

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS MEDICIONES DE OZONO BRINDADAS POR UN FOTÓMETRO SOLAR COMERCIAL

Liliana Silvia Petcoff

Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata
Funes 3350, 7600 Mar del Plata, Argentina
FAX (54-2965) 428402 / 421080, correo electrónico: lpetcoff@mdp.edu.ar

Jorge O. Tocho

Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata y
Centro de Investigaciones Ópticas (CIC – CONICET), CC 124, 1900 La Plata, Argentina
FAX (54-221) 471 2771, correo electrónico: jorget@ciop.unlp.edu.ar

RESUMEN

Desde la primavera de 1998 opera en la ciudad de Mar del Plata un fotómetro solar Microtops II que brinda valores totales de ozono y de agua precipitable, junto a la densidad óptica de la atmósfera en 1020 nm. Este trabajo brinda una caracterización inicial de la calidad de los resultados de las mediciones de ozono por medio de un análisis comparativo con los suministrados por NASA para la ubicación mencionada. Para el periodo que va desde agosto de 1998 hasta fines de marzo de 1999, los valores medidos presentan una sobre-estimación de aproximadamente un 5 % respecto de los valores TOMS del satélite Earth Probe. Se analizan también las posibles dependencias de los resultados con la hora de la medición, con la cantidad de ozono presente y con el envejecimiento del instrumento.

INTRODUCCIÓN

El Microtops II (Solar Light Inc., 1997) es un fotómetro solar portátil de bajo costo preparado para medir ozono atmosférico total mediante la técnica de espectroscopía de absorción diferencial (Jaque *et al.*, 1996). El instrumento es un desarrollo comercial del medidor construido hace unos años por Mims (Mims, 1992). La facilidad de la operación, la potencia del microprocesador incluido y la calidad de los componentes empleados en la construcción, hacen suponer que este instrumento permitirá hacer relevamientos de la capa de ozono en condiciones impensables para instrumentos convencionales.

Dada la importancia turística de todo el litoral atlántico de la provincia de Buenos Aires y la ausencia de datos terrestres de la capa de ozono para esa región geográfica, se ha decidido instalar de manera permanente el instrumento en la ciudad de Mar del Plata. Este trabajo analiza los primeros resultados obtenidos con los canales UV que permiten calcular el espesor de la capa de ozono. Las mediciones IR, que brindan datos sobre agua precipitable y aerosoles, serán analizadas en otro momento.

EQUIPO EXPERIMENTAL

El instrumento instalado en Mar del Plata posee 5 canales espectrales que operan en 305 nm, 312 nm, 320 nm, 940 nm y 1020 nm, con un ancho de banda de 1.4 nm los 3 primeros y de 10 nm los 2 últimos. Está provisto además de un barómetro que mide la presión atmosférica en el momento de cada medición. Los canales UV permiten realizar 3 mediciones simultáneas de ozono; la indicada como OZ 1/2, que utiliza la relación de las irradiancias de los canales más energéticos, la OZ 2/3 que emplea los canales de longitud de onda más largas y la "corregida" que utiliza las 3 mediciones UV, brindando un valor de ozono calculado mediante un algoritmo propio del fabricante.

RESULTADOS OBTENIDOS

Antes de la instalación definitiva en la ciudad de Mar del Plata, el instrumento fue controlado mediante una serie de ensayos realizados en La Plata y en San Luis. La Fig. 1 muestra los resultados obtenidos un día claro para distintas horas de medición. Para ángulos cenitales menores a 80 grados se ha considerado que la masa óptica de ozono puede igualarse a la secante del ángulo cenital. El resultado muestra que OZ corr es la mejor aproximación, para ángulos cenitales pequeños, al valor de ozono suministrado por TOMS, pero muestra una elevada dependencia con la hora de la medición.

Este resultado pone una alerta sobre la precisión de la medida en latitudes altas o con cantidades de ozono muy diferentes a la medida. La indicación OZ 2/3 presenta una dependencia con la masa de aire mucho más reducida, pero el valor es menos exacto. Reiteradas consultas con los fabricantes sobre la posibilidad de que las indicaciones del instrumento estuvieran intercambiadas nunca fueron resueltas.

