



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS



DETECCION DE NIEBLAS EN EL NORTE DE LA REPUBLICA MEXICANA, EN EL AÑO 2002, MEDIANTE EL METODO DE INTERPRETACION DE IMAGENES DE SATELITE METEOROLOGICO GOES-8".

T E S I S A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADA EN GEOGRAFIA

P R E S E N T A :

BEATRIZ ADRIANA MENDEZ TORRES



MEXICO, D. F.



2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESTA TESIS NO SE ENREGISTRÓ EN LA BIBLIOTECA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

A M I S T
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
SECRETARÍA ACADÉMICA DE SERVICIOS ESCOLARES
FEP-3



EGRESADO: Beatriz Adriana Méndez Torres.
 PRESENTE.

TÍTULO DE TESIS:

Por la presente tenemos a bien comunicar a usted que, después de revisar el trabajo cuyo título aparece al margen, cada uno de nosotros, como miembro del sínodo, emitimos nuestro dictamen aprobatorio, considerando que dicho trabajo reúne los requisitos académicos necesarios para presentar el examen oral correspondiente.

A T E N T A M E N T E
 "POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitaria, D.F., a 24 de octubre de 2003

TESINA: Detección de nieblas en el norte de la República Mexicana, en el año 2002, mediante el método de interpretación de imágenes de Satélite Meteorológico GOES-8".

No. DE CUENTA:
09752001-2

GENERACIÓN:
1997-2001.

AÑO (ingreso-egreso)

NOMBRE SINODALES:	ANTIGÜEDAD EN LA U.N.A.M.:	FIRMA DE ACEPTACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO:
Presidente: <u>Lic. Francisco Hernández Hernández. (A)</u>	01-III-64	
Vocal: <u>Dr. José Enrique Zapata Zepeda</u>	01-IV-67	
Secretario: <u>Lic. Manuel Vázquez Díaz</u>	26-X-81	
Suplente: <u>Lic. José Benito Sánchez Huerta</u>	15-III-83	
Suplente: <u>Mtra. Ma. de la Paz Medina Barrios</u>	13-III-00	

Vo Bo.
 COORDINADOR DE LA CARRERA

Lic. Eduardo A. Pérez Torres

ORIGINAL: Oficina de Servicios Escolares.
 c.e.p. El Alumno
 c.e.p. Secretaría Académica de Servicios Escolares
 c.e.p. División de Estudios de Profesionales
 c.e.p. Coordinación de la Carrera

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Méndez Torres
Beatriz Adriana

FECHA: 06-01-04

FIRMA:

Dedico sinceramente este trabajo a mis Padres por su apoyo incondicional, por todo.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo por breve que sea no hubiera sido posible sin la ayuda de dos personas:

El **profesor Francisco Hernández Hernández**, por su asesoría en este trabajo, gracias también por brindar sus conocimientos dentro de las aulas a los estudiantes de geografía y por ser un excelente profesor de la Meteorología y el **M. en C. Ángel Terán Cuevas**, por haberme alentado a realizar este trabajo dentro del Servicio Meteorológico Nacional (pues nunca pensé realizar una Tesina en Meteorología) por todas las facilidades y apoyos que se me dieron en esta institución y en la **Comisión Nacional del Agua**, mil gracias.

Gracias a mis sinodales, por ser todas personas amables que revisaron atentamente este trabajo: **Dr. Zapata, Lic. Manuel Vázquez, M. Mari Paz y al Lic. Benito.**

Gracias a Gerardo Carbajal y a Edgar por su apoyo dentro del SMN.

A mis amigas geógrafas que han estado conmigo a lo largo de la carrera y que han compartido conmigo desveladas, prácticas, exámenes y su amistad: a mi Magda querida, Lulu, Claudia Pichardo, Azul y Anguelito. Gracias a Atzimba por su gran consejo...

Gracias a mi gran amiga querida Miriam Badillo.

A mis amigas de siempre Gaby Guevara, Marcela Guerra. Analía y Auro.

Y por supuesto gracias a mis super-cuates "UNIVERSO" por todo lo que hemos compartido en estos últimos años y los que nos faltan: Miguel, Elenita, Rodolfo, Víctor, Itzel, Lupita, Gina, Bety Mejía, Oscar, Sofí, Dios, Eren, Susana, Vero, Bibis, Janette... al plane y a todos los que conocí en este lugar y con los que compartí horarios, pláticas astronómicas y tantas cosas, mil gracias de todos aprendí mucho . A todos los que olvidé mencionar y que después de la impresión ya no se puede hacer nada.

Gracias infinitas a la **UNAM** por ser un **Universo Mágico**, por ser mi segunda casa, por tanto que da y no se cansa de dar y sigue dando, mi UNAM querida y adorada, en donde encontré mucho más de lo que buscaba.

Gracias a la **Geografía** por ser la puerta por la cual conocí lo bello que es México y el Mundo, por tantos viajes y por haber sembrado en mí un espíritu de explorador y aventurera.

Gracias a todos mis profesores de la carrera de todos sin excepción aprendí mucho

Gracias a la vida.

Gracias a toda mi familia.

Gracias a **Enrique**: una persona increíble, con un gran corazón.

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN.....	1-3
CAPÍTULO 1. MEDIO FÍSICO DEL NORTE DE LA REPÚBLICA MEXICANA.....	4-13
Ubicación geográfica y relieve.	
Climatología.	
Temperatura.	
Humedad relativa.	
Precipitación.	
Regímenes Pluviométricos.	
El clima y su relación con la formación de nieblas.	
CAPÍTULO II. CARACTERÍSTICAS DE LAS NIEBLAS.....	14-22
Formación de nieblas.	
Clasificación de las nieblas por su origen.	
Clasificación de nieblas con base al lugar en que se pueden formar.	
Las nieblas consideradas riesgos hidrometeorológicos.	
CAPÍTULO III. DISTRIBUCIÓN E INCIDENCIA DE LAS NIEBLAS EN EL NORTE DEL PAÍS.....	23-32
Detección de nieblas.	
Características del satélite GOES-8.	
Canal visible.	
El caso de México.	
Metodología.	
RESULTADOS.....	33-43
CONCLUSIONES.....	44-45
BIBLIOGRAFÍA.....	46-47

INTRODUCCIÓN.

El norte de la República Mexicana, que comprende los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, constituye un poco más de la tercera parte de la extensión territorial de todo el país. En esta área la precipitación media anual es la más baja de todo el espacio mexicano, por lo que la fisonomía del paisaje es la de un territorio árido por la escasa vegetación.

El alto grado de desarrollo socio-económico que ha alcanzado en los últimos años, requiere cada vez, de mayor abastecimiento de agua, para satisfacer las necesidades urbanas, industriales y agrícolas.

Una de las alternativas, para mitigar el problema hídrico, es la captación de agua de las nieblas, aunque modesta, podría contribuir en algo a resolver localmente el problema, mediante la implantación de técnicas modernas.

Esta investigación se centra en el conocimiento de la frecuencia con que se presentan las nieblas y su localización espacial a través del análisis e interpretación de imágenes de satélite, durante el año 2002; proporcionadas por el Sistema de Información de Monitoreo Atmosférico Ambiental (SIMAA), dependiente del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

La presencia de nieblas en el norte de la República Mexicana, es mayor en la mitad fría y seca del año, de octubre a marzo, por la invasión de aire relativamente frío y húmedo, impulsado por el anticiclón semi-permanente del Océano Pacífico del Norte.

A escala nacional el mayor número y extensión de nieblas se presenta en la vertiente oriental de las sierras de Hidalgo, Puebla y Oaxaca, por la invasión de la corriente de los vientos alisios, que son cálidos y húmedos, que al impactarse con el relieve, se enfrían y condensa el vapor de agua. Sin embargo, no es despreciable la cantidad de nieblas que se presentan en el norte del país, por corrientes de aire con una componente del oeste, proveniente del Océano Pacífico.

Este trabajo lo conforman tres capítulos, en el primero se analiza brevemente la relación entre las características geográficas y su relación con los sistemas de tiempo, responsable de la climatología de la República Mexicana.

El segundo capítulo se refiere a las características generales de las nieblas, su origen, los diferentes tipos que existen y la importancia de ellas en meteorología y climatología, consideradas riesgos hidrometeorológicos, y a su vez, como alternativas de captación de agua.

En el tercer y último capítulo se explica la metodología elegida en la detección de nieblas, con base en la información proporcionada por el satélite meteorológico

GOES-8 y los resultados en cada uno de los sectores en que convencionalmente se dividió al país.

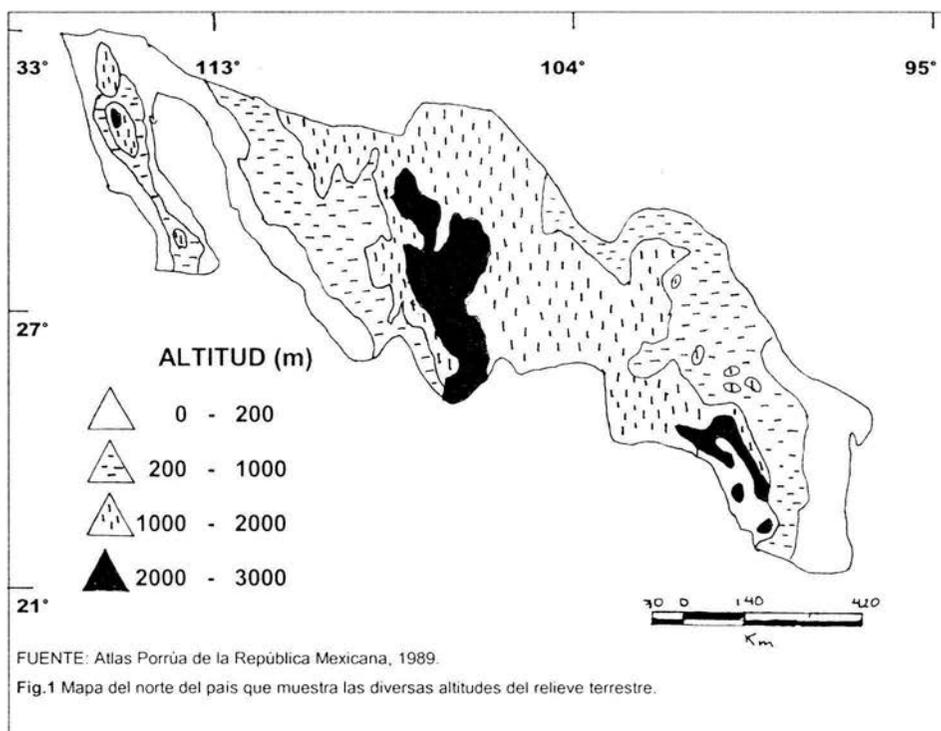
Como complemento se anexa un CD, que contiene alrededor de 500 imágenes de satélite, en las cuales se localizan las nieblas por día, mes y sector.

CAPITULO 1.

MEDIO FÍSICO.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y RELIEVE.

El área de estudio comprende los estados fronterizos con Estados Unidos; las entidades que la constituyen son: Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Las coordenadas extremas de esta zona son: 22°12' y 32°43' de latitud norte, 97°08' y 117°07' de longitud oeste. La amplitud entre los meridianos extremos es mayor a la de los paralelos, porque hacia el norte del país la cobertura espacial es cada vez más amplia.



