



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

DOCUMENTO FINAL

**GRUPO DE TRABAJO
TELEDETECCIÓN Y SENSORES MEDIOAMBIENTALES**



Congreso Nacional del Medio Ambiente

Cumbre del Desarrollo Sostenible

PARTICIPANTES

Relatores

1. Nombre y apellidos **Adolfo Comerón Tejero**
Institución: **Universidad Politécnica de Cataluña**
2. Nombre y apellidos: **Fernando Davara Rodríguez**
Institución: **Director de la Fundación FUNCOAS de ASIMELEC**
3. Nombre y apellidos: **Ramón Prats Vime**
Institución: **Director de Ingeniería de ADASA Sistemas**
4. Nombre y apellidos: **Victoriano Moreno Burgos**
Institución: **Gerente de Sistemas de Teledetección de INDRA**

Colaboradores Técnicos

- Nombre y apellidos: **Jesús Alpuente Hermosilla**
Institución: **Universidad de Alcalá**
- Nombre y apellidos: **Martín Bastos Martín**
Institución: **Junta de Extremadura**
- Nombre y apellidos: **José María Cámara Viejo**
Institución: **Ayuntamiento de Madrid**
- Nombre y apellidos: **Daniel Carrasco Díaz**
Institución: **INDRA**
- Nombre y apellidos: **Diego Cuasante**
Institución: **Blom Sistemas Geoespaciales**
- Nombre y apellidos: **Juan Antonio Martínez Rojas**
Institución: **Universidad de Alcalá**



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

Nombre y apellidos: **Alicia Meroño Baños**
Institución: **Aquaplan, S.A.**

Nombre y apellidos: **Miquel Molina Peralta**
Institución: **Aquaplan, S.A.**

Nombre y apellidos: **Marino Palacios Morera**
Institución: **INDRA**

Nombre y apellidos: **Michaël Sicard**
Institución: **Universidad Politécnica de Cataluña**

Coordinador

Nombre y Apellidos: **José Javier Martínez Vázquez**
Institución: **IIE. Comité de Ingeniería y Desarrollo Sostenible**



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN: LA CONVERGENCIA IP Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

José J. Martínez Vázquez
Coordinador del Grupo de Trabajo

SPALINET: RED ESPAÑOLA DE LIDARES DE AEROSOLES

M. Sicard, A. Comerón y otros.
Universitat Politècnica de Catalunya

NUEVAS TENDENCIAS EN LA TECNOLOGÍA DE MEDIDA DE CALIDAD DE LAS AGUAS

R. Prats
Director de Ingeniería. ADASA Sistemas

INVENTARIO FORESTAL MEDIANTE TECNOLOGÍA LIDAR

F. Davara () y Diego Cuasante (**).*
() Director de la Fundación FUNCOAS de ASIMELEC*
*(**) Blom Sistemas Geoespaciales*

BROWNFIELDS. DETECCIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS DEL TERRITORIO MEDIANTE TÉCNICAS DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA

Victoriano Moreno Burgos, Marino Palacios Morera y Daniel Carrasco Díaz
INDRA ESPACIO

APLICACIÓN DE TÉCNICAS LÁSER NO INVASIVAS PARA EL ESTUDIO DE MADERAS

Juan Antonio Martínez Rojas, Jesús Alpuente Hermosilla y otros
Universidad de Alcalá

DEFINICIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DE LA RED DE SANEAMIENTO: CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL Y CONTROL DE VERTIDOS

Alicia Meroño Baños y Miquel Molina Peralta
AQUAPLAN, S.A.

REDES DE TELEFONÍA MÓVIL PARA PROTECCIÓN Y CONTROL MEDIOAMBIENTAL: CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD

José J. Martínez Vázquez
Vocal de la AEIT en el Comité de Ingeniería y Desarrollo Sostenible. I.I.E.



