

MEDICIÓN DE CAPA LIMITE ATMOSFERICA MEDIANTE UN LIDAR

G. FOCHESTATTO, M. LAVORATO, C. ROSITO, E. QUEL, A. GIRALDEZ*

CEILAP (CITEFA-CONICET). Zufriategui 4380.(1603) Villa Martelli-

e-mail: root.@udeceilap.edu.ar.

*SENID. Av. Libertador 327, (1638) Vte. Lopez.

Se realizaron mediciones de la altura de Capa Limite Atmosférica (CLA), utilizando un sistema LIDAR desarrollado en el CEILAP. Las mediciones fueron efectuadas en Villa Martelli, Pcia. de Buenos Aires (34.6S/58.5W) a partir de septiembre de 1994 efectuando mediciones diurnas y nocturnas. De los resultados obtenidos hasta la fecha se identifica la variación y la estructura de la capa limite, que actúa como barrera de difusión de los gases desde la baja hasta la atmósfera media. Por ello, el conocimiento de su ubicación y estructura así como su comportamiento resulta de gran interés en el estudio de la contaminación ambiental.

We perform measurements of boundary layer height by means of a Lidar, CEILAP made. The night time and day time measurements was made at Villa Martelli, Buenos Aires (34.6S/58.5W) since September of 1994. We appreciate, through the acquired signals, the boundary layer structure and variability. Your acknowledge, position and evolution is very important for pollution study's.

I. INTRODUCCIÓN.

La capa límite atmosférica (CLA) es la parte de la tropósfera donde los parámetros característicos de la atmósfera son directamente influenciados por la presencia de la superficie terrestre. Esta influencia es de naturaleza dinámica ya que los flujos de calor y humedad son influenciados por el sol y los vientos.

La dinámica se basa en la creación de una capa caliente de aire mas liviana por debajo de una capa fría pesada y estable. Siendo por lo tanto este estado inestable apareciendo movimientos de convección en la capa inferior. Estas capas de aire al calentarse evolucionan generando turbulencias en la parte superior. Este proceso se desarrolla a lo largo de todo el día en forma cíclica.

El estudio de capa límite atmosférica es muy importante dado que permite mejorar las predicciones climáticas y estudiar la polución atmosférica; puesto que ella hace de reservorio de calor, de vapor de agua y de poluentes emitidos por la superficie terrestre.

II. CAPA LÍMITE - EVOLUCIÓN DIARIA

Se pueden distinguir tres estados en la evolución diaria de la CLA según las temperaturas del suelo T_s y del aire T_a

-Capa límite neutra es un caso bastante raro salvo sobre el mar en la noche o con una cobertura nubosa uniforme y persistente $T_s = T_a$.

-Capa límite inestable es el caso diurno; esta capa es turbulenta en sus fases convectivas lo cual permite un incremento de los fenómenos de transporte de calor. $T_s > T_a$.

-Capa límite estable es el caso nocturno. $T_s < T_a$.

Capa límite inestable

La capa límite inestable se pueden dividir en tres partes las que se visualizan en la fig. 1:

-Capa límite superficial se desarrolla hasta algunas decenas de metros y representa del 5 al 10% de la CLA.

-Capa límite de mezclado o capa límite planetaria su altura varía en función del tiempo desde algunas centenas de metros hasta los 2000m y representa del 35 al 80 % de la CLA.

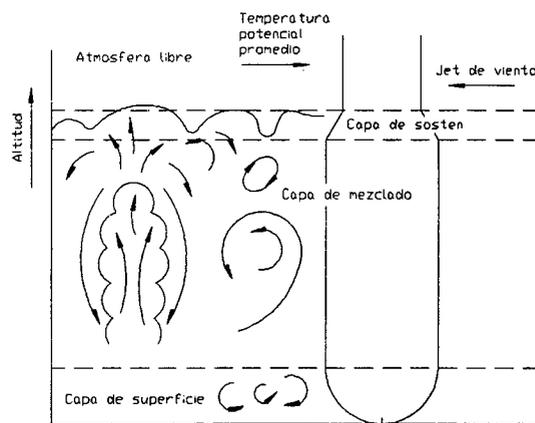


Figura. 1 - Representación esquemática de la CLA convectiva.