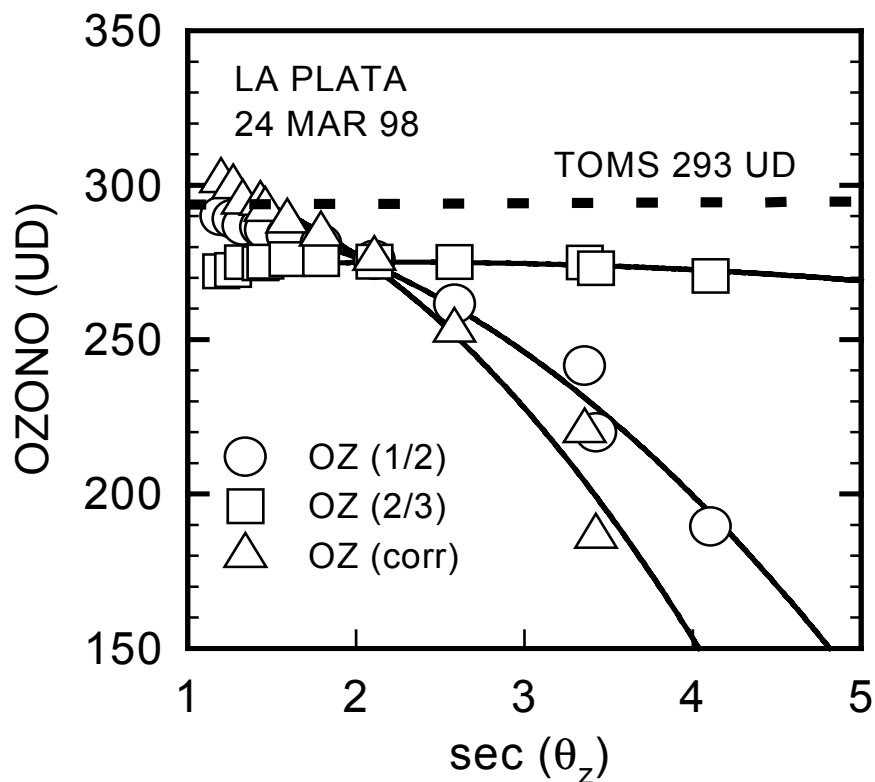


Fig. 1. Indicaciones del instrumento MT II (OZ 1/2, OZ 2/3 y OZ corr) a lo largo de un día de mediciones.