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

SPALINET: LA RED ESPAÑOLA DE LIDARES DE AEROSOLES

*M. Sicard¹, F. Rocabosch¹, C. Muñoz¹, S. Tomás¹, A. Comerón¹
M. Pujadas², F. Moleró²
L. Alados-Arboledas³, J.L. Guerrero-Rascado³
J. A. Martínez-Lozano⁴, R. Pedrós⁴
J. P. Díaz⁵, F. J. Expósito⁵
M. Gif⁶, C. Córdoba-Jabonero⁶
A. Requena⁷, J. M. Bolarín⁷
J. M. Moreno⁸*

¹ *Dept. of Signal Theory and Communications, Remote Sensing Lab. (RSLAB),
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), c/ Jordi Girona, 1-3, Edif. D4-010,
08034 Barcelona, Spain; E-mail: msicard@tsc.upc.edu*

² *Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
(CIEMAT), Madrid, Spain*

³ *Grupo de Física de la Atmósfera, CEAMA, Universidad de Granada – Junta de
Andalucía, Granada, Spain*

⁴ *Dept. of Earth Physics and Thermodynamics, Facultad de Física, Universidad
de Valencia, Valencia, Spain*

⁵ *Dept. of Fundamental Physics, Universidad de La Laguna, La Laguna, Spain*

⁶ *Dept. of Earth Observation, Remote Sensing and Atmosphere, Instituto
Nacional de Técnica Aeroespacial, Torrejón de Ardoz, Spain*

⁷ *Depto de Química Física, Facultad de Química, Universidad de Murcia,
Campus de Espinardo, Murcia, Spain*

⁸ *Dept. of chemistry and Environment Engineering, Universidad Politécnica de
Cartagena, Cartagena, Spain*

La caracterización de la atmósfera no sólo en una escala horizontal, sino también vertical, es un valor añadido importante para los modelos de dispersión de los contaminantes y los modelos de predicción del tiempo. Esta información se puede conseguir mediante medidas lidar (radar láser). Lidares embarcados a bordo de satélites (como GLAS, a bordo de ICESAT^[1] (2003), o CALIOP, a bordo de CALIPSO^[1] (2006)) ofrecen una cobertura especial global pero con tiempo de revisita de unos 10 días. Las redes coordinadas de lidares terrestres ofrecen



Congreso Nacional del Medio Ambiente

Cumbre del Desarrollo Sostenible

simultáneamente la alta resolución temporal y vertical de cada estación y el muestreo espacial de la zona geográfica cubierta. A través del mundo existen en estos momentos unas siete redes internacionales de lidares. La Figura 1 muestra la distribución geográfica de estas redes. Una carencia importante de estaciones se ve en África, Australia y en Latino America.

En julio de 2004 la red europea de lidares EARLINET^[1] (A European Aerosol Research Lidar Network to Establish an Aerosol Climatology) se constituyó como una asociación voluntaria de instituciones de investigación con interés específico en la investigación sobre aerosoles atmosféricos. Las estaciones miembros de EARLINET estén representadas por círculos rojos en la Figura 2. Tres grupos españoles (el grupo lidar del Departamento de **Teoría de la Señal y Comunicaciones de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)**, del **Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)** y del Grupo de Física Atmosférica del Centro Andaluz de Medio Ambiente (Junta de Andalucía, Universidad de Granada)) son miembros de la asociación.