Tamaulipas es el estado que se encuentra más al sur cuya porción austral se encuentra dentro de la zona intertropical. La zona de estudio es una franja territorial que representa el 44% de la extensión del país, por estar constituida de entidades muy extensas.

Los sistemas montañosos más importantes por su altitud son: las sierras de San Pedro Mártir en Baja California, Tarahumara entre Sonora y Chihuahua y el extremo norte de la sierra Madre Oriental.

Las planicies están constituidas por la llanura costera del Golfo de México en Tamaulipas y las del Océano Pacífico y Golfo de California en los estados de Baja California y Sonora. El altiplano mexicano se encuentra en el interior del país, y se extiende desde la frontera con Estados Unidos hasta la Sierra Volcánica Transversal. (Fig.1).

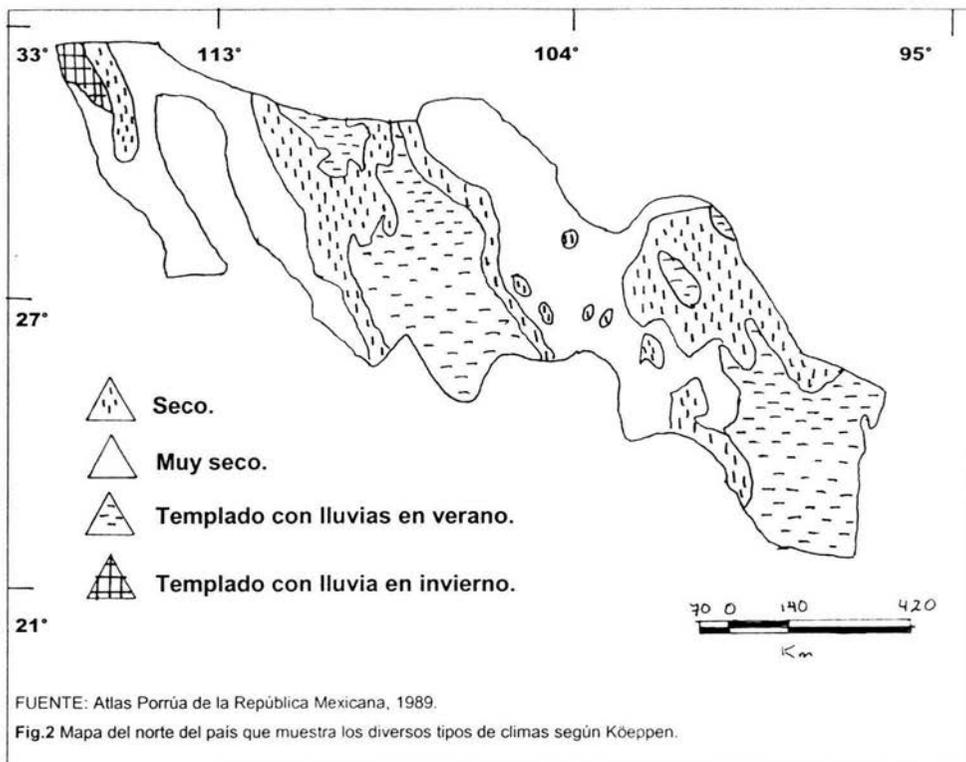
CLIMATOLOGÍA.

El norte de la República Mexicana es una zona de climas seco y muy seco, porque forma parte del cinturón de relativa alta presión atmosférica. En estas regiones predominan las corrientes convectivas descendentes, porque al nivel de la superficie terrestre existe una zona de divergencia que produce subsidencia. El aire al bajar se comprime y calienta adiabáticamente, originando inversiones térmicas a diferentes altitudes, que impiden el ascenso del aire. Al ser frenadas las

corrientes ascendentes, el aire no puede enfriarse para alcanzar la saturación de vapor de agua, lo que da lugar al predominio de cielos despejados.

La otra causa que se suma a la anterior, es la afluencia de aire del Océano Pacífico, del anticiclón semipermanente del Pacífico Norte, esta invasión de aire, antes de llegar a las costas mexicanas, en forma de flujo occidental, pasa por encima de la corriente fría de California. En este trayecto desciende la temperatura del aire y disminuye su capacidad de contención de vapor de agua. Por lo tanto se convierte en masa de aire fría, seca y densa, al chocar con la sierra de San Pedro Mártir en Baja California y la sierra Tarahumara en el estado de Chihuahua, es obligada a subir. Para que exista posibilidad de que el aire pueda saturarse de vapor de agua, el ascenso debe ser muy grande, y pueda enfriarse lo suficiente, dado su raquítico contenido de humedad. Pero por la existencia de capas de inversión térmica en niveles medios de la atmósfera se dificulta dicho fenómeno, originando escasez de nubosidad y precipitación.

En suma, la climatología de esta región del país está determinada por la influencia que ejerce el anticiclón del Pacífico Norte y en menor proporción por el sistema de alta presión del Océano Atlántico. (**Fig.2**)

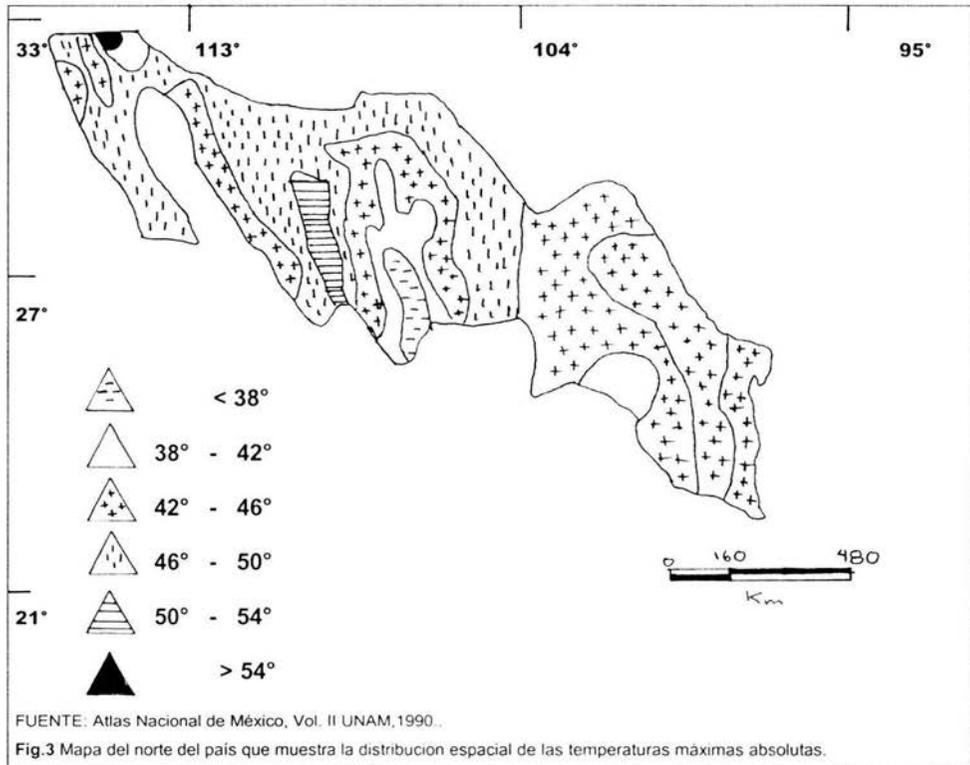


TEMPERATURA.

Respecto a las características térmicas del norte del país, se puede decir que es una región con los valores más altos de temperatura máxima absoluta, principalmente en el noroeste, donde el rango térmico varía entre 46 y 55° C, durante el verano. (Fig. 3).

Estas temperaturas tan elevadas, también son características en el suroeste de Estados Unidos. En la época en que se presentan, la presión atmosférica

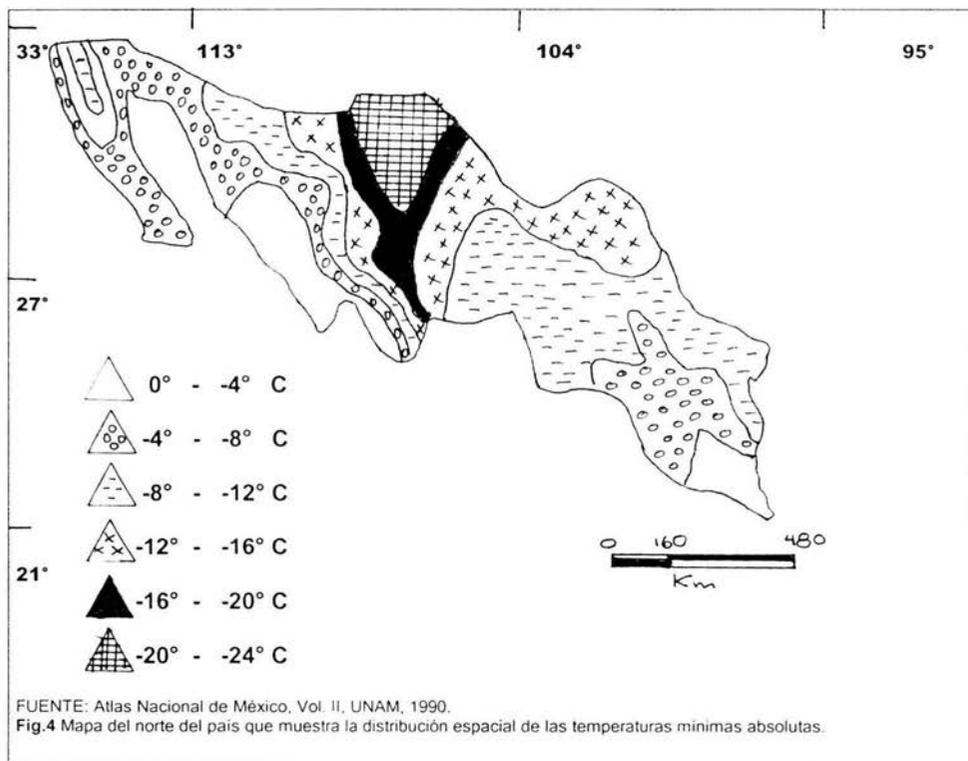
desciende, produciéndose una zona con déficit de aire. A este descenso barométrico se le denomina "baja térmica", por la dilatación del aire y la disminución de la densidad. Este sistema de presión succiona aire húmedo del Golfo de California, produciendo algunas precipitaciones en esa estación del año (Hernández, 2002).



En relación con la temperatura mínima absoluta, también esta región registra las magnitudes más bajas, con valores inferiores a menos 20° C, ubicada entre los estados de Sonora y Chihuahua, por la interacción de la altitud y la latitud, a causa de la invasión de masas de aire polar modificado, en la mitad fría y seca del año,

en forma de frentes fríos que barren el espacio mexicano y el Golfo de México, con trayectorias noroeste-sureste, impulsadas por anticiclones migratorios continentales y el anticiclón semi-permanente, Pacífico Norte.(Fig. 4)

Respecto a las diferencias de temperaturas en el curso del año, el noroeste, se distingue por presentar grandes oscilaciones térmicas entre el verano e invierno, por ejemplo en Mexicali, Baja California, la amplitud térmica anual ha llegado a ser de hasta 55° C (50° C en verano y -5° C en invierno).



