

Tabla de Contenido

Índice de Tablas	xi
Índice de Ilustraciones	xii
1. Introducción	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Motivación	2
1.3. Metodología	2
2. Revisión de antecedentes	3
2.1. Principios de medición del SODAR	3
2.2. Tipos de SODAR	4
2.2.1. SODAR Monoestático	4
2.2.2. SODAR Biestático	5
2.3. Aplicaciones de la tecnología SODAR	6
2.4. Descripción del SODAR MFAS SCINTEC	7
2.4.1. Características del SODAR MFAS Scintec	8
2.4.2. Reprocesamiento de datos	10
3. Campaña de mediciones	11
3.1. Descripción de sitio	11
3.2. Mediciones meteorológicas en superficie	12
3.3. Mediciones meteorológicas con Globo Cautivo	15
4. Resultados	16
4.1. Contexto meteorológico de escala sinóptica	16
4.2. Visión global de las mediciones obtenidas	19
4.3. Descripción a nivel diario de las mediciones obtenidas	24
4.3.1. Martes 7 de octubre	24
4.3.2. Miércoles 8 de octubre	25
4.3.3. Jueves 9 de octubre	27
4.3.4. Viernes 10 de octubre	28
4.4. Intercomparación entre mediciones SODAR y otros sistemas de medición	29
4.4.1. Intercomparación SODAR-Globo Cautivo	30
4.4.2. Intercomparación SODAR–Estación meteorológica en superficie	38
4.4.3. Intercomparación SODAR–Aircraft Meteorological Data Relay (AMDAR)	43

5. Conclusiones	46
6. Bibliografía	48
A. Perfiles AMDAR	50
B. Procesamiento por script Bash	52
C. Montaje del equipo SODAR	54
D. Mapas de geopotencial en 500 hPa	55

Índice de Tablas

2.1. Características del equipo SODAR MFAS según lo reportado por los fabricantes en el manual.	10
2.2. Características del equipo SODAR MFAS según lo reportado por los fabricantes en el manual.	10
3.1. Distancias desde el lugar de medición hasta lugares indicados en la primera columna	11
3.2. Equipos y tipos de cálculos implementados en la estación meteorológica de superficie	13
3.3. Especificaciones de los sensores del Globo Cautivo	15
4.1. Resumen del sesgo (B), diferencia cuadrática media (C), precisión (S) y correlación lineal de Pearson (r) para los dos niveles de medición a 100 y 140 m.s.n.s, y su comparación con lo publicado por Crescenti (1995).	32
4.2. Tabla 1: Resumen del sesgo (B), diferencia cuadrática media (C), precisión (S) y correlación lineal de Pearson (r) para los dos niveles de medición en dirección y su comparación con lo publicado por Crescenti (1995).	35

Índice de Ilustraciones

2.1.	Primer facsímil publicado de la técnica SODAR (McAllister, 1968), en donde se muestra la intensidad del pulso retrodispersado. Se logra identificar el crecimiento de las plumas termales. En la parte superior se muestra la temperatura y velocidad de viento en superficie.	4
2.2.	Imagen de un SODAR monoestático en donde se puede observar que posee tres transductores. Uno está orientado verticalmente y mide el viento vertical, mientras que los otros dos emiten/reciben en un ángulo de 30 grados (Scintec, 2013) con respecto a la vertical para lograr obtener las tres componentes del viento.	4
2.3.	Registro fotográfico de la primera prueba realizada en el equipo SODAR que se utilizó en este trabajo. Se puede observar los 64 transductores piezo-eléctricos que se utilizan para la emisión de los pulso de sonido. Al igual que el SODAR que se muestra en la Figura 2.2 este equipo emite pulsos inclinados en 29° con respecto a la vertical pero utiliza un desfase entre los transductores para lograr emitir el frente de onda inclinado, generándose a la vez un lóbulo reflejado con 22° en el sentido opuesto al lóbulo primario Scintec (2013).	5
2.4.	Esquema de un arreglo de SODAR biestático utilizado por Gaynor (1977) en Haswell, CO. Las antenas transmisoras están en los puntos B y C, mientras que el receptor está orientado verticalmente en el punto A. Se muestra a 300 metros del punto A la ubicación de una torre instrumentada de 150 metros de altura que fue utilizada para una validación.	6
2.5.	Ángulos de emisión logrados por el efecto de desfase en las distintas columnas o filas de transductores. Se especifica el ángulo que posee el lóbulo principal y el reflejado.	8
2.6.	Esquema de secuencia de medición típica del equipo SODAR Scintec MFAS.	8
2.7.	Esquema del procesamiento de datos que realiza el equipo SODAR Scintec MFAS.	9
3.1.	Topografía con líneas de nivel cada 100 metros y altura máxima de 1.880 m.s.n.m.. En un cuadrado negro se indica la ubicación del lugar donde se realizaron las mediciones.	12
3.2.	Distribución de los equipos instalados. Con el número 1 se señala la ubicación del SODAR, con el número 2 la estación meteorológica en superficie y con el número 3 el punto de izaje del globo cautivo.	13
3.3.	Imagen donde se muestra la instalación de la estación meteorológica en superficie y el SODAR	14