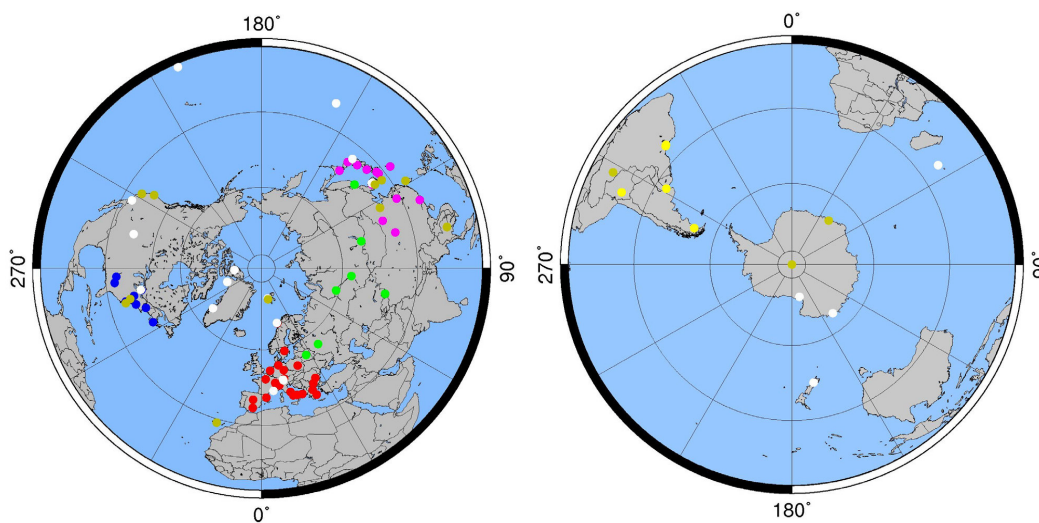


Fig. 1. Redes internacionales de lidares en el hemisferio norte (izquierda) y sur (derecha).

Para extender y reforzar la acción de la asociación EARLINET como un instrumento de observación líder en el ámbito mundial en la determinación de la distribución espacio-temporal de los aerosoles a escala continental, el proyecto EARLINET-ASOS (European Aerosol Research Lidar Network: Advanced Sustainable Observation System) en forma de “co-ordination action” dentro del VI Programa



Congreso Nacional del Medio Ambiente

Cumbre del Desarrollo Sostenible

Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Unión Europea empezó en marzo de 2006.

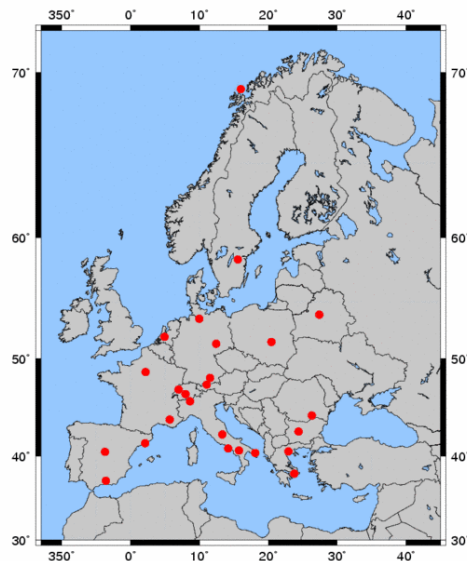


Fig. 2. Distribución geográfica de las 25 estaciones lidar miembros de EARLINET.

SPALINET (Spanish Lidar Network, www.lidar.es/spalinet/), la red española de lidares, se creó en enero 2007 con 8 miembros repartidos en la Península y las islas canarias y se propone reforzar y complementar la consecución de los objetivos de EARLINET-ASOS en los siguientes aspectos:

- Mantener el control de calidad de las estaciones lidar españolas y portuguesas al nivel más alto posible mediante la difusión de buenas prácticas de control y operación de los sistemas, así como la verificación “extremo a extremo” de las prestaciones.
- Establecer normas comunes para instrumentos lidar avanzados, que permitan mejorar la cobertura temporal, los procedimientos de operación, el proceso de



Congreso Nacional del Medio Ambiente

Cumbre del Desarrollo Sostenible

los datos y la recuperación de los parámetros ópticos, microfísicos, etc... de interés.

- Establecer normas para el formato de los datos para facilitar el acceso interno y externo a los mismos (por ejemplo, por parte de investigadores de la atmósfera, modelizadores del clima a escala regional o global, utilizadores de datos de satélites, etc...).
- Servir de núcleo inicial para el desarrollo de la comunidad española y portuguesa de lidares e incentivar la participación en ella para mejorar la cobertura espacial de medidas verticales de aerosoles en el territorio español y portugués ayudando a superar una de las carencias en la implantación geográfica de EARLINET.