HUMEDAD RELATIVA.

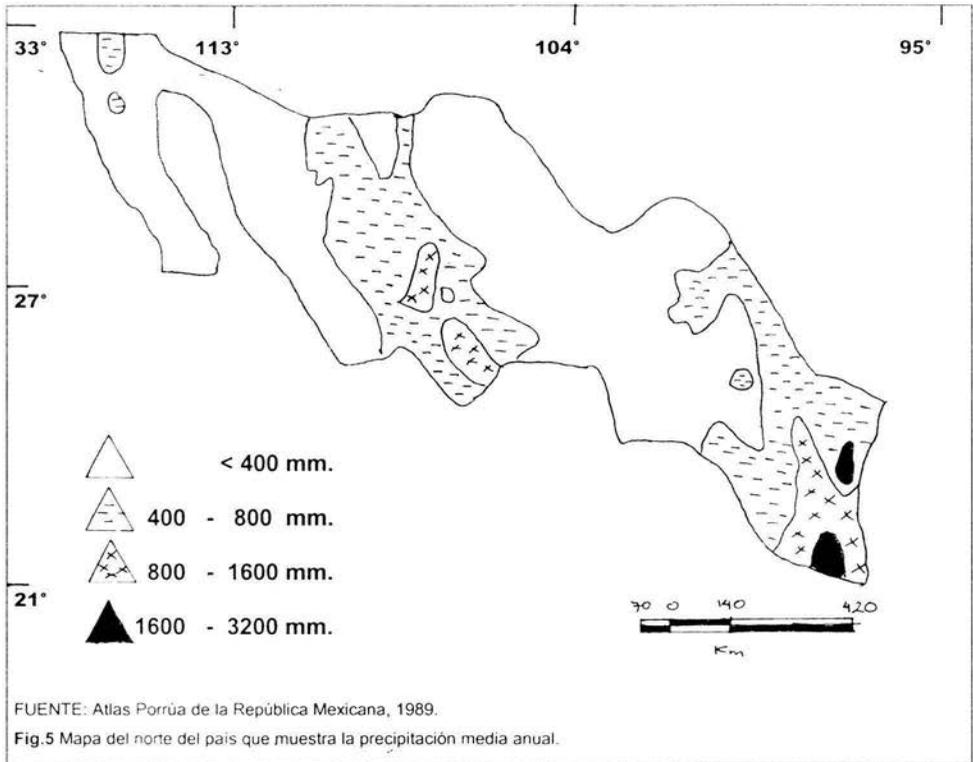
La distribución espacial de la humedad relativa, en la República Mexicana, está asociada a la interacción del relieve terrestre, con la afluencia de aire húmedo y cálido en verano y frío y seco en invierno, por ello es muy frecuente la existencia de valores altos de humedad relativa en el flanco oriental de la sierra Madre en el sur de Tamaulipas, Veracruz, Hidalgo y Puebla. En el norte del país, en cambio, no es espacialmente muy extensa, aunque su presencia es significativa sobre todo en invierno, en las sierras de Baja California y Tarahumara en Chihuahua, por el flujo de masas de aire frío, procedente del Océano Pacífico. (Hernández, 2002).

PRECIPITACIÓN.

La precipitación media anual, en la región de estudio, es la más reducida del país, con predominio de valores inferiores a 400 mm, es decir, menos de la mitad de la altura de la lluvia que se registra en la ciudad de México.

En el noroeste del espacio mexicano, es tan poca la precipitación que origina la formación de zonas muy áridas, como el desierto de Altar con menos de 100 mm anuales, cantidad que en el sureste del país puede producirse en un solo día.

De todos los estados fronterizos con Estados Unidos, el sur de Tamaulipas es el que se distingue por tener más de 800 mm de precipitación media anual, que equivale a más de 800 litros por metro cuadrado. (Fig. 5)



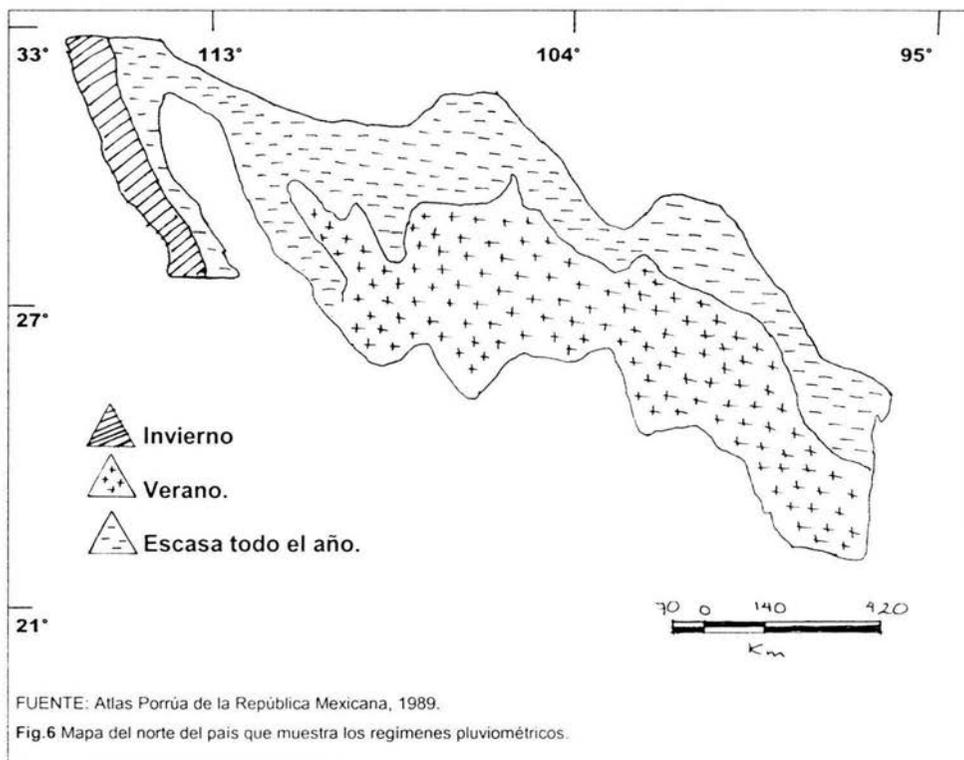
REGÍMENES PLUVIOMÉTRICOS.

Los regímenes pluviométricos o distribución temporal de la precipitación en el norte de la República Mexicana, son: lluvias en verano, invierno, escasas todo el año y abundantes todo el año. (Fig. 6)

Las lluvias en verano se registran en el centro y sur de los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, ocasionadas por los sistemas de tiempo, asociados a la corriente de los vientos alisios y sus perturbaciones en

forma de, depresiones, tormentas, ciclones y ondas tropicales, procedentes principalmente del Océano Atlántico en la mitad cálida y húmeda del año. Este flujo de aire es cálido y húmedo, por su elevado contenido de vapor de agua.

Las lluvias de invierno no son tan copiosas como las de verano, por el menor contenido de agua. Este régimen pluvial se localiza únicamente en la vertiente occidental de la península de Baja California, por causa de la afluencia de aire relativamente húmedo, procedente del Océano Pacífico.



Las lluvias escasas todo el año se manifiestan en la franja oriental del estado de Baja California y en el norte de los estados fronterizos con Estados Unidos, por causa de la llegada de masas de aire polar modificado, en la mitad fría y seca del año y la afluencia de aire procedente del Océano Atlántico en la mitad restante del año.

EL CLIMA Y SU RELACIÓN CON LA FORMACIÓN DE NIEBLAS.

De la información anterior, se infiere que la disponibilidad de agua pluvial, en el norte de la República Mexicana, es muy reducida, que redundaría en el escaso caudal de los escurrimientos y baja recarga de acuíferos subterráneos. Ante esta situación se sugiere implementar sistemas de captación de agua pluvial, y de nieblas.

En el norte del país, por el predominio de climas secos y muy secos, podría pensarse que no existen condiciones para la formación de nieblas. Sin embargo, con la poca humedad atmosférica, y las bajas temperaturas en invierno, se puede lograr la saturación del aire de vapor de agua en algunas zonas, por efecto de la disminución del poder de contención de vapor de agua por el aire. Si continúa el descenso térmico se producirá un excedente de vapor que el aire ya no podrá absorber y es el que se condensa formando nieblas.

Las oscilaciones de temperatura entre el día y la noche, y entre el verano e invierno, están asociadas a cambios de humedad relativa, por las variaciones de contención de vapor de agua por la atmósfera. Estos fenómenos influyen en la cobertura espacial y temporal de las nieblas, en el norte del país. (Hernández, 2002).

CAPITULO II.

FORMACIÓN DE NIEBLAS.

La niebla, se define como una nube en contacto con el suelo o a poca altura, que puede envolver al observador y restringe la visibilidad a valores inferiores a 1,000 metros; con frecuencia suelen confundirse con las neblinas, constituidas por una nube más tenue que la de niebla y en ella la visibilidad es superior a 1,000 metros e inferior a 3,000 metros.

Físicamente, existe muy poca diferencia entre niebla y nube; ambas están formadas por minúsculas gotitas de agua en suspensión en el aire, sin embargo, la niebla se forma en el aire, cerca de la superficie del suelo, mientras que las nubes son características de alturas mayores. Esencialmente, la diferencia entre niebla y nube es, pues, el mecanismo y lugar de formación, más bien que su estructura o aspecto. (Donn, 1978).

En cuanto a su proceso formativo, las nubes se originan cuando el aire asciende y se enfría por expansión adiabática; la niebla se origina por enfriamiento del aire, por contacto o mezcla, o, en ocasiones, debido a la saturación del aire al aumentar su contenido acuoso.

De una manera general, cuando el aire junto al suelo va acercándose al punto de rocío, cabe anticipar que va a formarse niebla, y si posteriormente la temperatura aumenta, es de esperar que se disipe. El espesor de la niebla depende de diversos factores, tales como: la temperatura del lugar, la humedad, la velocidad del viento, la existencia de núcleos higroscópicos, etc.

CLASIFICACIÓN DE LAS NIEBLAS POR SU ORIGEN.

Las nieblas suelen clasificarse de acuerdo con sus efectos sobre la visibilidad en:

Niebla muy densa cuando los objetos no son visibles a 45 metros.

Niebla densa cuando los objetos no son visibles a 180 metros.

Niebla espesa cuando los objetos no son visibles a 450 metros.

Niebla moderada cuando los objetos no son visibles a 900 metros.

Niebla ligera cuando los objetos no son visibles a 1,800 metros.

El tipo de niebla que se forma, depende de las condiciones existentes y pueden catalogarse en diferentes tipos.

Nieblas de radiación. Son menos extensas que las de los demás tipos; se forman bajo las mismas condiciones, aunque más acusadas, que las que originan el rocío o la escarcha. En las noches claras, con vientos muy débiles, la superficie del suelo, y en consecuencia el aire que está junto a ella, se enfría rápidamente; si el enfriamiento del aire, hasta su punto de rocío, tiene lugar dentro de una capa de cierto espesor, para que se produzca rocío, la condensación resultante se origina

no tan sólo sobre el suelo, sino también sobre los núcleos de condensación existentes en el aire; esto da lugar a la formación de minúsculas gotitas, en suspensión en el aire, que constituyen la niebla. Como el enfriamiento del aire depende de la velocidad con que se pierda energía calorífica por radiación, la formación de estas nieblas, está asociada a la magnitud del descenso térmico.