-Capa límite de sosten es la zona donde la CLA experimenta fuertes fluctuaciones temporales y ocupa algunos cientos de metros; representa del 10 al 60% de la CLA.

El mecanismo que maneja la turbulencia en la CLA convectiva es la ascensión por calentamiento de la masa gaseosa originando las *térmicas*; grandes columnas de fluido caliente que ascienden conteniendo poluentes y humedad ⁽¹⁾.

III. EL SISTEMA LIDAR

El lidar consta de un sistema emisor laser y un de receptor óptico.

Es sistema de emisión utiliza una fuente de radiación laser de alta potencia de Nd:YAG pulsado a 10 Hz con ancho de pulso óptico menor que 10ns doblado en frecuencia a 532 nm.

La recepción se logra por medio de un telescopio tipo Newtoniano, compuesto por un espejo parabólico $f/2$ de 500 mm de diámetro focalizado sobre un fotomultiplicador tipo Thorn - Emi con 63.5 cm^2 través de un filtro interferencial angosto. El telescopio permite obtener una imagen inferior a los 100 mm a máxima luminosidad.

La señal se digitaliza con un ancho de banda de 20 MHz y 12 bits de resolución comandado a través de una interfase GPIB.

IV. MEDICIÓN DE CAPA LÍMITE POR MEDIO DEL LIDAR

El pulso laser es retrodifundido por las moléculas de aire, las gotas de agua y los aerosoles. La concentración de los mismos es superior en la CLA, comparada con la atmósfera libre, ya que provienen de la superficie terrestre y son llevados verticalmente por la turbulencia; presentando así una concentración distribuida en la CLA y un gran gradiente de concentración en su límite superior. Esta "discontinuidad vertical" en la concentración causa un fuerte retorno de señal haciendo posible el seguimiento y medición de este límite.

El sistema permite una exploración a intervalos de tiempos regulares y próximos una misma zona de la atmósfera sin perturbarla lo cual lo hace superior a otros métodos de medición.

Presentamos en este trabajo las mediciones de altura de capa límite atmosférica así como el método para su determinación. También se presenta un gráfico mostrando la evolución diaria en los diferentes estados de la CLA.

Se muestra en la fig. 2 una señal de retrodifusión típica para la medición de capa límite atmosférica $P(R)$. En la fig. 3 se muestra la señal "logarítmica corregida en rango" $\ln(P(R) \cdot R^2)$, en la cual se visualiza más nitidamente la variación de retrodifusión debida a la CLA. A ambos lados de la CLA se evidencia la variación de pendientes experimentada por la señal.⁽¹⁾

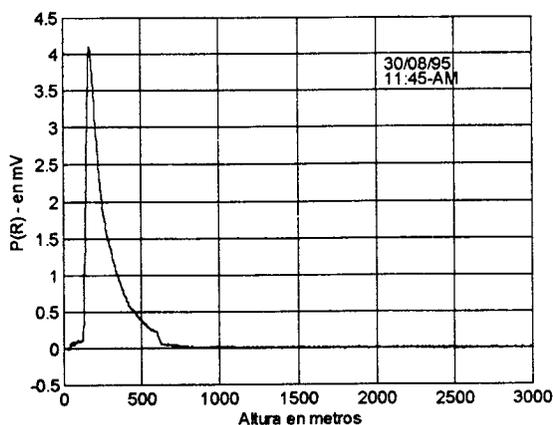


Figura. 2 - Señal Lidar para monitoreo de CLA.

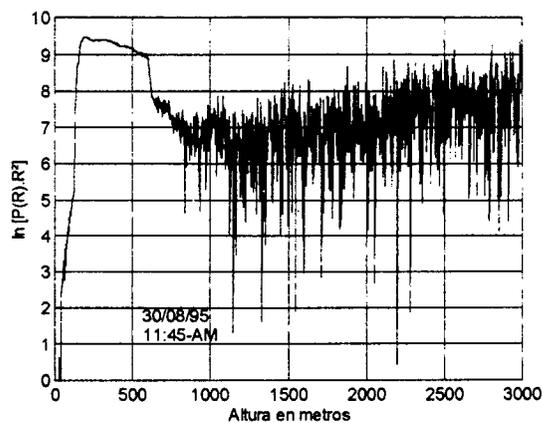


Figura. 3 - Señal Lidar corregida en logaritmos y en rango.