Los 8 miembros actuales de la red son (las 3 primeras letras en los paréntesis es la abreviación del nombre de la estación lidar):

- Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. El instrumento está situado en Barcelona (BAR, 41.39N, 2.11E, 115 m asl).
- Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, Madrid. El instrumento está situado en Madrid (MAD, 40.46N, 3.72W, 665 m asl).
- Universidad de Granada, Granada. El instrumento está situado en Granada (GRA, 37.18N, 3.58W, 680 m asl).
- Universidad de La Laguna, La Laguna. El instrumento está situado en La Laguna (LLA, 28.48N, 16.32W, 550 m asl).
- Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, Torrejón de Ardoz. El instrumento está situado en Santa Cruz de Tenerife (SCT, 28.47N, 16.23W, 52 m asl).
- Universidad de Valencia, Valencia. El instrumento está situado en Valencia (VAL, 39.5N, 0.38W, 40 m asl).
- Universidad de Murcia, Murcia. El instrumento está situado en Murcia (MUR, 38.02N, 1.15W, 90 m asl).
- Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena. El instrumento está situado en Cartagena (CAR, 37.37N, 0.57W, 5 m asl).

A continuación en la Figura 3 se visualiza la distribución de las estaciones lidar que forman la red SPALINET.



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible



Fig. 3. Distribución geográfica de las estaciones lidar miembros de SPALINET.

Tabla 1 presenta las principales características de los sistemas que pertenecen a SPALINET. Durante el primer y el segundo año se llevaron a cabo la comparación de sistemas y de algoritmos, respectivamente.

	Unidades	Estación lidar							
		BAR	MAD	GRA	LLA	SCT	VAL	MUR	CAR
Modelo lidar	-	laboratory	laboratory	Raymetrics LR321-D400	Eridan LSA-2c	SES Inc. MPL-3	CIMEL Electr. CAML CE370-2	laboratory	Elight UV11
Elástico IR 1064	mJ	160	-	110	100	-	-	1000	-
Elástico VIS 532	mJ	160	100	65^a	50	0.01^b	0.004	500	-



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

		Estación lidar							
	Unidades	BAR	MAD	GRA	LLA	SCT	VAL	MUR	CAR
Elástico UV 266	mJ	-	-	-	-	-	-	110	-
Elástico UV 390-399	mJ	-	-	-	-	-	-	Si	Si
Elástico UV 255-290	mJ	-	-	-	-	-	-	Si	Si
Raman VIS 607	-	Si	Si	-	-	-	-	Si	-
Raman UV 387	-	-	-	Si	-	-	-	Si	-
Raman UV 407 (WV)	-	-	-	Si	-	-	-	Si	-
PRF	Hz	10	20	10	10	2500	4600	10	20
Capacidad de escaneo	-	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si
Sistema transportable	-	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si
Altura de solapamiento total	km	~0.4	~0.4	~0.3	~0.3	~1.5	~1	~2	~0.3
Rango máximo	km	50	15	120	10	60	5	50	5

Tabla 1. Características de los sistemas de SPALINET. El superíndice a indica que se detectan las dos componentes polarizadas según p- y s-. El superíndice b indica que la longitud de onda no es exactamente 532 nm sino 523 nm. Los números en negrita indican las longitudes de onda comparadas durante las campañas de medida descritas en el objetivo 2 de este apartado.



Congreso Nacional del Medio Ambiente

Cumbre del Desarrollo Sostenible

Un primer trabajo de de preparación ha permitido establecer una metodología de comparación de los sistemas y definir los parámetros de interés^{[IV], [V]}. Las campañas consistieron en medidas de entre 3 a 5 días de duración con el horario siguiente:

- Longitud de onda elástica: 0800-2000 UTC, ciclo diurno de perfiles integrados sobre 10 minutos con 1 minuto de resolución.
- Longitud de onda Raman: a partir de las 2130 UTC, 1 perfil integrado sobre 120 minutos con 1 minuto de resolución.

