

# LA ENERGIA DEL VIENTO COMO RECURSO APROVECHABLE EN MÉXICO

Graciela Pérez Villegas\*

## INTRODUCCIÓN

En los últimos decenios, el uso desmedido de hidrocarburos ha generado problema medioambientales en detrimento de la salud humana. Por tanto se ha dado especial interés a la explotación de fuentes alternativas de energía, tales como la solar, eólica y biomasa.

Estas fuentes naturales de energía representan el recurso más viable para ser aprovechado en las zonas rurales con escasas posibilidades económicas y situada en regiones inaccesibles donde la electrificación representa un serio reto.

Existen algunos estudios enfocados al conocimiento del potencial eólico disponible, realizados principalmente por Sánchez Sesma (1987-88). Sin embargo estas investigaciones adolecen de una zonificación geográfica del recurso.

Por otro lado el Instituto de Investigaciones Eléctricas ha elaborado un amplio programa eoloenergético, con el fin de barrer todo el territorio nacional y detectar las regiones más adecuadas para la explotación eólica.

El programa Atlas Nacional de México del Instituto de Geografía de la UNAM, dentro del tema naturaleza, sección Clima, consideró interesante conocer la dinámica aérea superficial del país. Por tanto surge la idea de elaborar la carta eólica que representará la circulación de los vientos dominantes a través del año. Escala 1:4 000 000.

Por otra parte dada la importancia que revisten los estudios sobre el potencial eoloenergético existente en México, se estimó la potencia eólica y se trazó una carta de isolíneas complementada con gráficas de círculos concéntricos que señalan la velocidad media del viento. Escala 1: 4 000 000.

Con el propósito de zonificar la velocidad promedio y detectar las áreas que por sus características de velocidad sean las más aptas para la explotación del recurso, se elaboró un nuevo mapa con isotacas anuales (líneas que unen puntos de igual velocidad del viento), escala 1: 8 000 000.

En el diseño de las mismas se requirió considerar diversas variables climáticas, que en un momento dado, apoyarán la fundamentación en que se basan. En esta presentación se explica con detalle el procedimiento seguido durante su elaboración así como los resultados obtenidos.

---

\* Instituto de Geografía, UNAM. México.

## PROCEDIMIENTO

Para definir las principales características de la circulación superficial en la República Mexicana, determinar la influencia de las geoformas en la dirección y velocidad del viento y estimar la potencia producida, fue necesario considerar las relaciones que se establecen entre el sistema Tierra-Atmósfera; y seleccionar sólo aquellos tipos de tiempo que reflejan las condiciones de la baja atmósfera.

En la elaboración de las cartas se requirió recopilar información estadística de 80 observatorios, operados por el Servicio Meteorológico Nacional en el periodo 1940-1984. Además se consultó la información contenida en las cartas de las rosas de vientos mensuales y anual de Jáuregui, 1976 y en la de "distribución de la potencia del viento en la República Mexicana" de Sánchez-Sesma. 1988.

La representación de la dinámica atmosférica se hizo mediante el trazo de rosas de los vientos en forma octagonal, cada cara indica por medio de barras el rumbo de donde sopla el viento durante los doce meses del año, y la frecuencia en porcentaje se muestra con diferentes longitudes de las barras. En el centro del círculo se señala el porcentaje de calmas (fig. 1).

La frecuencia en porcentaje es indicadora por un lado, del dominio atmosférico que ejercen las altas subtropicales sobre la circulación superficial, y por el otro, en algunas áreas geográficas específicas, la importante influencia de las rugosidades del terreno ocasiona que los vientos se desvíen de sus trayectorias originales y se transformen en vientos con componentes diferentes.