Naturalmente siempre que se produzcan nieblas de este tipo, también se formarán rocío o escarcha. Como su formación requiere noches despejadas, tales nieblas además de indicar que se alcanzó el punto de rocío o escarcha, auguran también buen tiempo, por lo menos en las 12 horas siguientes. Es necesaria la existencia de un viento débil que al agitar ligeramente al aire frío, en contacto con el suelo, lo disperse un poco para que la niebla pueda formarse. También se le conoce como niebla terrestre por su tendencia a ubicarse junto al suelo.

Los puertos especialmente aquellos que están rodeados de colinas pobladas de vegetación, aparecen con frecuencia bajo un velo de niebla de radiación, particularmente durante la noche y la madrugada; luego, tan pronto como sale el sol, la niebla se disipa o se levanta; este es un excelente ejemplo de la influencia del suelo en el calentamiento del aire, ya que, en realidad, la niebla no se dispersa, o se eleva, lo que ocurre es que se evapora al calentarse el aire; pero no debe pensarse que se evapora de arriba hacia abajo, pues ocurre lo contrario ya que al ganar altura el sol, calienta el suelo y éste junto a él y, en consecuencia, la niebla se evapora desde abajo hacia arriba, por esto da la impresión de que se levanta. Los últimos residuos de una densa niebla de radiación acaban

pareciéndose a una nube baja blanquecina que se extiende alejándose por encima de las cimas de colinas o puntos más elevados.

Nieblas de advección. El término convección se refiere al transporte vertical del aire, ascendiendo el cálido y descendiendo el frío. Advección se refiere al aire en movimiento horizontal. Así pues, las nieblas de advección son aquellas que resultan del enfriamiento que experimenta una masa de aire durante su movimiento horizontal. Este proceso es típico sobre los océanos fríos, cuando el aire cálido proveniente de una latitud menor se desplaza por encima. También puede producirse en zonas costeras, en invierno, cuando el aire marítimo se desplaza hacia el interior del continente.

Fundamentalmente, existen dos procesos responsables de la producción de este tipo de nieblas:

1. El aire frío, en virtud de un movimiento horizontal, puede pasar por encima de una superficie del mar, más caliente, y al mismo tiempo mezclarse con el aire más cálido allí existente.
2. Una corriente de aire húmedo y cálido puede enfriarse por contacto al pasar por encima de una superficie fría y al mismo tiempo mezclarse con el aire frío existente junto a la superficie fría interior.

En el primer caso, los vapores cálidos, que se evaporan del agua, condensarán inmediatamente y darán lugar a una niebla de vapor de poco espesor. Es la que

se encuentra, con frecuencia, cuando sopla aire frío sobre una corriente oceánica cálida.

El segundo tipo de niebla de advección, en la que el aire cálido y húmedo, pasa a través de una superficie fría, es con gran diferencia, la clase de niebla marítima más importante que se puede encontrar. Se estima que unas cuatro quintas partes de todas las nieblas marinas se originan en virtud de este proceso. Con frecuencia el aire húmedo y cálido sopla sobre la costa de California, debido a los vientos dominantes del oeste, existentes en dicha zona, que han acumulado gran cantidad de humedad a su paso por el Pacífico; al encontrarse con las corrientes costeras frías, que parten de la costa, o al incidir sobre las mismas costas que se encuentran frías durante el invierno, dan lugar a que se desarrolle la conocida niebla de California, que llega hasta México en la Península de Baja California.

(Donn, 1978).

Nieblas frontales. Éstas son, probablemente, las formas más importantes de nieblas continentales, y se originan en virtud de la masa nubosa saturada de vapor de agua que experimenta el aire, debido a la lluvia que cae. Al ascender el aire caliente, sobre la cuña fría, se enfría adiabáticamente, hasta que finalmente aparecen las nubes que se han formado en el seno del aire más cálido. Por su parte la propia cuña de aire frío puede estar muy húmeda y próxima a su punto de rocío. En el caso de que las nubes, formadas en el aire cálido, den lugar a lluvia, ésta se evaporará, en parte, al caer a través del aire húmedo y frío, pero no saturado, situado por debajo; finalmente dicho aire frío alcanzará la saturación, y a partir de ese momento, cualquier cantidad de vapor de agua adicional que recibe,

o cualquier descenso de temperatura que experimente, o una combinación de ambos efectos, dará lugar a la formación de nieblas, en el seno de aire frío, que se extenderán desde el suelo hasta el nivel de la nube, en el aire más cálido.

Nieblas orográficas. Este tipo de nieblas se desarrolla cuando el aire, relativamente húmedo, asciende gradualmente a lo largo del terreno ligeramente inclinado; en el curso de este movimiento, el enfriamiento adiabático determina un lento descenso de la temperatura del aire, hasta que llega alcanzarse el punto de rocío, con lo cual se suele formar una extensa capa de niebla.

En invierno, generalmente, tiene lugar una combinación de nieblas de pendiente ascendente y de advección, en la zona cercana al Golfo de México, como resultado de las tierras frías existentes por debajo del flujo de aire cálido que se aproxima, procedente del Golfo de México; en tales condiciones pueden originarse nieblas de gran espesor y persistencia. (Donn, 1978).

Nieblas de vapor. También puede formarse un tipo especial de niebla de advección cuando el aire que se encuentre mucho más frío que una superficie acuosa, sea transportado a través de la misma. Este efecto se aprecia en la formación de vapor que se produce de la propia exhalación (cuando el aire es frío); asimismo, a pequeña escala meteorológica, en la formación de vapor sobre un terreno húmedo cuando es fuertemente calentado por el sol durante un tiempo frío y con chubascos, o sobre los lagos en las mañanas claras de otoño, cuando el aire frío, procedente de las colinas vecinas desciende y fluye sobre las aguas. El

fenómeno se denomina, por lo general, niebla de vapor o niebla de mar ártico humeante; la razón de la segunda denominación se debe a la gran diferencia de temperatura que es precisa, y suele producirse en mares de elevadas latitudes.

Las condiciones mencionadas favorecen una rápida y continua evaporación, debido a que la presión de vapor de agua superficial supera a la del aire, tanto si está saturado como si no lo está. El aire, cuando es calentado y humedecido en la superficie, entra en una vigorosa convección vertical ascendente y forma mezclas sobre saturadas, con lo cual da lugar a condensación en forma de gotitas de agua, y ello tiene lugar en una capa o estrato cuyo espesor aumenta, por lo general, con el contraste térmico superficial, pero puede resultar limitado por la presencia de una inversión térmica, dentro del aire frío.

Con base al lugar en que se pueden formar las nieblas, G. Roth las clasifica en la forma siguiente:

Nieblas de lago, se forman sobre la superficie del agua, durante tardes y noches y por las mañanas en otoño, invierno y primavera, tienen una visibilidad de 10 a 20 metros.

Nieblas a ras del suelo, se forman en valles y llanuras, durante tardes y noches y por las mañanas en otoño, invierno y primavera, tienen una visibilidad de 5 a 10 metros y en invierno persisten todo el día.

Niebla húmeda, se forman en cualquier zona, especialmente las calles después de la lluvia, al calentarse el sol el suelo, tienen una visibilidad de 15 y 20 metros, presentan un espesor vertical de unos cuantos metros.

Nieblas de los ríos, se presentan en las corrientes de agua, desde finales de verano hasta primavera, por las tardes, noches y primeras horas del día, por las tardes, noches y primeras horas de la mañana, la visibilidad durante la presencia de estas nieblas es entre los 10 y 20 metros, son intensas en los meses de noviembre, diciembre y enero.

Niebla helada, se localiza en prados y campos, en invierno, con rigurosas heladas, la visibilidad es de 10 a 20 metros, es una niebla seca, que no provoca congelaciones.

Niebla de tormenta, se presenta en bosques, en el verano, después de las lluvias tormentosas, la zona de visibilidad es de 15 a 20 metros, se presentan repentinamente y muy localizadas.

Niebla de la costa, en zonas marinas y cercanas a la costa, durante todas las épocas del año, la visibilidad es de 5 a 10 metros, es una niebla introducida a tierra por los vientos marinos.

Niebla de pantanos, sobre suelos húmedos y pantanos, durante todas las épocas del año, la visibilidad es de 5 a 10 metros y presentan pocos metros de espesor vertical.

Niebla de valle, se presenta en las cuencas de los valles, colinas y barrancas, durante las tardes, noches y mañanas en todas las épocas del año, con tiempo húmedo y calmado, la visibilidad con ellas es entre los 10 y 20 metros.

LAS NIEBLAS CONSIDERADAS RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS.

Las nieblas se consideran riesgos hidrometeorológicos, debido a que afectan la visibilidad, interrumpida por las masas nubosas, provocando accidentes carreteros (carambolas) frecuentes, sobretodo en las zonas características por la presencia de ellas. En la aviación también se toman muy en cuenta, para prevenir accidentes a la hora del vuelo y principalmente al aterrizaje, la niebla tiene consecuencias muy señaladas, ya que obliga a suspender los vuelos, retrasarlos y desviarlos, aunque no fueran muchos, los costos económicos son muy elevados en términos monetarios (Mauder, 1999), pues si se desvía un vuelo tendrá que aterrizar en otro aeropuerto, con mayor gasto de combustible, horas extras de los empleados, comidas y hotel a los pasajeros.

Los sistemas de dispersión de nieblas son muy costosos, incluso la mayoría tiene consecuencias graves, por lo que generalmente se recurre a la siembra con Agl, desde el suelo con quemadores, o desde el aire, y se obtienen muy buenos resultados en poco tiempo. Así en menos de media hora se consigue abrir en la niebla un canal de 3 Km. de largo, sin embargo es muy costoso; todavía hoy, a pesar de los sistemas de radar y de ayudas electrónicas de los grandes aeropuertos, es de fundamental importancia una certera predicción de los meteorólogos.

CAPITULO III.

DISTRIBUCIÓN E INCIDENCIA DE LAS NIEBLAS EN EL NORTE DEL PAÍS.

Detección de nieblas.

Para detectar las nieblas se recurrió a la percepción remota en imágenes de satélite meteorológico GOES 8.

La percepción remota se define como la colección de información de un objeto sin estar en contacto con ella. Los satélites y las fotografías aéreas son las plataformas más comúnmente usadas para la percepción remota. Este término es restringido, de métodos que emplean energía electromagnética. Ésta incluye luz, calor y ondas de radio y no considera la energía eléctrica, magnética y gravitacional, ya que éstas miden los campos de fuerza.

La energía electromagnética se refiere a toda la energía que se mueve a la velocidad de la luz, que sigue un patrón armónico de onda. La palabra armónico implica que los componentes de las ondas son iguales y repetitivamente espaciadas en tiempo. El concepto de onda explica la propagación de la energía electromagnética, pero esta energía solo se detecta cuando interacciona con la materia. En el presente trabajo se utilizaron las imágenes de satélite meteorológico GOES 8, que se explican a continuación.

