



Servicio  
Meteorológico  
Nacional

# Sistema LIDAR: light detection and ranging

## Pruebas para sistemas LIDAR pertenecientes a la Red LALINET: Latin American Lidar NETwork

Nota Técnica SMN 2017-37

Inga. Albane Barbero<sup>1</sup>, Ing. Sebastian Papandrea<sup>2</sup>, Dr. Pablo Ristori<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Investigación y Desarrollo, Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación, SMN

<sup>2</sup> CEILAP-UNIDEF, (CITEDEF-CONICET)

Septiembre 2017

*Información sobre Copyright*

*Este reporte ha sido producido por empleados del Servicio Meteorológico Nacional con el fin de documentar sus actividades de investigación y desarrollo. El presente trabajo ha tenido cierto nivel de revisión por otros miembros de la institución, pero ninguno de los resultados o juicios expresados aquí presuponen un aval implícito o explícito del Servicio Meteorológico Nacional.*

*La información aquí presentada puede ser reproducida a condición que la fuente sea adecuadamente citada.*



SISTEMA LIDAR: LIGHT DETECTION AND  
RANGING  
PRUEBAS PARA SISTEMAS LIDAR  
PERTENECIENTES A LA RED LALINET – LATIN  
AMERICAN LIDAR NETWORK



El presente manual ha sido diseñado y confeccionado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y El Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF) en el marco del proyecto SAVER-Net con el objetivo de ser una guía para la utilización y mantenimiento de los instrumentos Lidar, especialmente por la pruebas de la red LALINET. Los lineamientos y procedimientos aquí descriptos son dirigidos a observadores, operadores y jefes de estación quienes tienen que cumplir y hacer cumplir las medidas de seguridad y procedimientos aquí descriptos a fin de una correcta y segura utilización de los instrumentos integrando la red LALINET.



### ¡RADIACIÓN LÁSER!

El símbolo de la radiación se utiliza para alertar al usuario del peligro de la radiación láser al realizar ciertas operaciones.



### ¡ALTO VOLTAJE!

El relámpago o rayo indica la presencia de alta tensión que pueda ser peligrosa para el usuario y/o el equipo.



### ¡ATENCIÓN!

El símbolo de exclamación se utiliza para llamar la atención sobre otros posibles riesgos no considerados en las dos categorías anteriores.



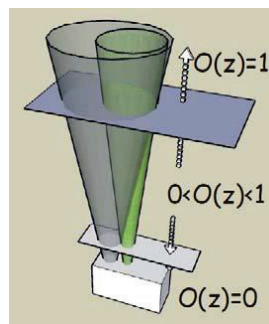
### ¡ADVERTENCIA!

El usuario debe ser consciente de la especial atención que hay que tener cuando se realizan procedimientos potencialmente peligrosos tanto para él como para el equipo.

## 1. Test 1: Telecover test

### 1.1 Introducción al test telecover

En un sistema lidar ideal las señales retro dispersadas desde todas las alturas dentro del rango de medida tienen la misma transmisión en el sistema óptico. El principal problema en un sistema real es que la unidad de transmisión-recepción presenta una transmisión dependiente de la altura. Este factor en la ecuación lidar se denomina función de solapamiento  $O(z)$  y tradicionalmente se define en término del solapamiento incompleto entre el campo de visión del telescopio receptor y el haz láser emitido (Figura 1). Ésta es una primera aproximación y en condiciones reales es posible que otras características opto-mecánicas tengan influencia en la función de solapamiento. Entre ellas deben tenerse en cuenta la dependencia con el ángulo de incidencia de la transmisión de los recubrimientos ópticos en los divisores de haz y filtros interferenciales, el viñeteo del haz de luz por las aperturas mecánicas y la inhomogeneidad espacial de los detectores.