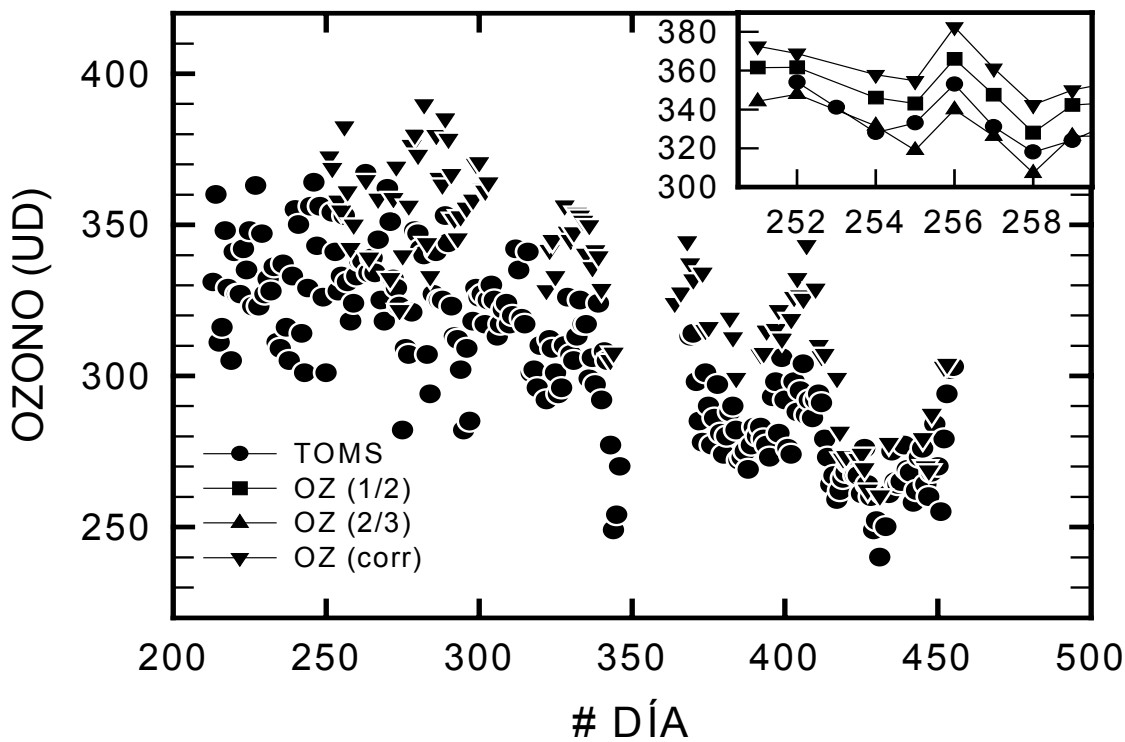
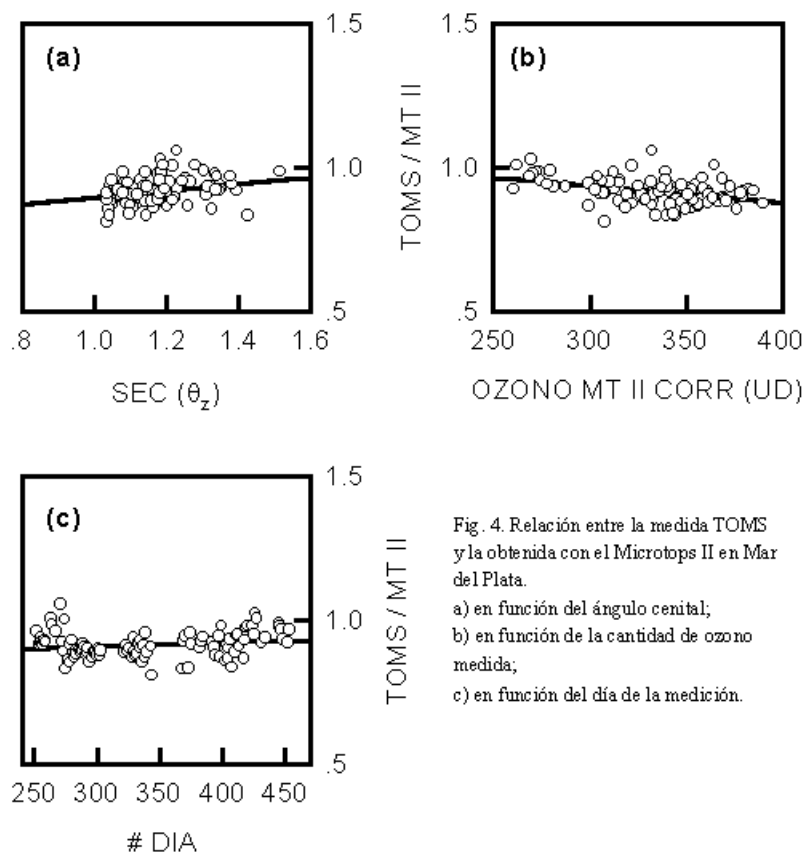
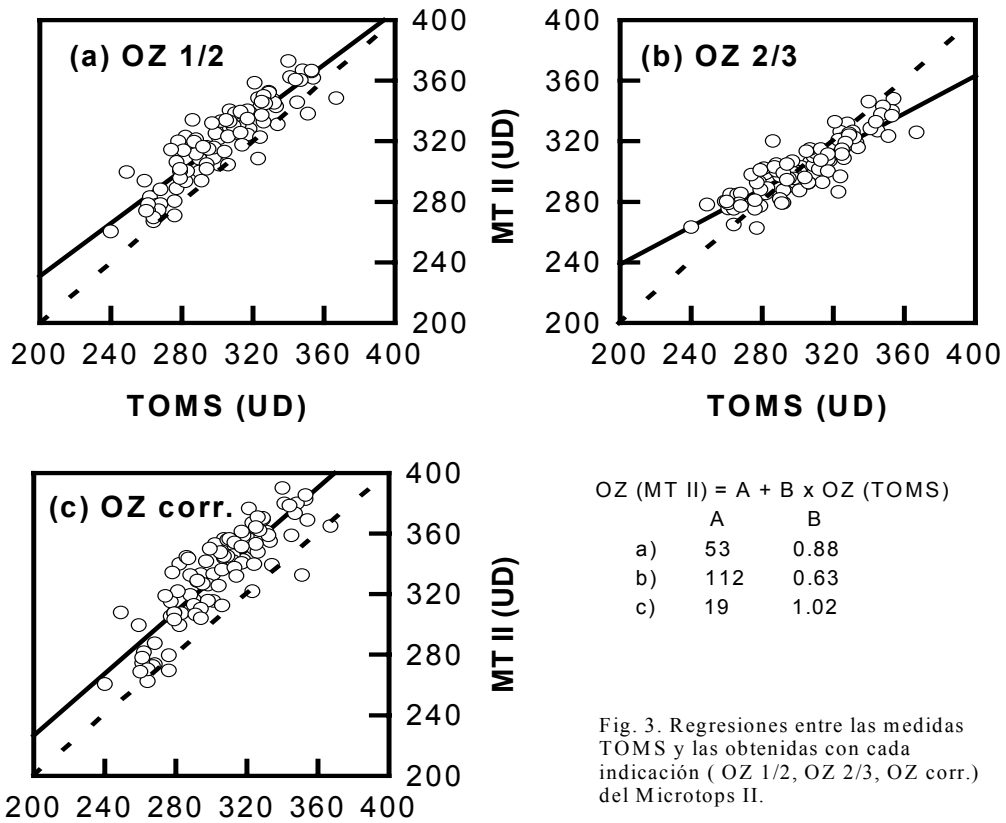