CARACTERÍSTICAS DEL SATÉLITE GOES-8.

Los dos satélites climáticos GOES¹ tienen la tarea de proporcionar información sobre el estado del tiempo de América del Norte. "Siempre están al tanto" de cualquier situación que se desarrolle, como las tormentas tropicales que se generan en el Océano Atlántico o los frentes de tormenta que se desplazan por el Océano Pacífico hacia la costa oeste de los EE.UU. Por lo tanto, están "estacionados" en lo que se conoce como órbita geoestacionaria. Su órbita se encuentra exactamente sobre el ecuador de la Tierra y realizan una vuelta completa por día. De este modo, dado que la Tierra gira 360° por día alrededor de su eje, el satélite GOES parece flotar sobre el mismo lugar de la Tierra en todo momento. (Camacho, 2001).

Estos satélites fueron construidos para la NASA y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA). Esta última decide lo que se necesita para su diseño, y luego, una vez construidos, los opera para ayudarles a hacer su trabajo.

Todos los satélites de la serie GOES orbitan la Tierra, por encima del ecuador, a una velocidad que les permite mantener su posición relativa a la tierra. Este tipo de satélites se encuentra a una distancia de 35,800 Km. sobre la superficie de la Tierra, altura tal que les permite "ver" el globo terrestre completo. Debido a que siempre observan el mismo punto son capaces de un monitoreo constante de los fenómenos atmosféricos más importantes, tales como huracanes y nortes.

¹ GOES son las siglas de Satélite Medioambiental Operacional Geoestacionario (Geostationary Operational Environmental Satellite, en inglés).

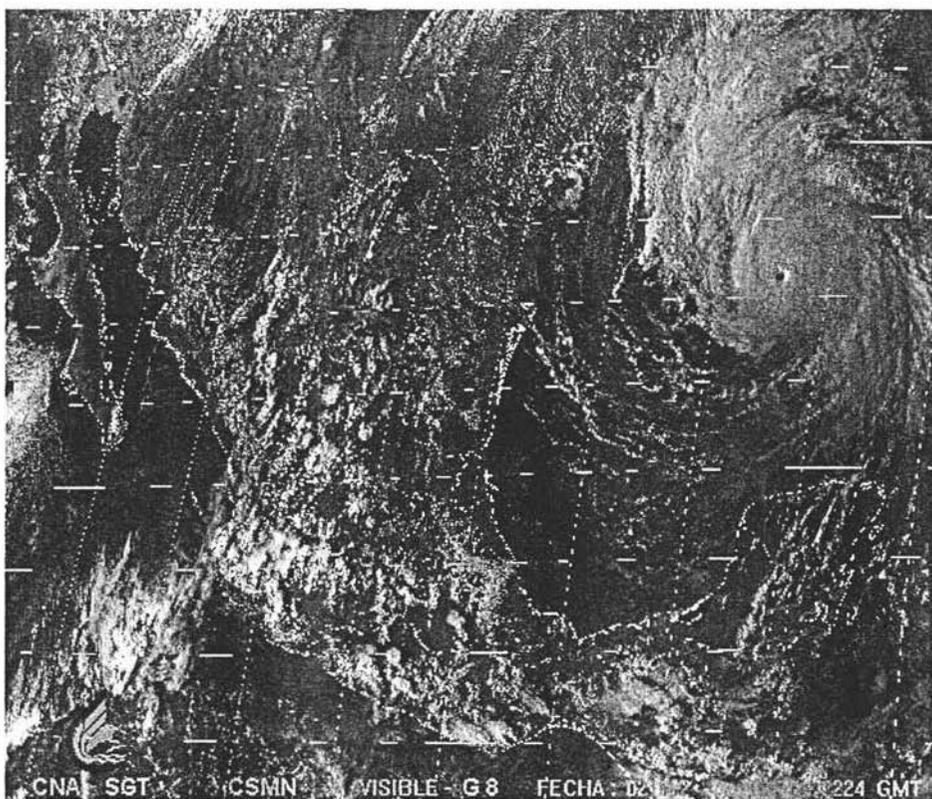
El satélite GOES-8 es geostacionario, es decir, permanece en la misma posición respecto de la Tierra (sobre los 75° W) girando con igual periodo. Se ubica a unos 22,500km sobre el ecuador. GOES-8 observa el Norte y el Sur de América, la porción occidental del Océano Atlántico y una parte del Océano Pacífico Oriental. Este satélite fue equipado con instrumentos capaces de medir la radiación emitida por la tierra, discriminando entre distintas longitudes de onda y mide en 5 regiones del espectro o canales (Camacho 2001).

GOES 8	Longitud de onda [micrones]	Nombre	Resolución [km]
Canal 1	0.52-0.72	Visible	1
Canal 2	3.78 - 4.03	Ventana infrarroja de onda corta	4
Canal 3	6.47 - 7.02	Canal de Vapor de Agua	8
Canal 4	10.2 - 11.2	Ventana infrarroja de onda larga	4
Canal 5	11.5 - 12.5	Ventana 'Split'	4

FUENTE: Servicio Meteorológico Nacional

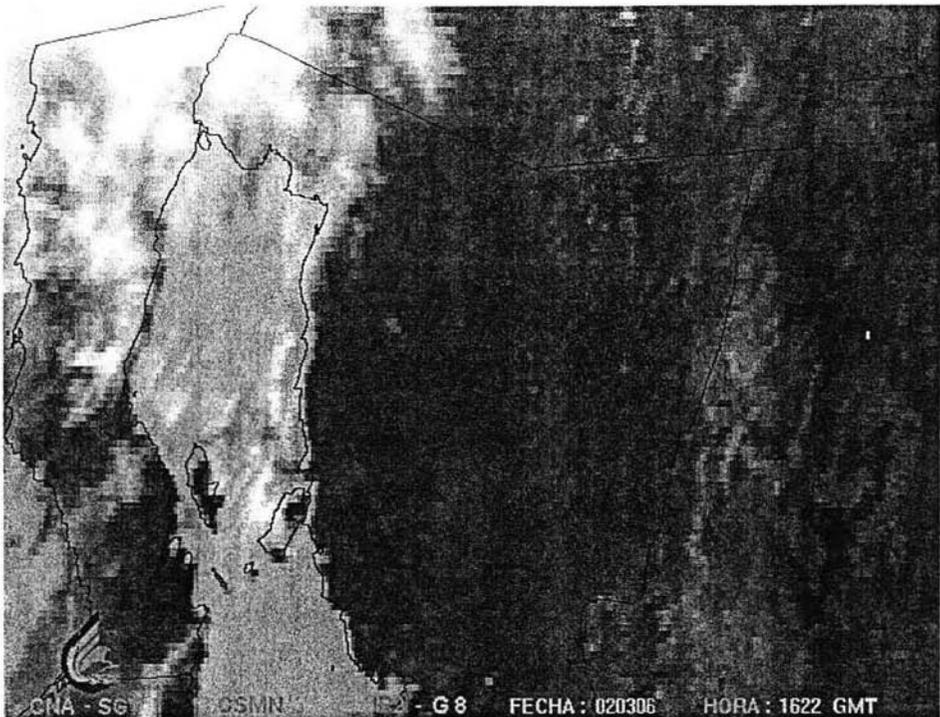
Fig 7. Características del satélite meteorológico GOES 8.

Las imágenes utilizadas en esta investigación corresponden principalmente al canal visible (VIS) del satélite GOES-8 y en menor medida al canal 2 o infrarrojo de onda corta.



FUENTE: Servicio Meteorológico Nacional.

Fig 8. Imagen de satélite ,dentro del canal 1, o visible, correspondiente al sector México, octubre 2, 2002.



FUENTE : Servicio Meteorológico Nacional.

Fig. 9. Imagen de satélite, dentro del canal 2 o infrarrojo, correspondiente al sector Chihuahua, marzo 6, 2002.

Las imágenes de las figuras 8 y 9 contienen la fecha y hora en tiempo universal u hora de Greenwich en que fueron tomadas. Aparece también el canal por el cual se transmite la imagen, que para este trabajo es el canal visible e infrarrojo, también se encuentra la institución que la recibe, en este caso la Comisión Nacional del Agua.

Canal Visible (VIS)

La imagen visible es una especie de fotografía en blanco y negro de la superficie terrestre, océanos y nubes.

Alrededor de la mitad de la energía radiada por el sol pertenece a las longitudes de onda visible y los radiómetros de los satélites miden la radiación solar reflejada en ese intervalo, entonces la radiancia detectada en la banda visible es una medida de la reflectividad de la Tierra. Las zonas de alta reflectividad aparecen blancas, por ejemplo las nubes, masas de hielo y nieve, y las de menor reflectividad aparecen más oscuras hasta el negro, ejemplo de esto son los océanos. A esta radiación se la asocia un albedo de 1 a 100 y las componentes de una imagen HRI o HRPT se expresan en albedos relacionados con un tono de gris. Mediante la utilización de los contrastes es posible definir el tipo y forma de los objetos en estas imágenes principalmente las nubes por lo que la banda visible es útil en meteorología sinóptica. (Camacho, 2001).

El caso de México.

Las imágenes del satélite GOES 8 cubren al territorio Mexicano en 11 sectores y cada uno de éstos comprende a varios estados del país:

1. Baja California Sur.
2. Chihuahua.
3. Coahuila.
4. Durango.
5. Nuevo León.
6. Jalisco.

7.Huasteca.

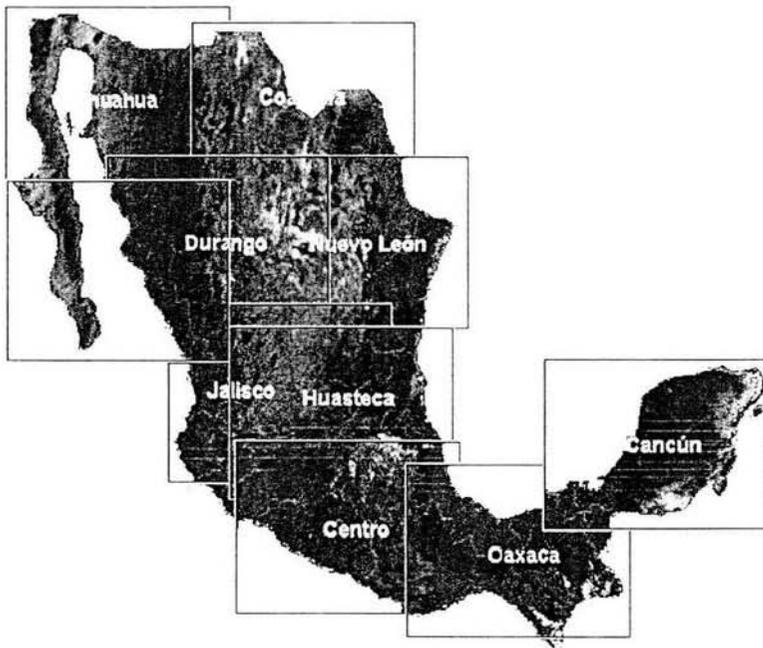
8.Centro.

9.Oaxaca.

10.Cancún.