Durante el periodo 1/1/2007 - 30/6/2008 se han llevado a cabo cuatro campañas de medida donde se han comparado siete de los ocho sistemas de la red y seis longitudes de onda tal como lo indican los números en negrita de la Tabla1. Están resumidas en la Tabla 2.

	Estación lidar						
	BAR	MAD	GRA	VAL	LLA	SCT	MUR
El Arenosillo (37.10N, 6.70W) 28/6-2/7/2006	Si β_{532} , β_{1064} α_{532}	Si β_{532} α_{532}	Si β_{532} , β_{1064}	Si -			
Barcelona (41.39N, 2.11E) 6-8/2/2007	Si β_{532}			Si β_{532}			
La Laguna (28.47N, 16.32W) 24-28/6/2007	Si β_{532}				Si β_{532}	Si β_{523}	
Murcia (38.02N, 1.15W) 26-30/5/2008			Si β_{532} , β_{1064} , β_{355} PR ² a 387 y 408 nm				Si β_{532} , β_{1064} , β_{355} PR ² a 387 y 408 nm

Tabla 2. Campañas de comparación de sistemas, sistemas involucrados y parámetros comparados. El acrónimo PR² se refiere a la potencia corregida del rango al cuadrado.

El enriquecimiento ganado in situ durante estas campañas fue muy importante. Ha permitido mejorar los conocimientos de cada grupo así como la calidad de las prestaciones de cada estación. Se destacan los siguientes puntos:

- El conocimiento de los márgenes dinámicos de los detectores.
- La estabilización de la cadena electrónica.



Congreso Nacional del Medio Ambiente

Cumbre del Desarrollo Sostenible

- La estabilización y corrección del factor de solapamiento.
- El cálculo correcto de la señal de fondo.
- El uso apropiado de técnicas de smoothing.

Los resultados de las 3 primeras campañas de comparación están resumidos en la Tabla 3. *Coincidencias* corresponde al número de perfiles que coinciden en tiempo (con una diferencia de +/- 5 minutos) con los demás instrumentos; Δh_{mean} corresponde al promedio del intervalo en altura utilizado para hacer las comparaciones; $AOT_{min} - AOT_{max}$ corresponden a los valores de espesor óptico mínimo y máximo medidos por fotómetros solares.

El éxito de las inversiones se basa en la comparación de las desviaciones absolutas (máximo valor permitido por EARLINET: $0.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^{-1} \cdot \text{sr}^{-1}$) y de las desviaciones relativas (máximo valor permitido por EARLINET: 20 % para la desviación media y 25 % para la desviación estándar a 532 nm; y 30 % para ambas desviaciones a 1064 nm) calculado sobre los perfiles de retrodispersión. El resultado es muy satisfactorio pues la totalidad de las estaciones consiguen un alto porcentaje de éxito.

Estación lidar λ (nm)	MAD 532	GRA 532	GRA 1064	VAL 532	LLA 532	SCT 523
Coincidencias	59	59	59	24	33	33
Inversiones realizadas	13	13	10	15	14	14
Δh_{mean} (m)	1275	1275	1275	1353	2135	2135
$AOT_{min} - AOT_{max}$	0.14 - 0.32	0.14 - 0.32	0.06 - 0.11	0.11 - 0.39	0.03 - 0.1	0.03 - 0.1
Inversiones con éxito	10	8	8	8	9	10

Tabla 3. Resultados de las comparaciones.