En la figura 4 se muestra la evolución diaria de la CLA sobre mediciones tomadas a lo largo de un día claro y sin nubes con visibilidad óptima.

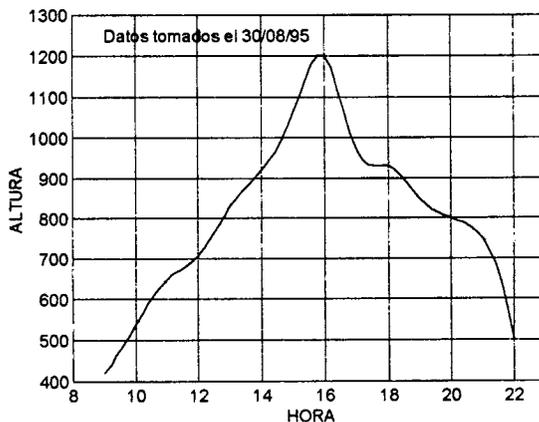


Figura 4 - Evolución diaria de la CLA.

En la figura 5 se muestra la evolución de la CLA durante el periodo Septiembre '94 - Agosto '95 sobre mediciones tomadas entre las 19:30hs y las 20:00hs durante varios días de cada mes con características de: día claro y sin nubes con visibilidad óptima.

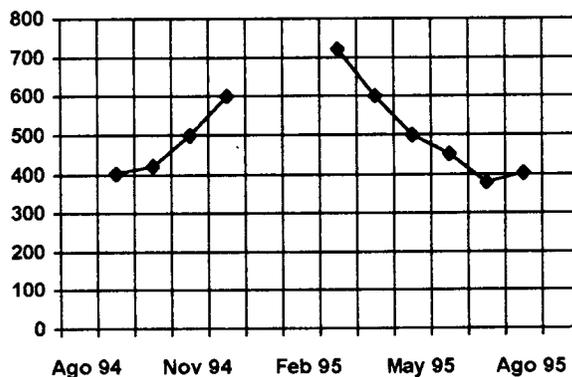


Figura. 5 - Evolución estadística - anual de la CLA.

V. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Se observa que durante la madrugada y hasta el amanecer la CLA se mantiene estable a una altura que dependerá de la época del año entre los 400 y 600 metros. Con la salida del sol su altura aumenta hasta llegar a un máximo que se encuentra en el orden de los 1200 metros, (en pleno verano puede pasar los 1400 m) entre una hora y dos horas después del mediodía solar. Luego decrece rápidamente hasta la puesta del sol alcanzando un estado estable hasta el día siguiente.

Se dispone de un sistema operativo de medición permanente y remota de la Capa Límite. Con este sistema se han efectuado además seguimientos de cirrus desde 7500m hasta 12500m.

Se esperan efectuar mediciones de perfiles de retrodifusión, concentración de aerosoles, espesor geométrico y óptico de nubes; así como también seguimientos de CLA diurnos y nocturnos con el fin de estudiar los fenómenos de transporte de aerosoles y poluentes a la atmósfera libre.

VI. REFERENCIAS.

- 1- Etude de la Couche Limite Atmospherique par Teledetection Lidar Active. LMD - Rapport -Ecole Polytechnique, France 1989. R. Claudon et P. Pailloux.
- 2- Lidar de Nd:YAG para medición de parámetros atmosféricos. M.B. Lavorato, G.J.Fochesatto, E.J. Quel, C.A. Rositó, G.D. Santiago, A.L. Peuriot. Trabajo 4-20, 79ª Reunión Nacional de Física, Villa Giardino - Córdoba - 1994.
- 3- Laser monitoring of the atmosphere. R.D Hinkley. Springer Verlag - 1976