11.Guatemala (cubre una pequeña porción del noreste y este de Chiapas y sur de Tabasco) .

A la cobertura espacial que comprende a toda la República Mexicana, se le denomina sector México que corresponde al sector número 12. (Fig. 8) . Esta imagen tiene una escala menor a los sectores anteriores, por lo que tiene menor detalle y solo es recibido en el canal visible.



FUENTE: Servicio Meteorológico Nacional.

Fig.10 Sectores en que se ha dividido la República Mexicana.

Los sectores que se analizan e interpretan en el presente trabajo son tres:

-Sector Chihuahua, que cubre los estados de Baja California, Sonora y el oeste de Chihuahua.

-Sector Coahuila, que cubre una parte de Chihuahua, el Norte de Coahuila, una pequeña porción del noreste de Sonora y norte de Nuevo León.

-Sector Nuevo León, este sector comprende los estados de Nuevo León, Tamaulipas, una parte de Coahuila y el sureste de Chihuahua.

La cobertura satelital de la República Mexicana está constituida por un total de 2405 columnas y 2036 líneas, cada pixel equivale a 1km^2 , a su vez cada sector tiene 480 líneas y 640 columnas, que cubre una área de $307,200\text{km}^2$.

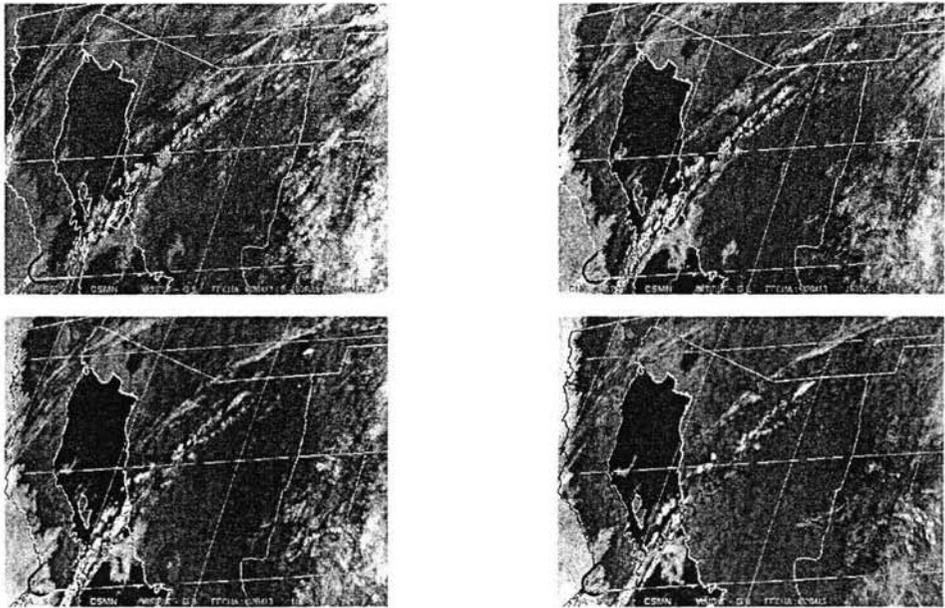
Cada sector recibe las imágenes de satélite a intervalo de tiempo de 15 minutos, periodo adecuado para distinguir los cambios de los fenómenos atmosféricos que constituyen el estado del tiempo.

METODOLOGÍA.

El método empleado en la detección de nieblas se fundamenta en la percepción de sus características y en los procesos atmosféricos que los originan, como el contenido de humedad y las bajas temperaturas que se producen en la noche y madrugada. Por la mañana al aumentar la temperatura del aire las gotitas de agua se evaporan y la niebla se disipa.

Otra característica típica de las nieblas es que permanecen en el mismo lugar a diferencia de las nubes que son arrastradas por el viento. Esto supone la existencia de calma o viento muy débil cerca de la superficie terrestre y fuertes corrientes de aire en niveles medios y altos de la atmósfera.

La niebla tiene un comportamiento muy peculiar; cuando se forma es de gran dimensión, pero ésta va disminuyendo conforme el calor de los rayos de sol actúan evaporándola, poco a poco. La evaporación es muy peculiar en el caso de las nieblas, ya que se manifiestan de afuera hacia dentro, es decir se hace cada vez más pequeña en el mismo lugar, hasta que desaparece. La secuencia mencionada de la evaporación de las nieblas se aprecia en la. **(Fig. 11)**



FUENTE: Servicio Meteorológico Nacional.

(Fig. 11) 0. Secuencia de cuatro imágenes de satélite que muestran la evolución de un banco de niebla, en la proximidad a la costa sur del estado de Sonora, correspondiente al sector Chihuahua. Abril 3, 2002. En esta imagen el intervalo de tiempo de la niebla fue de dos horas aproximadamente, en la primer imagen la hora de detección fue a las 13:50GMT y su disipación total fue a las 15:34GMT.

RESULTADOS.

Para la detección de nieblas se utilizaron las imágenes del satélite meteorológico GOES 8 en el canal visible e infrarrojo, proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional, a través del SIMAA.

Se revisaron las imágenes de todos los días del año 2002, previo proceso de selección. Aproximadamente cada 15 minutos, el satélite envía imágenes del estado del tiempo ,en ocasiones se reciben hasta 100 imágenes diarias y en otras muy pocas, algunas de éstas se eliminan por presentar algún daño. En promedio se obtienen 20 imágenes de satélite por día en buenas condiciones, en cada una de las bandas o canales (**Fig.7**). Estas imágenes son almacenadas dentro de un sistema de información de monitoreo atmosférico ambiental (SIMAA) por la subgerencia de monitoreo ambiental del Servicio Meteorológico Nacional.

Para detectar las nieblas se tuvieron que revisar alrededor de 700 imágenes por cada uno de los tres sectores, lo que dio un total de más de 2000 imágenes solo del canal visible, pues también se analizaron imágenes del canal infrarrojo.

Las imágenes en infrarrojo detectan los puntos de calor, y dentro de este trabajo se revisaron estas imágenes, para identificar nieblas; por ser nubes bajas con temperaturas relativamente altas si las comparamos con las nubes de mayor altitud formadas por cristales de hielo. Sin embargo en muchas ocasiones las

imágenes del canal infrarrojo no coincidieron en tiempo con las imágenes en visible, es por esta razón que en el CD², que se anexa en este trabajo, no todas las nieblas tienen la imagen en el canal infrarrojo.

Los resultados finales fueron los siguientes:

SECTOR COAHUILA	DIAS CON NIEBLA	NÚMERO DE NIEBLAS	ESTADOS				NE DE COAH. Y SUR DE NL
			CHIH.	COAH.	NLEON	SON.	
ENERO	12	17	2	13	1		1
FEBRERO	5	19	6	13			
MARZO	8	18	4	14			
ABRIL	4	8	1	6	1		
MAYO	12	40	7	33			
JUNIO	9	22	4	18			
JULIO	14	34	7	27			
AGOSTO	21	58	38	12		8	
SEPTIEMBRE	13	30	19	8	2	1	
OCTUBRE	10	26	8	18			
NOVIEMBRE	4	12	8	4			
DICIEMBRE	9	34	14	14	5	1	
TOTAL ANUAL	121	318	118	180	9	10	1

Fig. 12. Distribución mensual y cobertura espacial de las nieblas en el sector Coahuila.

² Para que se pueda consultar y apreciar la dimensión y localización de las nieblas que se detectaron en el año 2002 fueron almacenadas en un CD, el cual se anexa en el presente trabajo

SECTOR CHIHUAHUA					
MES	DIAS CON NIEBLA	NÚMERO DE NIEBLAS	CHIH.	SON.	BAJA CALIFORNIA.
ENERO	8	20	2	8	10
FEBRERO	11	61	20	17	24
MARZO	8	27	3	3	21
ABRIL	18	49	8	8	33
MAYO	20	43	3		40
JUNIO	23	79	13	27	39
JULIO	15	27		6	21
AGOSTO	25	96	36	28	32
SEPTIEMBRE	22	62	17	20	25
OCTUBRE	10	23	1	7	15
NOVIEMBRE	5	14	3	2	9
DICIEMBRE	7	33	11	16	6
TOTAL ANUAL	172	534	117	142	275

Fig. 13. Distribución mensual y cobertura espaciada de las nieblas en el sector Chihuahua.

SECTOR NUEVO LEON									
MESES	DIAS CON NIEBLA	NÚMERO DE NIEBLAS	TAMPS.	NLEON	COAH.	SE DE CHIH.	ENTRE TAMPS. Y SUR DE NL	ENTRE COAH Y NL.	N DE NLEON Y TAMPS.
ENERO	16	32	15	12	1				4
FEBRERO	11	30	8		8	1		9	4
MARZO	14	25	12	7	1		2	3	
ABRIL	22	55	18	19	4		11		3
MAYO	20	52	8	17	7		13	7	
JUNIO	16	68	13	32	11	1	11		
JULIO	10	19	3	8	5		3		
AGOSTO	16	22	7	15					
SEPTIEMBRE	8	24	7	6	11				
OCTUBRE	11	16	7	3	6				
NOVIEMBRE	11	43	6	16	20	1			
DICIEMBRE	11	25	4	15			6		
TOTA ANUAL	166	411	108	150	74	3	46	19	11

Fig. 14. Distribución mensual y cobertura espaciada de las nieblas en el sector Nuevo León.

En cuanto a la duración de las nieblas, el promedio fue de tres horas, siendo la hora de inicio las 13:53 y la hora de evaporación y disipación las 17:07 GMT, correspondientes a las horas locales de la ciudad de México, 7:53 y 11:07, respectivamente.

La información anterior se resume en las gráficas siguientes:

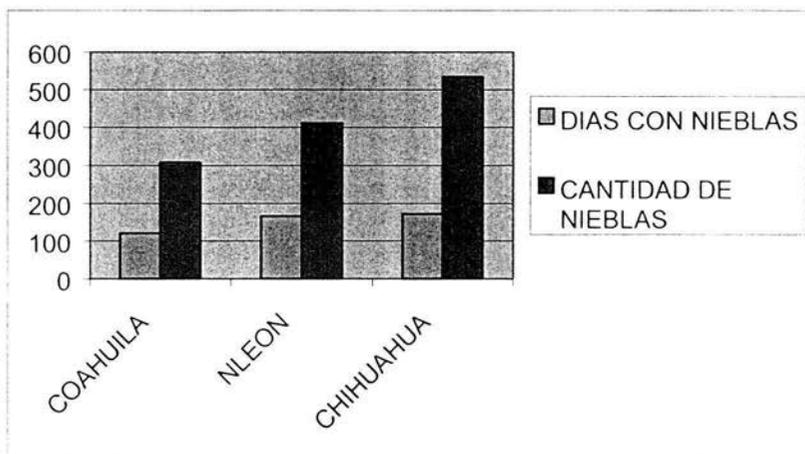


Fig. 15. Comparación entre el número de días que se presentaron nieblas y el total de ellas en cada uno de los sectores.

En la figura 15, se observa que el sector Chihuahua fue el de mayor número de nieblas, porque en él se encuentra el estado de Baja California que se distingue por ocupar el primer lugar con nieblas de toda el área de estudio, con un total de 136 días, durante el año 2002.