El sistema de Cartagena no pudo acudir a la última campaña de comparación que tuvo lugar en Murcia pues el sistema seguía teniendo problemas con el láser. Se compararon entre sí 5 longitudes de onda entre los sistemas de Granada y de Murcia. La comparación de los perfiles de retrodispersión del sistema de Murcia a las tres longitudes de onda elásticas no fue satisfactoria pues las desviaciones con el sistema de Granada eran mucho mayores que los valores máximos permitidos. Se estableció la siguiente lista de problemas y de posibles soluciones:



Congreso Nacional del Medio Ambiente

Cumbre del Desarrollo Sostenible

- Corrección errónea del ángulo de apuntamiento (efecto: vector de altura erróneo). Solución: utilizar un inclinómetro.
- El “full overlap” ocurre a alturas del orden de 2 km. Solución: acercar emisión y recepción, o cambiar de configuración.
- Señales débiles en la troposfera libre justo por encima de la capa límite (efecto: cálculo erróneo del background y imposibilidad de invertir). Solución: dividir la adquisición en varias regiones para aumentar la sensibilidad en cada región.
- Smoothing aplicado (efecto: genera errores en la inversión).
- Potencia no optimizada a longitudes de onda distintas de 355 nm. Solución: fuente láser.
- Tubo fotomultiplicador no adaptado a 1064 nm. Solución: separar espectralmente e instalar un nuevo detector.
- Tubo fotomultiplicador saturado a baja altura a 532 nm. Solución: utilizar un filtro interferencial adecuado.
- En los canales Raman, preferir el modo contador de fotones respecto a análogo.

Durante el segundo año de SPALINET se realizó una comparación de algoritmos de inversión elásticos^[VI]. Todos los grupos excepto Cartagena invirtieron con su propio algoritmo perfiles de coeficientes de retrodispersión de los aerosoles a 355, 532 y 1064 nm a partir de perfiles de señales lidar simulados para dos condiciones atmosféricas y en tres situaciones de conocimiento de la atmosfera. En todas las situaciones se suministraron los perfiles de señales lidar simulados y:

- Situación 1: No información adicional.
- Situación 2: El perfil de lidar ratio a todas las longitudes de onda.
- Situación 3: El perfil de lidar ratio y el valor del coeficiente de retrodispersión de los aerosoles a la altura de calibración, y eso a todas las longitudes de onda.

La comparación de los perfiles de coeficientes de retrodispersión demostró que el efecto del valor de referencia a la altura de calibración era despreciable. En la situación 3 y para el segundo modelo atmosférico, el más realista, el error relativo en la región con



Congreso Nacional del Medio Ambiente

Cumbre del Desarrollo Sostenible

aerosoles [0.3075 – 3.0075 km] y para todos los grupos es para 355, 532, y 1064 nm aproximadamente 0.9, 0.9, y 0.22 %, respectivamente. En las situaciones 1 y 2 esos errores valían 9.7, 5.6 y 4.9 %, y 0.9, 1, y 0.22 %, respectivamente. La comparación de algoritmos resultó finalmente muy satisfactoria.

De cara al futuro, SPALINET quiere mantener los niveles de calidad que ha ido controlando durante los dos primeros años de existencia de la red. Se incorporarán dos nuevos miembros ubicados en el oeste de la Península Ibérica: el Centro de Geofísica de Évora y la Universidad de Algarve. La red pretende además actuar como un único interlocutor en campañas de medida tanto nacionales como internacionales. En un futuro relativamente cerca, a parte de las medidas vinculadas al proyecto EARLINET, se está planteando una participación en el proyecto ChArMEX^[VII] (Chemistry-Aerosol Mediterranean Experiment).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está financiado por la Unión Europea y fondos FEDER por el proyecto EARLINET-ASOS (EU Coordination Action, contract nº 025991 (RICA)), y el proyecto titulado “Technology development programme towards a European Extremely Large Telescope” (EU Specific Support Action, contract nº 011863 (RIDS)); por la Agencia Espacial Europea por el proyecto 21487/08/NL/HE; por el MICIIN y fondos FEDER por el proyecto TEC2006-07850/TCM, y las Acciones Complementarias CGL2008-01330-E, CGL2007-28871-E/CLI, CGL2006-27108-E/CLI, CGL2006-26149-E/CLI, CTM2006-27154-E/TECNO y CGL2005-5131-E. M. Sicard agradece al MICIIN por su posición de investigador Ramón y Cajal.

