producida por los aerogeneradores es conducida a las subestaciones y luego mandada a la red eléctrica.

Los aerogeneradores requieren un rango de velocidad de viento para su funcionamiento que va de 5 m/s (a una velocidad menor el aerogenerador no

funciona) y como un máximo la velocidad de 25 m/s (si el viento pasa esta velocidad el aerogenerador se detiene automáticamente), evitando que las aspas se dañen. Por otra parte, el rango de revoluciones requerido va de 25 a 1900rpm.



La unidad de control de los aerogeneradores (CCU) se encuentra en la base de la torre, esta proporciona la información que permite tener un registro del mismo como velocidad, revoluciones, etc.



En el mismo cuarto de control se encuentra el interruptor de apagado y encendido del aerogenerador con el cual se detiene el funcionamiento manualmente por si se quiere dar mantenimiento. Cada aerogenerador contiene cajas de control del anterior, del mismo y del posterior para desviar la corriente por si se descompone un aerogenerador y evitar que todos los demás se paren ya que están conectados en serie.

Control de aerogenerador anterior



Cada generador produce 850 KW, en la central eólica se cuenta con 6 generadores eólicos piloto que fueron los primeros que se instalaron, y 98 instalados recientemente, haciendo un total de 104 aerogeneradores, que en conjunto hacen una capacidad instalada de 84.65 MW diarios.

Los aerogeneradores son automatizados ya que la góndola se orienta de acuerdo a la dirección del viento, por esta razón es que cuenta con un anemómetro y una veleta para monitorear las características del viento y así poder utilizar sensores que permiten la automatización de la maquina.

Las aspas son lubricadas con grasas y aceites sintéticos vegetales para mantenerlas con un giro aceptable y así evitar resistencia que haría disminuir la eficiencia del aerogenerador, también la punta de cada aspa está pintada para intentar poner una señal para las aves que por ahí transitan y tratar de evitar accidentes.



NOTA: este vaso contiene grasa lubricadora y se encontraba tirado y aplastado en el suelo al pie de un aerogenerador, estas grasas son altos contaminantes, probablemente hay sido un descuido de los empleados de CFE.

## Conclusión

En la visita observe muchas cosas interesantes, una de ellas es que los aerogeneradores son en verdad una buena fuente generadora de energía ya que no abarcan más que el espacio de base, que en realidad no es muy grande, y en lo que resta del espacio se puede seguir realizando las actividades que se realizan en la zona, realmente no causa una gran modificación en el espacio. Otro aspecto importante que se observó es que CFE no es la única empresa que maneja aerogeneradores en la zona, en la parte de enfrente, se observó la presencia de una empresa privada que al parecer tenía más aerogeneradores que CFE y con mayor

eficiencia ya que al parecer producen de 1 a 1.5 Mw, mientras que los de Comisión Federal de Electricidad producen 0.85 Mw. Se nos informó que la empresa privada le paga a comisión federal para conducir la energía eléctrica a sus fábricas ya que CEMEX es un asociado de esta central eólica privada. Nos dimos cuenta de la importancia de la aplicación de una tecnología alternativa para la producción de energía.

## Referencias

CFE (Comisión Federal de Electricidad)  
<http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/publicaciones/genElectricidad/Paginas/GeneraciónEoloelétrica.aspx>





Gaceta Realizada  
por el  
Cuerpo Académico

Estudios Ambientales y Riesgos Naturales



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS

Impreso en la Coordinación de Ingeniería Ambiental  
[ambiental.unicach.edu.mx](http://ambiental.unicach.edu.mx)