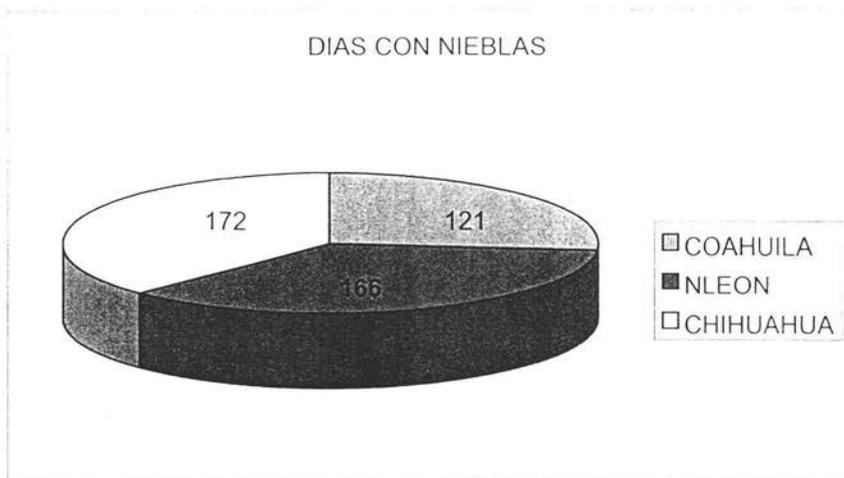


Fig. 16. Gráfico que muestra la distribución del número de días con nieblas en cada uno de los sectores que constituyen el área de estudio.

Nuevo León fue el segundo estado con mayor número de días con nieblas. En éste, se concentraron en el norte y sureste, en los límites con el estado de Tamaulipas, esto se puede observar en los mapas finales del trabajo.

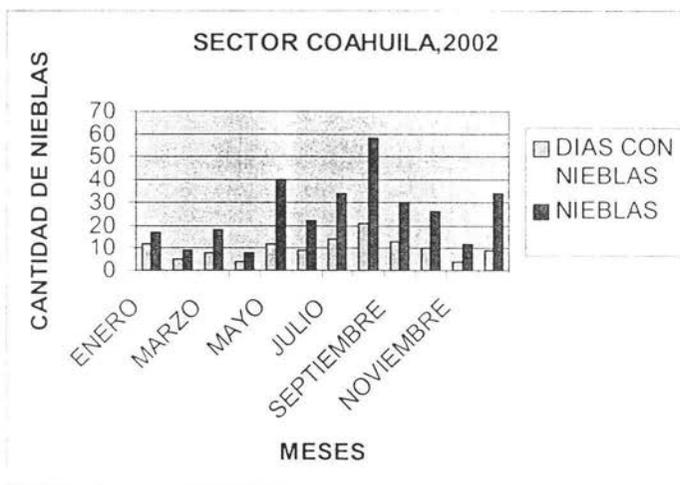


Fig. 17. Relación entre el número de días y la cantidad de nieblas en el sector Coahuila.

En cuanto a los meses con mayor presencia de nieblas fueron, mayo, agosto y diciembre en el sector Coahuila y en el sector Nuevo León abril, mayo y junio y en el sector Chihuahua junio, agosto y septiembre.

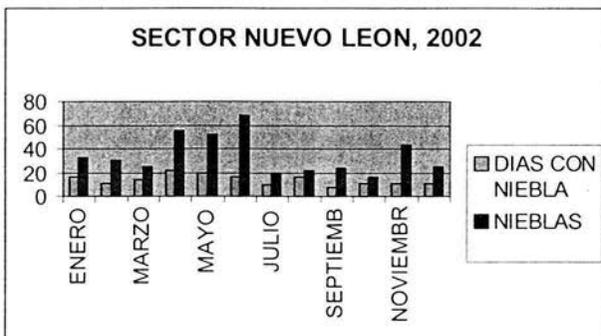


Fig. 18. Relación entre el número de días y la cantidad de nieblas en el sector Nuevo León.

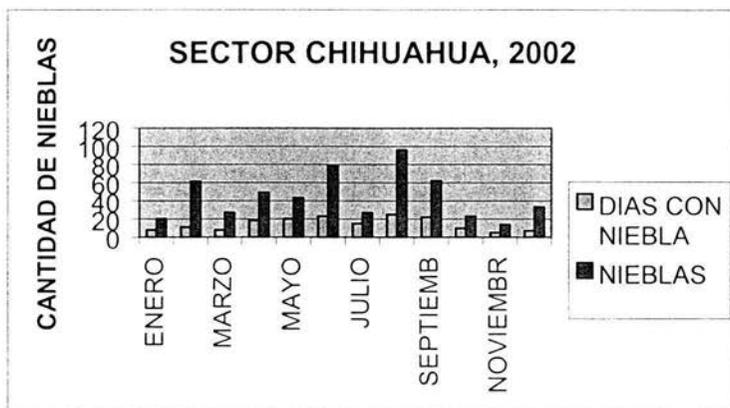


Fig. 19. Relación entre el número de días y la cantidad de nieblas en el sector Chihuahua.

De toda el área de estudio los lugares en los que se detectaron mayores cantidades de nieblas, fueron: Ensenada, en Baja California; Monte Morelos, Hualahuises, Iturbide, Aramberri, Anáhuac, Lampazos, Ciudad. Villaldama y Cerralvo, en el estado de Nuevo León, y San Carlos y Burgos, en el estado de Tamaulipas. Esto lo podemos observar en las figuras 19, 21 y 22.

Como se puede observar en las figuras 20 y 21, en el norte del estado de Coahuila, en apariencia, se presentaron considerable número de nieblas, sin embargo no es así, ya que si se toma en cuenta el número de días del año, en realidad son pocas, alrededor de 40, las nieblas se presentaron en mayor número en el norte del estado en las localidades de ciudad Acuña y en Zaragoza.

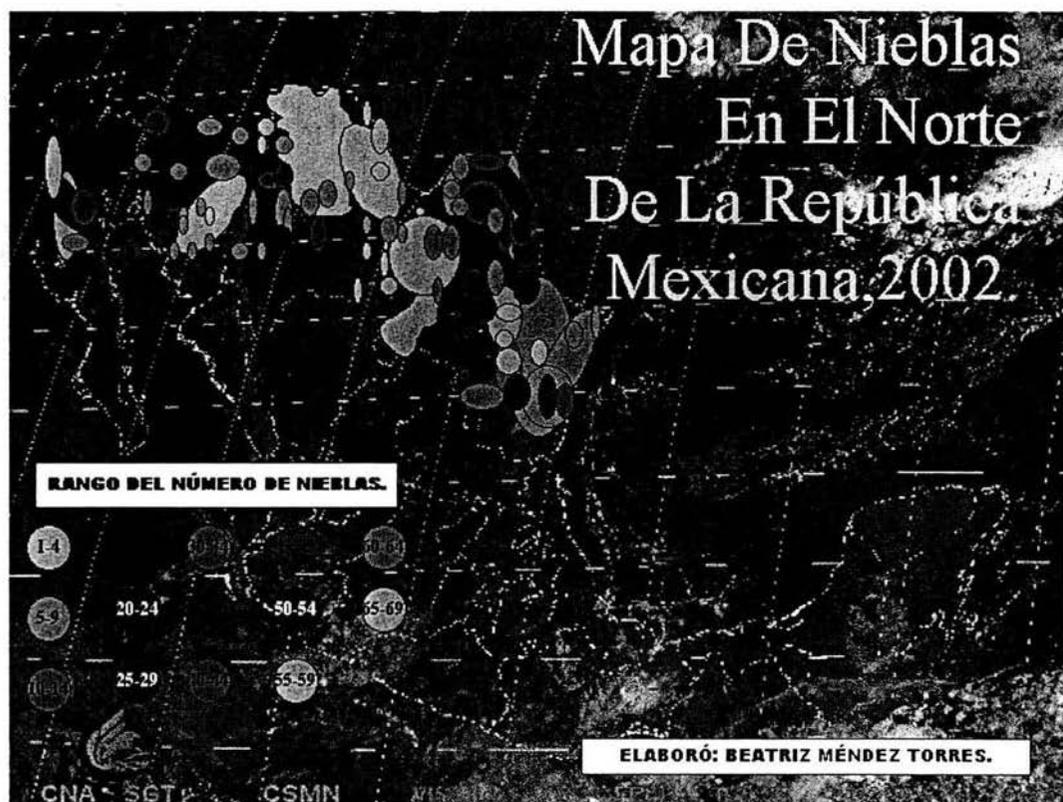


Fig. 20. Mapa del norte de la República Mexicana que muestra la distribución espacial de las nieblas, en el año 2002; los círculos muestran el número de nieblas durante todo el año.

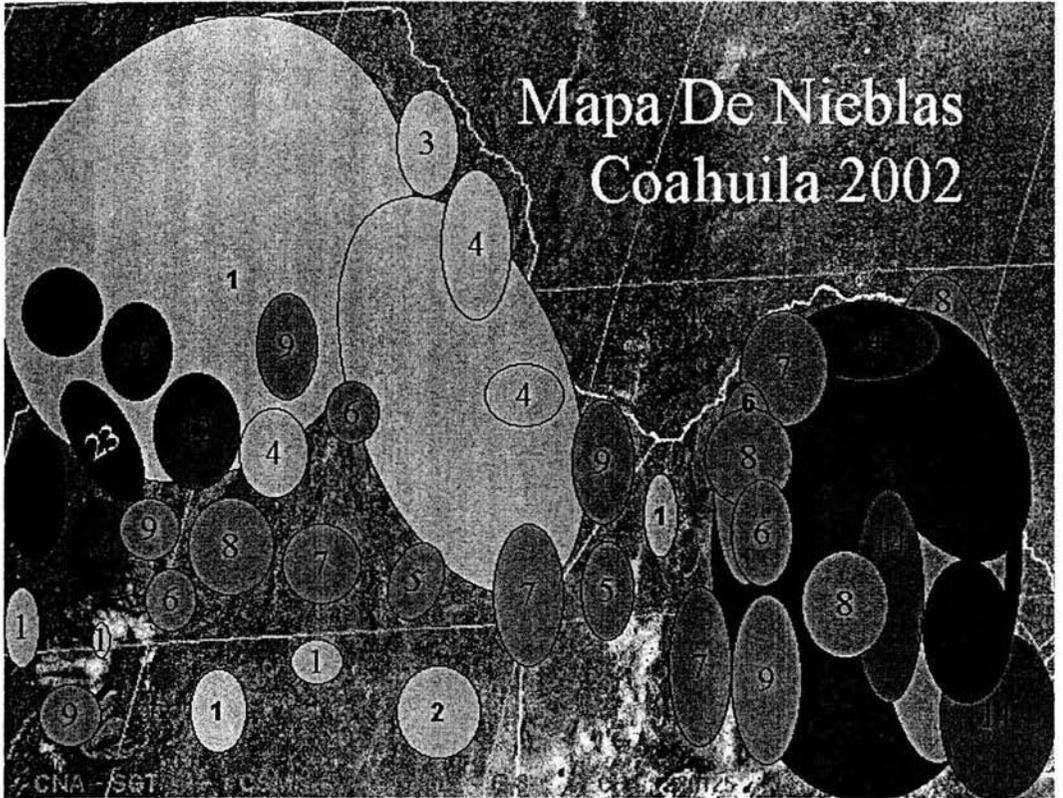


Fig. 21. Distribución de nieblas en el sector Coahuila, durante el año 2002; los círculos muestran el número de nieblas durante todo el año.