4.1. Mapa de presión (Pa) a nivel del mar para el 6/10/2014 06:00 UTC.	17
4.2. Mapa de presión (Pa) a nivel del mar para el 7/10/2014 06:00 UTC.	17
4.3. Mapa de presión (Pa) a nivel del mar para el 8/10/2014 06:00 UTC.	17
4.4. Mapa de presión (Pa) a nivel del mar para el 9/10/2014 06:00 UTC.	18
4.5. Mapa de presión (Pa) a nivel del mar para el 10/10/2014 06:00 UTC.	18
4.6. Mediciones de la estación meteorológica en superficie.	19
4.7. Gráfico superior velocidad del viento medido por el SODAR, y en la figura inferior la velocidad del viento (3m) temperatura (1,5m) medido por la estación meteorológica automática.	20
4.8. Gráfico superior dirección del viento medido por el SODAR, y en la figura inferior la dirección del viento (3m) temperatura (1,5m) medido por la estación meteorológica automática.	21
4.9. Gráfico superior velocidad vertical medida por el SODAR, magnitudes positivas indican ascenso y las negativas un descenso. En la figura inferior la velocidad y dirección del viento medidas en superficie (3m).	22
4.10. Gráfico de velocidad de viento horizontal medido por el SODAR el día martes 7 de octubre.	24
4.11. Gráfico de velocidad de viento horizontal medido por el SODAR el día miércoles 8 de octubre.	26
4.12. Gráfico de velocidad de viento horizontal medido por el SODAR el día jueves 9 de octubre.	27
4.13. Gráfico de velocidad de viento horizontal medido por el SODAR el día viernes 10 de octubre.	28
4.14. Intercomparaciones de velocidad de viento medida con SODAR y Globo Cautivo para cuatro experimentos. En rojo se muestran las mediciones a 100 m.s.n.s. y en azul las mediciones a 140 m.s.n.s.. Las líneas con asteriscos corresponden a las mediciones SODAR, mientras que las mediciones en puntos continuos a mediciones con Globo Cautivo, ambos en promedio móvil de 30 minutos.	31
4.15. Gráfico de dispersión entre las mediciones de velocidad de viento horizontal realizadas con el Globo Cautivo y el SODAR. Se incluye la curva de referencia 1:1 y los ajustes lineales para ambas alturas. En azul se presentan los datos en el nivel nominal de 100 metros, mientras que en rojo se presentan las mediciones realizadas en el nivel nominal de 140 metros. Los coeficiente r^2 de los niveles de 100 y 140 metros fueron de 0,82 y 0,74 respectivamente.	33
4.16. Histograma de la diferencia de velocidad entre las mediciones del Globo Cautivo con las mediciones del SODAR en ambos niveles.	34
4.17. Dirección del viento horizontal medido con el SODAR y Globo Cautivo (GC) para los niveles de 100 y 140 m.s.n.s. Las series de ambos instrumentos corresponden a promedios móviles de 30 minutos. Simbología idéntica a la Figura 4.14	35
4.18. Gráfico de dispersión entre las mediciones de dirección de viento realizadas con el Globo Cautivo y el SODAR. Se incluye la curva de referencia 1:1 y los ajustes lineales para ambas alturas. Los coeficiente r^2 de los niveles de 100 y 140 metros fueron de 0,59 y 0,47, respectivamente.	36
4.19. Histograma de la diferencia entre las mediciones de dirección del Globo Cautivo con las mediciones del SODAR en ambos niveles.	37

4.20. Gráfico de dispersión entre la velocidad y la diferencia de dirección entre el Globo Cautivo y el SODAR.	38
4.21. Gráfico superior muestra las series de tiempo de velocidad horizontal del SODAR, estación meteorológica en superficie y perfil logarítmico calculado con $z_0 = 0,08m$, mientras que en el gráfico inferior se muestra la serie de tiempo de dirección del viento obtenida con el SODAR y Estación Meteorológica en superficie.	39
4.22. Gráfico de dispersión de velocidad entre los datos medidos con el SODAR y la estación meteorológica en superficie.	40
4.23. Gráfico de dispersión en la dirección del viento medido con el SODAR y la estación meteorológica en superficie, la barra de color indica la velocidad del viento medida en la estación meteorológica y la línea negra indica la referencia 1:1	41
4.24. Gráfico de dispersión entre dirección y velocidad del viento. Panel superior indica los datos medidos por el SODAR en el nivel de 30 m.s.n.s. y el panel inferior los datos medidos en la estación meteorológica en superficie a 3m.s.n.s.	42
4.25. Diferencia de velocidades SODAR-AMDAR	44
4.26. Diferencia de direcciones SODAR-AMDAR. Importante es destacar que la diferencia de direcciones de la velocidad del viento no se ve afectada por la discontinuidad entre 0-360 grados debido a que las direcciones de viento de los perfiles estudiados no se encuentran entre esas direcciones como se puede observar en las Figuras A.1 y A.2.	45
A.1. Comparación de velocidad de viento medida con SODAR (azul) y AMDAR (rojo)	50
A.2. Comparación de dirección de vientos medida por SODAR (azul) y AMDAR (rojo)	51
C.1. Impresión de pantalla del video disponible en Youtube donde se muestra la instalación y operación básica del SODAR MFAS	54
D.1. Geopotencial en 500 hPa para el 6/10/2014 06:00 UTC	55
D.2. Geopotencial en 500 hPa para el 7/10/2014 06:00 UTC	55
D.3. Geopotencial en 500 hPa para el 8/10/2014 06:00 UTC	56
D.4. Geopotencial en 500 hPa para el 9/10/2014 06:00 UTC	56
D.5. Geopotencial en 500 hPa para el 10/10/2014 06:00 UTC	56