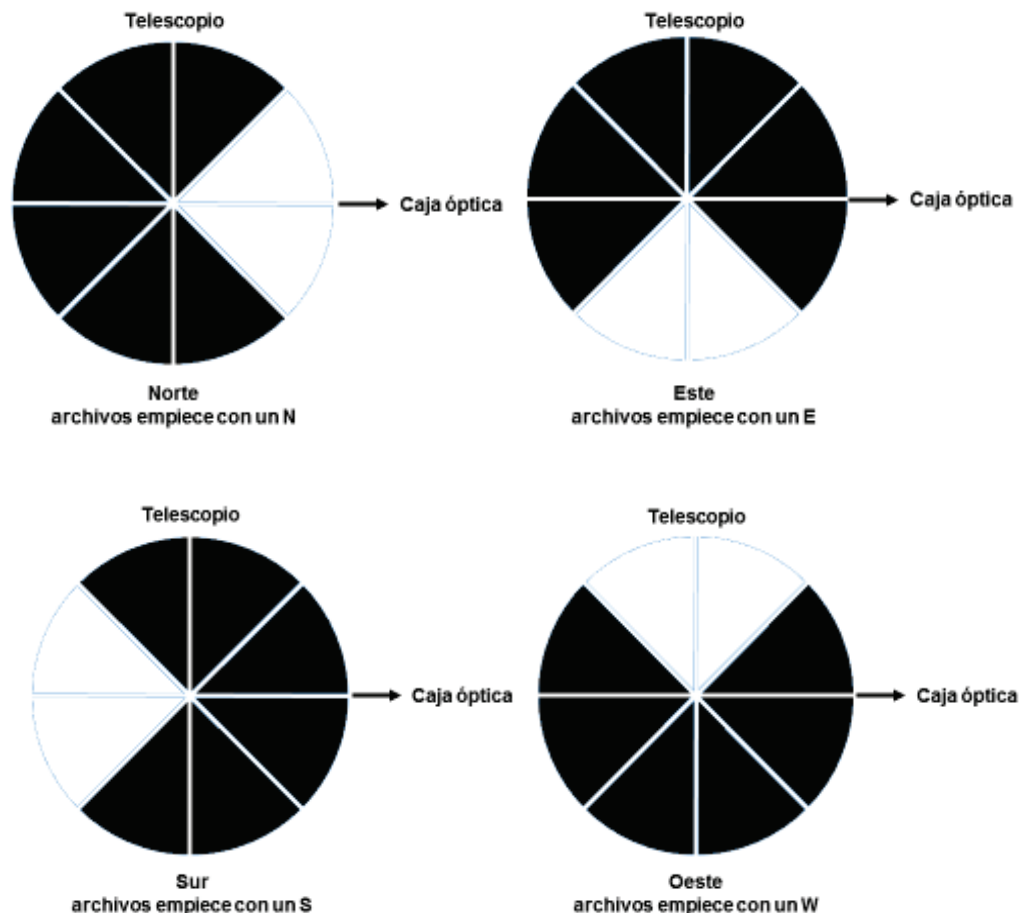
*Figura 1: Configuración esquemática de los sistemas emisor y receptor de un sistema lidar (adaptado de Guerrero-Rascado et al. [2011])*

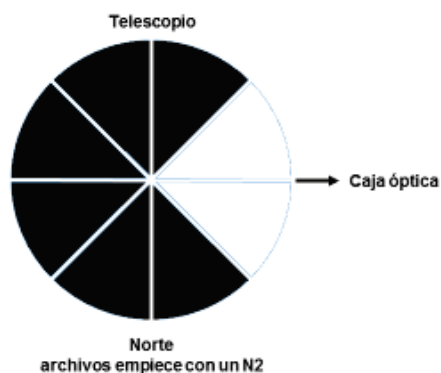
El test telecover se realiza a través de la siguiente secuencia: Norte-Este-Sur-Oeste-Norte<sup>2</sup> (Figura 3.2). Algunas recomendaciones a seguir son: i/ se toman las medidas en cada cuadrante durante un breve periodo de tiempo (típicamente 2 minutos); ii/ la primera medida (cuadrante Norte) se repite al realizar las mediciones en los restantes cuadrantes (Norte<sup>2</sup>), para así evaluar la estabilidad atmosférica durante el test; iii/ es preferible realizar el test en condiciones nocturnas donde se supone que la variabilidad atmosférica es menor, aunque se puede realizar durante el día si se puede asegurar una variabilidad mínima; y iv/ es aconsejable realizar el test en condiciones de baja carga de aerosol ya que la variabilidad de la atmósfera puede incrementarse en presencia de capas de aerosol inhomogéneas. El seguimiento de las indicaciones mencionadas anteriormente permite detectar diferencias en las señales medidas en cada cuadrante que dependen exclusivamente de parámetros instrumentales, excluyendo cualquier variabilidad atmosférica.

## 1.2 Recomendaciones a seguir

- Se toman las medidas en cada cuadrante durante un breve periodo de tiempo (típicamente 2 minutos = 1000 tiros)
- La primera medida (cuadrante Norte) se repite al realizar las mediciones en los restantes cuadrantes (Norte2), para así evaluar la estabilidad atmosférica durante el test
- Es preferible realizar el test en condiciones nocturnas donde se supone que la variabilidad atmosférica es menor, aunque se puede realizar durante el día
- Si se puede asegurar una variabilidad mínima es aconsejable realizar el test en condiciones de baja carga de aerosol ya que la variabilidad de la atmósfera puede incrementarse en presencia de capas de aerosol homogéneas

El seguimiento de las indicaciones mencionadas anteriormente permite detectar diferencias en las señales medidas en cada cuadrante que dependen exclusivamente de parámetros instrumentales, excluyendo cualquier variabilidad atmosférica.





### 1.3 Formato de datos para entregar el test telecover

Nombre del fichero: L-telecover\_XXXX\_MM\_lidarName.txt

- L es la dirección: N para Norte / E para Este / S para Sur / W para Oeste y N2 para Norte
- XXXX es la longitud de onda (1064, 0607, 0532, 0408, 0387, 0355)
- MM es el modo de detección (AN: analógico, PC: photon counting)

Cabecera:

- fila 1: estación lidar
- fila 2: nombre del sistema lidar
- fila 3: longitud de onda y modo de detección (es decir, XXXX\_MM)
- fila 4: fecha de la medida (yyyy/mm/dd)
- fila 5: nombre de las columnas (Altitude, N, E, S, W, N2)

Datos:

Las columnas se separan por tabulador y se usa el punto como signo decimal.