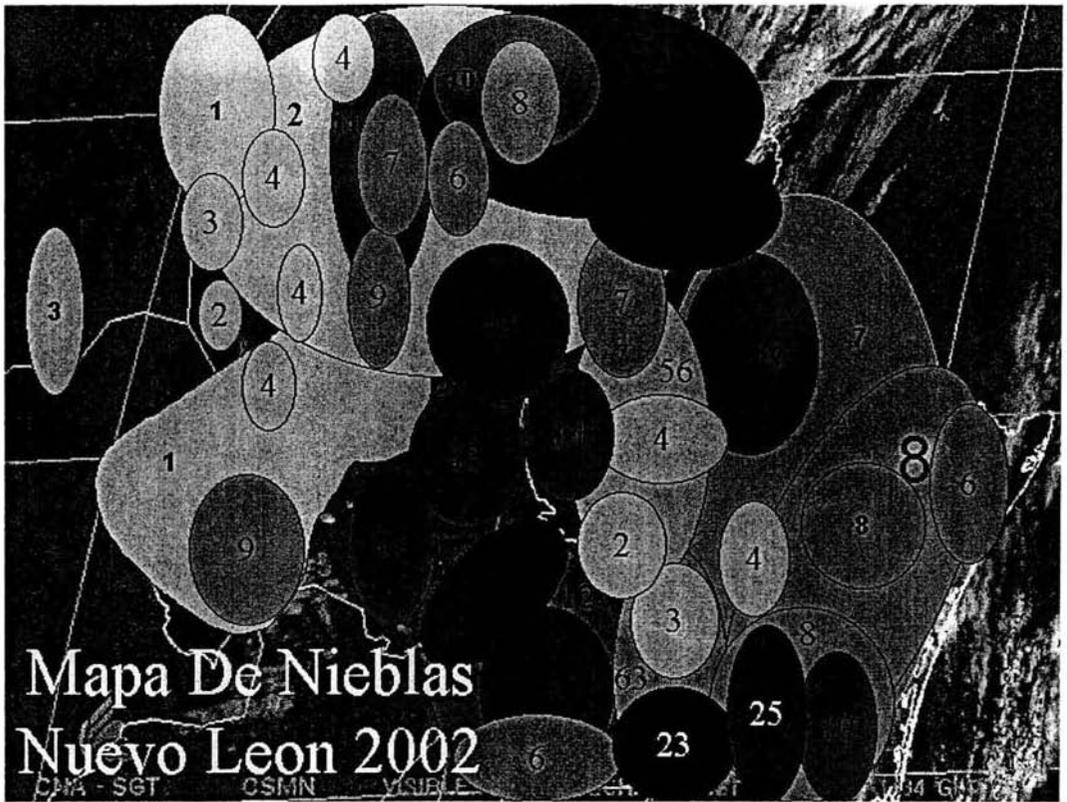


Fig. 22. Distribución de nieblas en el sector Nuevo León, durante el año 2002; los círculos muestran el número de nieblas durante todo el año.

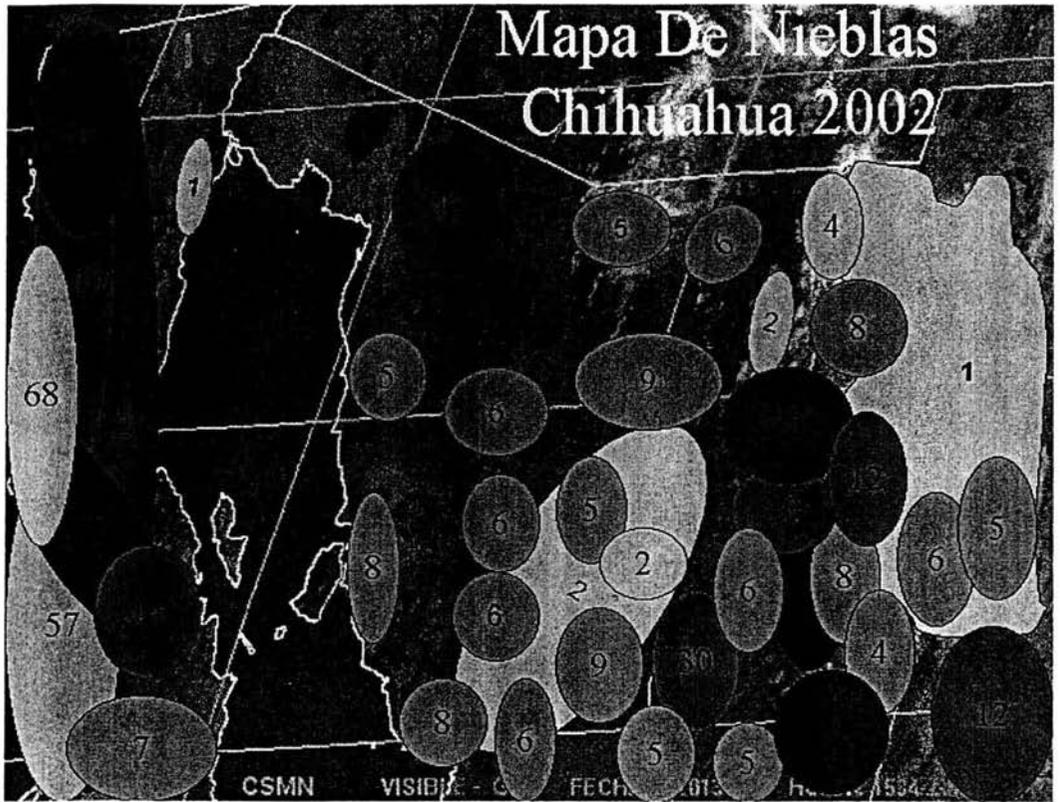


Fig. 23. Distribución de nieblas en el sector Chihuahua, durante el año 2002; los círculos muestran el número de nieblas durante todo el año.

CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos muestran que las nieblas resultaron ser abundantes, durante el año 2002, pues de acuerdo con las gráficas se llegaron a tener hasta 172 días con nieblas en el sector Chihuahua, en este sector se localiza el municipio de Ensenada en Baja California, en donde efectivamente, según el Servicio Meteorológico Nacional, Ensenada es un lugar que presenta en promedio 175 días con nieblas; en cuanto al resto de los estados bajo estudio, las gráficas muestran un alto número de nieblas por sector (más de 100 días) como se puede ver en la gráfica número 2, sin embargo las nieblas se distribuyen en todo el territorio del norte de la República, que como ya se dijo en el primer capítulo, es muy extenso y corresponde a más del 44% del total del país, por lo que la distribución de nieblas es muy desigual y en muy pocos lugares es constante. Esto se puede apreciar en el mapa final en donde al parecer en todo el territorio del norte se presentaron nieblas, sin embargo hay lugares en los cuales la presencia de nieblas fue escasa con uno u hasta cuatro días del año solamente con nieblas.

El norte del país, por sus características geográficas, requiere alternativas reales, para la obtención de agua. Los resultados que se obtuvieron en este estudio, se espera que sean utilizados en futuras planeaciones para la captación de agua en los estados más áridos del territorio mexicano, junto con un trabajo de campo en el cual se evalúen las características geográficas del lugar, pues las imágenes de

satélite son solo una herramienta muy útil, pero no se puede dejar a un lado el trabajo de campo.

Hay que recordar que la obtención de agua mediante el método de malla es una alternativa real, no es complicada su implementación y no requiere altos costos, pues este método se ha aplicado en algunos países con territorios muy áridos, tal es el caso de Chile y Perú, en donde se han construido gigantescas redes de nylon, para extraer agua de la niebla, que cubre diariamente las áridas costas chilenas y peruanas.

Hay que señalar que la cantidad de agua que se puede obtener de las nieblas es para una pequeña comunidad, pero la recolección de agua de lluvia o de niebla en pequeños volúmenes, para consumo humano en los núcleos de población establecidos dentro de regiones de escasa precipitación pluvial, es una práctica en la cual muchas veces depende la vida. (Velasco, 1991).

BIBLIOGRAFÍA.

- Atlas Nacional de México (1990), Vol. II. UNAM, México.
- Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana (1989). Porrúa, México.
- Barrett, E. (1974). *Climatology from satellites*. Methuen, Londres.
- Barry, R. (1980). *Atmósfera, tiempo y clima*. Omega, Barcelona.
- Battan, J (1977). *El radar explora la atmósfera*. EUDEBA, Buenos Aires.
- Battan, J (1965). *Física y siembra de nubes*. EUDEBA, Buenos Aires.
- Besancenot, J. (1991). *Clima y Turismo*. Masson, Barcelona.
- Camacho, B. (2001). *Redes de comunicaciones de datos*. Universidad de Venezuela, Venezuela.
- Cuadrat, M. (1997). *Climatología*. Cátedra, Madrid.
- Donn, W. (1978). *Meteorología*. Reverté, España.
- Durant, F. (1982). *Geografía de los aires*. Ariel, Barcelona.
- Fernández, A. (1987). *Los efectos de la meteorología sobre la economía nacional*. INM, Madrid.
- Fernández, F. (1996). *Manual de climatología aplicada*. Síntesis, Madrid.
- Flohn, H. (1968). *Clima y tiempo*. Guadarrama, Madrid.
- Floyd, F. (1978). *Remote sensing*. Fremam and Company, San Francisco.
- García, E. (1986). *Apuntes de climatología*. UNAM, México.
- Gribbin, J. (1986). *El clima futuro*. Salvat, Barcelona.
- Hernández, F. (2002). *Introducción al estudio de los sistemas de tiempo en el espacio Mexicano*. UNAM, México.

- Hernández, M. (1990). *Situaciones de tiempo en el noroeste de México*. Investigaciones geográficas No. 39, UNAM, México.
- Jáuregui, E. (1965). *Isotermas extremas e índice de aridez en la República Mexicana*. UNAM, México.
- Labeyrie, J. (1988). *El hombre y el clima*. Gedisa, Barcelona.
- Marshall, J. (1972). *El aire en el que vivimos*. Diana, México.
- Mauder, W. (1970). *The value of the weather*. Methuen and Co, Londres.
- Miller, A. (1966). *Climatología*. Omega, Barcela.
- Pagney, P. (1982). *Introducción a la climatología*. Oikos-tau, Barcelona.
- Quantick, H. (2002). *Climatology for air line Pilots*. Blackwell Science, USA.
- Rogers, R. (1977). *Física de las nubes*. Reverté, España.
- Roth, G. (1979). *Meteorología*. Omega, Barcelona.
- Sadourny, R. (1994). *El clima de la Tierra*. Dominós, España.
- Scorer, R. (1986). *Cloud investigation by satellite*. Ellis Horwood, Londres.
- Tunck, H. (1971). *Meteorología*. Alianza, Madrid.
- Velasco, H. (1991). *Las zonas áridas y semiáridas*. Limusa, México.
- Viers, G. (1987). *Climatología*. Oikos-tau, España.