Fig. 2. Serie histórica de mediciones del MT II instalado en MDP. Se comparan los valores TOMS con las indicaciones OZ corr.. El inserto muestra un detalle de los valores diarios.



La serie histórica de mediciones en Mar del Plata se muestra en la Fig. 2 junto a los valores de TOMS. Las medidas sistemáticas comenzaron el día 8 de setiembre pero los días se cuentan desde el primer día de 1998. La serie registra dos interrupciones; la primer semana de noviembre operó en Trelew, donde se intercomparó con un medidor global de UV (GUV-511C) y a fines de diciembre se trasladó a Ezeiza donde se comparó la medición de agua precipitable con los valores obtenidos con radiosondeos. De manera casual este último periodo coincidió con una falla de TOMS, por lo que la pérdida de datos fue mínima. En todos los casos se realizaron 3 mediciones consecutivas y se promediaron; se midió con el menor ángulo cenital posible en condiciones de cielo despejado.

La comparación entre los distintos valores brindados por el MT II y los suministrados por TOMS, analizados como la relación entre ambos, se muestra en la figura 3. La Fig. 3c muestra que la medición OZ corr presenta un corrimiento sistemático de aproximadamente 20 UD en más. El error medio cuadrático (RMSE) para casi 240 mediciones es aproximadamente del 5 %. Las indicaciones OZ 1/2 y OZ 2/3, si bien tienen menor RMSE, muestran errores sistemáticos que dependen de la cantidad de ozono presente.

En la figura 4 se exploran las posibles correlaciones entre el error y las condiciones de la medición. Las dependencias con la masa de aire y con la cantidad de ozono medida muestra una dependencia monótona (sistemática) pero cuantitativamente no significativa ya que es menor a la desviación estándar. La Fig. 4c indica que el instrumento no sufre de un envejecimiento importante.

CONCLUSIONES

Se ha instalado un Microtops II en la ciudad de Mar del Plata con objeto de medir de manera sistemática la cantidad de ozono total en esa ubicación y estudiar paralelamente otros parámetros atmosféricos que pueden determinarse con fotómetros solares. El instrumento posee 2 canales IR seleccionados para medir agua precipitable y aerosoles.

El análisis de los datos obtenidos entre la primavera y el otoño últimos permiten estimar la precisión en la medida de ozono que puede esperarse de este instrumento. La comparación con los valores satelitales obtenidos con TOMS pueden resumirse en los siguientes parámetros: desviación sistemática de 20 UD en más; error medio cuadrático del 5 %.

El punto más conflictivo resultó la fuerte dependencia que muestra la medición "OZ corr" con la masa de aire. Si bien el fabricante indica una validez de la medición hasta masa 3, nuestros resultados indican que no resulta confiable para masa mayor de 2. En cambio, la indicación de OZ 2/3 es constante hasta masa 4. La conclusión obvia es que el instrumento tiene intercambiados los rótulos OZ corr y OZ 2/3, pero el diferente comportamiento del error que presenta cada una de las indicaciones hace que estimemos conveniente emplear la indicación OZ corr con la sustracción de su desviación sistemática de 20 UD.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se efectúa en el marco del proyecto "Aplicaciones de la óptica y de la optoelectrónica al control de las emisiones gaseosas industriales" PID-BID OC-AR 802, Proyecto 00059 y del Proyecto X239, "Estudios fotofísicos de materiales", financiado por la Universidad Nacional de La Plata. LSP es Técnico Principal de CONICET y JOT es Investigador Principal de la misma Institución.

REFERENCIAS

Solar Light Company Inc. (1997). Microtops II, Ozone Monitor & Sunphotometer, User Guide, v 1.40.

Mims, Forrest M. III (1992). How to measure the ozone layer. Science Probe 2, 4, 45-51.

Jaque, F., Tocho, J. O., Da Silva, L., Lifante, G. y Cussó, F. (1996). Penetración del agujero de ozono en Sudamérica, Investigación y Ciencia, febrero, 68-73.