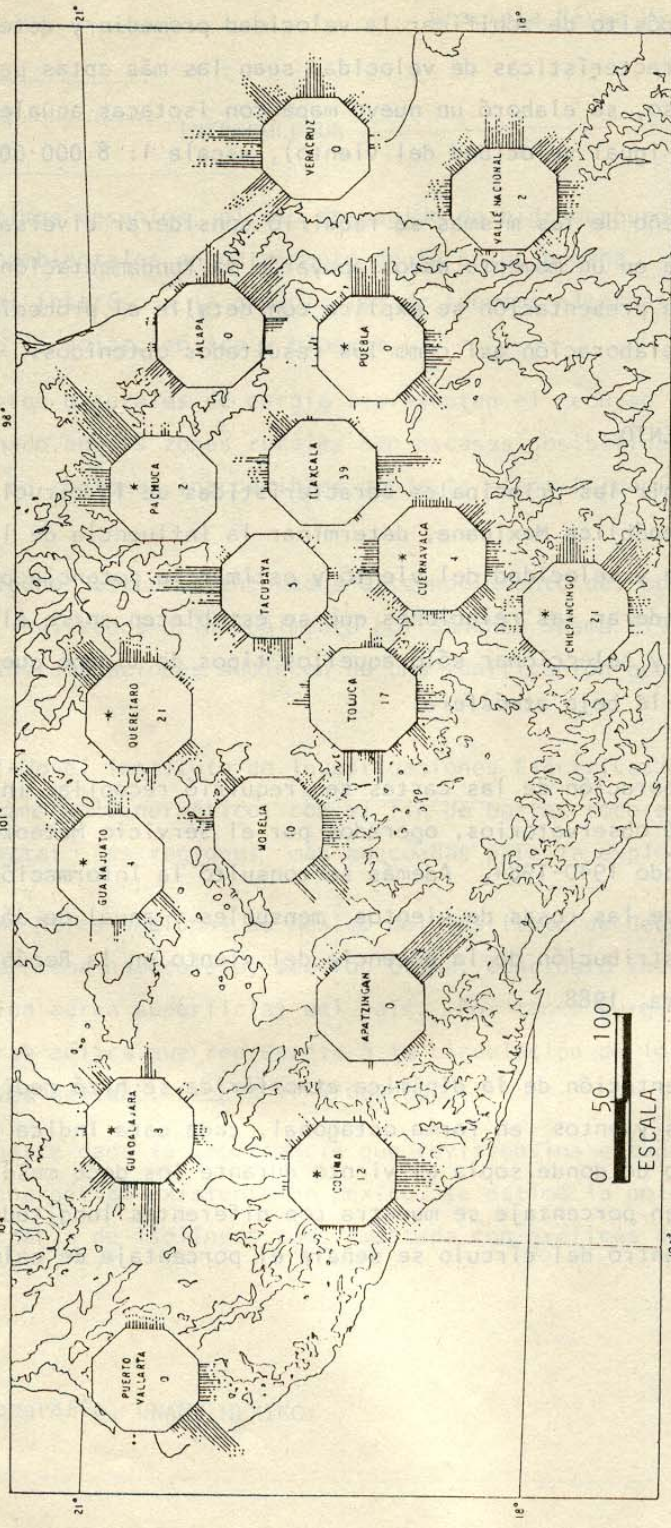
El diseño octagonal de las rosas de vientos, permite mostrar la acción eólica a lo largo del año y determinar los meses en que predomina la influencia de los alisios, vientos del oeste, nortes, etc., así como los tipos de perturbación atmosférica estacional.

Para analizar e interpretar el comportamiento eólico en las condiciones geográficas especiales del país, se presenta una muestra del centro de México (fig 1), con el fin de ejemplificar los vientos dominantes en la región.

En la muestra se puede apreciar que la topografía regional es complicada, está formada por una serie de valles intermontanos de profundidad variable, situados a altitudes entre 1000 y 2600 msnm, lo que da lugar a que se formen sistemas de vientos locales. (A. Miller, 1975).

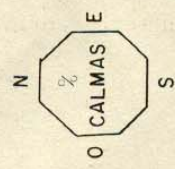
La variación estacional y anual de la intensidad, se muestra en la fig. 2 y corresponde a los mismos sitios de observación considerandos en la fig. 1. en las gráficas se nota el periodo del año en que los vientos alcanzan su máximo, y las regiones en donde se puede disponer del recurso viento todo los meses de año.

FIGURA 1 REGION CENTRAL



Velocidad del viento  
m/s

- 0 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- 6 - 8



Con el fin de llegar a una zonificación de la velocidad media del viento en los niveles bajo, medio y alto, se hizo el mapa de isotacas medias anuales (fig. 3) que muestran la distribución espacial del recurso en el territorio nacional.

Se intenta reproducir la energía cinética del viento con isolíneas de potencia, estimada a partir del cubo de la velocidad y es proporcional a la energía aprovechable producida por el viento (fig. 4).

En un principio, se pretendió calcular la potencia media empleando la función de probabilidad de Weibull  $\text{Watts/m}^2$ . Sin embargo debido a las necesidades del Atlas Nacional de México, se dejó un apartado en otra sección para una carta escala 1:8 000 000, donde se consideran los energéticos potenciales. Por tanto se elaboró la carta de "Áreas Eoloenergéticas uso potencial", en colaboración con el Instituto de Investigaciones Eléctricas, actualmente en proceso.