- columna 1: altura en km sobre el nivel del instrumento
- columnas 2-5: señal corregida de rango (SIN NORMALIZAR) de medida en cada sector

Se deben entregar las señales corregidas de rango de todos los canales medidos (es decir, en todas las longitudes de onda y modos de detección) en un fichero ASCII por cada longitud de onda y modo de detección.

**Ejemplo:** N\_telecover\_0532\_AN\_AEP.txt = prueba telecover en la dirección Norte a la longitud de onda 532nm, conectada en analógico por el Lidar de la estación de Dorrego 4019, código AEP por Aeroparque.

## 2. Test 2: Medida de corriente oscura

### 2.1 Introducción a la medida de corriente oscura

La medida de corriente oscura consiste en una medida realizada con el telescopio totalmente cubierto o con los detectores cubiertos, que se realiza con suficiente tiempo de promediado. Esta señal muestra picos parásitos y distorsiones de la señal que no provienen de la interacción de la radiación con la atmósfera sino que provienen de propio sistema lidar, como por ejemplo picos parásitos debido a los pulsos de la lámpara flash o al sistema de disparo. Para llevar a cabo el test de corriente oscura es necesario que todos los parámetros del sistema, como por ejemplo los voltajes aplicados a los detectores, se configuren de la misma forma que para una medida normal. Además hay que prestar especial atención a que ninguna porción de radiación láser alcance a los detectores. La duración de la medida debe ser aproximadamente 10min (5000 tiros) tapando completamente el telescopio y los detectores para no dejar entrar luz en la caja óptica.

### 2.2 Formato de datos para entregar de la medida de corriente oscura

Nombre del fichero: Dark\_Current\_XXXX\_MM\_lidarName.txt

- XXXX es la longitud de onda (1064, 0607, 0532, 0408, 0387, 0355)
- MM es el modo de detección (AN: analógico, PC: photon counting)

Cabecera:

- fila 1: estación lidar
- fila 2: nombre del sistema lidar
- fila 3: longitud de onda y modo de detección (es decir, XXXX\_MM)
- fila 4: fecha de la medida (yyyy/mm/dd)
- fila 5: duración de la medida (zz min)
- fila 6: nombre de las columnas (Altitude, DC)

Datos:

Las columnas se separan por tabulador y se usa el punto como signo decimal.

- columna 1: altura en km sobre el nivel del instrumento
- columna 2: señal en bruto medida en unidades arbitrarias

Se deben entregar las señales en bruto de todos los canales medidos (es decir, en todas las longitudes de onda y en los modos de detección) en un fichero ASCII por cada longitud de onda y modo de detección.

**Ejemplo:** Dark\_Corrente\_0532\_AN\_AEP.txt = prueba de ruido a la longitud de onda 532nm, conectada en analógico por el Lidar de la estación de Dorrego 4019, código AEP por Aeroparque.



### 3. Referencias

*Documentación técnica sobre tests instrumentales en LALINET versión 19 de marzo de 2014*

#### **Instrucciones para publicar Notas Técnicas**

En el SMN existieron y existen una importante cantidad de publicaciones periódicas dedicadas a informar a usuarios distintos aspectos de las actividades del servicio, en general asociados con observaciones o pronósticos meteorológicos.

Existe no obstante abundante material escrito de carácter técnico que no tiene un vehículo de comunicación adecuado ya que no se acomoda a las publicaciones arriba mencionadas ni es apropiado para revistas científicas. Este material, sin embargo, es fundamental para plasmar las actividades y desarrollos de la institución y que esta dé cuenta de su producción técnica. Es importante que las actividades de la institución puedan ser comprendidas con solo acercarse a sus diferentes publicaciones y la longitud de los documentos no debe ser un limitante.

Los interesados en transformar sus trabajos en Notas Técnicas pueden comunicarse con Ramón de Elía ([rdelia@smn.gov.ar](mailto:rdelia@smn.gov.ar)), Luciano Vidal ([lvidal@smn.gov.ar](mailto:lvidal@smn.gov.ar)) o Martin Rugna ([mrugna@smn.gov.ar](mailto:mrugna@smn.gov.ar)) de la Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación, para obtener la plantilla WORD que sirve de modelo para la escritura de la Nota Técnica. Una vez armado el documento deben enviarlo en formato PDF a los correos antes mencionados. Antes del envío final los autores deben informarse del número de serie que le corresponde a su trabajo e incluirlo en la portada.

La versión digital de la Nota Técnica quedará publicada en el Repositorio Digital del Servicio Meteorológico Nacional. Cualquier consulta o duda al respecto, comunicarse con Melisa Acevedo ([macevedo@smn.gov.ar](mailto:macevedo@smn.gov.ar)).