REFERENCIAS

- [I] H. J. Zwally, B. Schutz, W. Abdalati, J. Abshire, C. Bentley, A. Brenner, J. Bufton, J. Dezio, D. Hancock, D. Harding, T. Herring, B. Minster, K. Quinn, S. Palm, J. Spinhirne and R. Tomas, “ICESat's laser measurements of polar ice, atmosphere, ocean, and land”, *Journal of Geodynamics*, 34 (3-4), 405-445, 2002.D.
- [II] D. Winker, W. Hunt and M. McGill (2007), “Initial performance assessment of CALIOP”, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L19803, doi:10.1029/2007GL030135.



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

- [III] J. Bösenberg, A. Ansmann, J. M. Baldasano, D. Balis, C. Böckmann, B. Calpini, A. Chaikovsky, P. Flamant, A. Hågård, V. Mitev, A. Papayannis, J. Pelon, D. Resendes, J. Schneider, N. Spinelli, T. Trickl, G. Vaughan, G. Visconti and M. Wiegner, "EARLINET: A European aerosol research lidar network", in *Advances in Laser Remote Sensing of the Atmosphere*, A. Dabas, C. Loth and J. Pelon, Eds., Edition Ecole Polytechnique, Palaiseau, pp. 155-158, 2001.
- [IV] V. Matthias, J. Bösenberg, V. Freudenthaler, A. Amodeo, D. Balis, A. Chaikovsky, G. Chourdakis, A. Comeron, A. Delaval, F. De Tomasi, R. Eximann, A. Hågård, L. Komguem, S. Kreipl, R. Matthey, I. Mattis, V. Rizi, J. A. Rodríguez, V. Simeonov and X. Wang, "Aerosol lidar intercomparison in the framework of the EARLINET project. 1. Instruments", *Appl. Opt.*, 43, 961-976, 2004.
- [V] M. Sicard, A. Comerón, F. Molero, J. L. Guerrero-Rascado, R. Pedrós, F. Javier Expósito, C. Córdoba-Jabonero, F. Rocadenbosch, M. Pujadas, L. Alados-Arboledas, J. A. Martínez-Lozano, J. P. Díaz, M. Gil, J. M. Bolarín, J. M. Moreno, A. Requena, "SPALINET: The Spanish lidar network. Results from the first year: system intercomparison", in Proc. ILRC vol. 2, Organizing Committee of the 24th International Laser Radar Conference, (Eds.), (2008), ISBN 978-0-615-21489-4, pp. 738-741, Boulder, EE.UU., 23 - 27 junio de 2008.
- [VI] C. Böckmann, U. Wandinger, A. Ansmann, J. Bösenberg, V. Amiridis, A. Boselli, A. Delaval, F. De Tomasi, M. Frioud, I. Videnov Grigorov, A. Hågård, M. Horvat, M. Iarlori, L. Komguem, S. Kreipl, G. Larchevêque, V. Matthias, A. Papayannis, G. Pappalardo, F. Rocadenbosch, J. A. Rodrigues, J. Schneider, V. Shcherbakov, M. Wiegner, "Aerosol lidar intercomparison in the framework of the EARLINET project. 2. Aerosol backscatter Algorithms", *Appl. Opt.*, 43, 977-989, 2004.
- [VII] F. Dulac, J.-L. Attié, G. Bergametti, A. Borbon, J.-P. Cammas, L. Coppola, O. Dubovik, P. Durand, C. Flamant, F. Gheusi, C. Guieu, L. Li, C. Liousse, M. Mallet, N. Marchand, C. Mari, V.-H. Peuch, F. Ravetta, K. Sartelet, J. Sciare, D. Tanré, S. Turquety, "The ChArMEx (Chemistry Aerosol Mediterranean Experiment) initiative", 2nd International HyMeX Workshop, Palaiseau, 2-4 June 2008.