## RESULTADOS

En la muestra escogida (fig. 1), se puede observar la variación en las direcciones del viento dominante, lo que pone de manifiesto la estrecha relación existente entre la frecuencia de determinada dirección y la presencia y orientación de las geoformas.

Sin embargo, también es innegable que el viento dominante en determinadas regiones, refleja el dominio de la circulación general de la atmósfera sobre la República Mexicana.

Por otra parte se nota que en los valles intermontanos, existen periodos de estabilidad e inestabilidad muy marcados, ya que el porcentaje de calmas es considerable 10 y 39.

Las gráficas de velocidad media (fig. 2), muestran las fluctuaciones del viento en determinada estación del año, de diferentes localidades del centro del país y evidencian la presencia de ciertas perturbaciones atmosféricas, que inducen a una mayor inestabilidad del aire, así como el aumento de la velocidad cuyo elemento causal lo constituye la complicada topografía (collados, corredores o cañones).

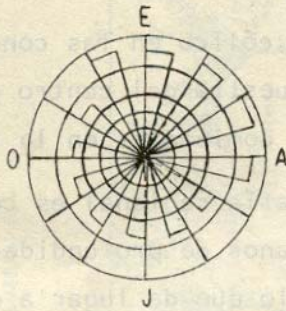
El mapa de energía del viento proporciona la distribución teórica de la potencia media disponible. Las regiones con mayores posibilidades del recurso son el Istmo de Tehuantepec, el noreste del Valle de México (Pachuca), y la región de la Bufo en Zacatecas, además de otras áreas que debido a la escala del mapa y a la falta de datos confiables, no están representadas. El mismo caso tiene en las zonas de media y baja potencia.

# VARIACION ANUAL DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO

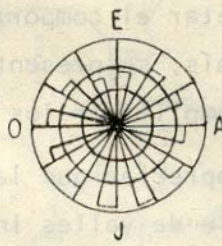
FIG 2

## REGION CENTRO

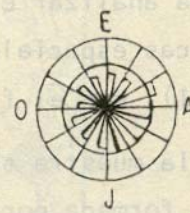
LA BUFA



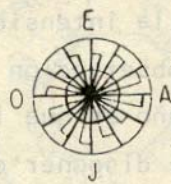
PACHUCA



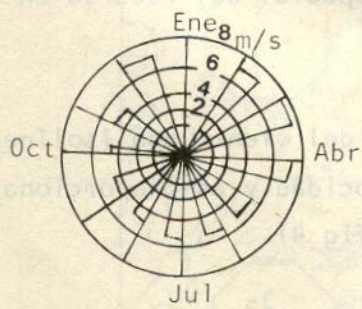
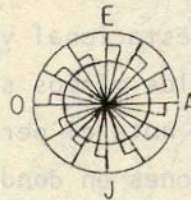
MORELIA



TOLUCA

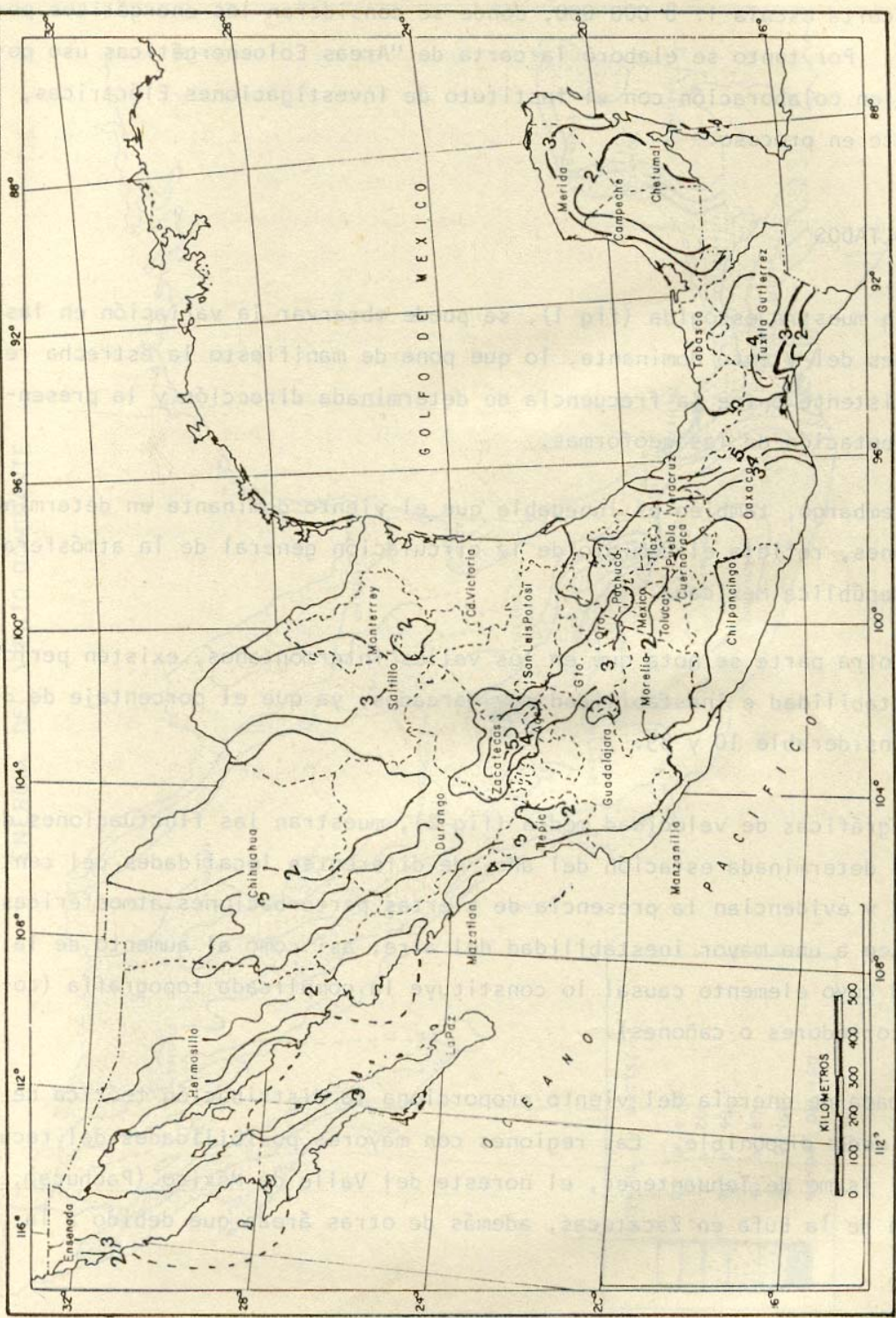


TACUBAYA



ISOTACAS DE VELOCIDAD MEDIA ANUAL  
m/s

FIG 3





## **CONCLUSIONES**

Se espera que estas cartas sean útiles en investigaciones sobre el viento y marquen la pauta para posteriores estudios de carácter local, que conlleven a un conocimiento de las características eólicas particulares en distintas áreas del entorno geográfico mexicano, y a realizar análisis más precisos del recurso y establecer las áreas susceptibles de ser explotadas a gran escala.

El viento puede considerarse como una fuente natural de energía inagotable, y usarse indefinidamente sin causar daño al medio ambiente físico.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Caldera, E. 1980. "Potencia y energía del viento". Boletín energético de Organización Latinoamericana de energía. Secretaría Permanente. Abril junio (15): 27-38.

Concheiro, A.A. y L. Viqueira. 1985. Alternativas energéticas. Fondo de Cultura Económica.

La Revista Solar, 1988. "La energía eólica: su naturaleza, sus aplicaciones". Publicaciones de la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) No. 15 (invierno) Sección Mexicana de la International Solar Energy Society (ISES). P.4-19.

Jáuregui, E. 1976 "cartas de las rosas de vientos medios mensuales" Atlas del Agua. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Mex. P. 124-133.

Le Gourieres, D. 1983. Energía eólica. Editorial Masson, S.A. Barcelona, España.

Gentili, J. 1971. Dynamics of The Australian Troposphere. Here World survey of climatology-climates of Austria and New Zealand. Elsevier Publishing company Amsterdam-London-New York. No. 13. pp 53-117.

Menskhous, F.J. y H., R. Wilkins. 1966. Mapas y diagramas. Barcelona. Editorial Oikos-Tau.

Miller, A. Austin. 1975. Climatología, Barcelona, Ediciones Omega, S.A. p 320-337.

Saldaña, R. y Caldera, E. 1988. "Evaluación de los patrones estacionales de velocidad y dirección del viento en las diferentes zonas geomórficas del Territorio Nacional". Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Sánchez-sesma, J. 1988. "distribución de la energía del viento en la República Mexicana". En Memoria III Congreso Interamericano de Meteorología y III Congreso Interamericano de meteorología. Organización Mexicana de Meteorólogos, A.C. Mex. P. 292-296.