

Control de alineamiento de la antena

- análisis del procedimiento y propuesta de cambio -

Equip de Teledetecció - control de qualitat de la XRAD

Junio, 2015

Índice

1. Procedimientos de control y corrección en la XRAD	2
1.1. Herramienta <i>SUNCAL</i>	2
1.2. Herramienta <i>SunINTFCal</i> (SMC)	2
1.3. Problemática	2
2. Propuesta de cambio	3
3. FIGURAS	5

1. Procedimientos de control y corrección en la XRAD

1.1. Herramienta *SUNCAL*

El software IRIS (SIGMET-Vaisala) de los radares de la XRAD incorpora una utilidad (*SUNCAL*) para la estimación del error de apuntamiento sistemático de la antena (a altas elevaciones entre 20° y 60°). El método consiste en un escaneo del disco solar y requiere la parada operativa del radar durante aproximadamente 5 minutos.

Control de alineamiento: Es llevado a cabo por los técnicos de la empresa de mantenimiento de la XRAD dentro de las revisiones bimensuales de rutina. El procedimiento consiste en la toma (mediante la herramienta *SUNCAL*) de 2 medidas consecutivas de los errores en acimut y elevación, repetidas por la mañana y por la tarde. Los resultados de las medidas quedan registrados en informes, proporcionados por la empresa de mantenimiento, con denominación tipo “*FAA.pdf” y son almacenados en:

//SOM/TELEDETECCIO/XRAD/XRAD_MANTENIMENT/INFORMES_MANTENIMENT.

Corrección del error: Si el error detectado es de al menos $\pm 0.1^\circ$ (media entre mañana y tarde??), se corrige en acimut o elevación según corresponda, siempre que este error sea consistente entre las medidas de mañana y de tarde. Una vez aplicada la corrección se realiza una medida *SUNCAL* adicional de verificación (inmediatamente después de la corrección o al día siguiente).

1.2. Herramienta *SunINTFCal* (SMC)

En operativa desde marzo de 2014, la herramienta *SunINTFCal* proporciona estimaciones del error de apuntamiento sistemático de la antena (a bajas elevaciones entre 0.6° y 8°). El método consiste en el análisis de las interferencias solares detectadas por los radares y no afecta a la operativa de éstos.

Control de alineamiento: La herramienta opera automáticamente y proporciona una estimación diaria de los errores de alineamiento en acimut y elevación. Los resultados del último mes para cada radar se pueden consultar en: <http://10.116.12.218/indexSunINTFCal.html?Submit=SUNINTFCAL>

Corrección del error: Actualmente no se lleva a cabo ninguna acción correctiva inmediata. Mensualmente se informa a la empresa de mantenimiento de la XRAD de los resultados proporcionados por *SunINTFCal* para posterior verificación y corrección mediante la utilidad *SUNCAL*.

1.3. Problemática

Las Figuras 1-3 muestran la serie temporal de los resultados de las medidas *SUNCAL* bimensuales desde 2012 hasta el presente (mayo de 2015) para cada uno de los radares de la XRAD actualmente operativos: La Miranda (LMI), Puig d'Arques (PDA) y Creu del Vent (CDV). La línea sólida negra indica el momento y el valor de las correcciones de apuntamiento aplicadas. El código de colores ayuda a discernir si las medidas tomadas el mismo día corresponden a antes o después de aplicar la corrección. La medida tras la cual se aplica la corrección está indicada con una cruz.

La Figura 4 muestra los mismos resultados de medidas *SUNCAL* para CDV, pero en este caso en función de la posición acimutal en que se encuentra el sol durante la medida.

En base a estos resultados se deriva:

- 1) Sobre el **procedimiento de control y corrección** del alineamiento:

- No siempre se realizan las 4 medidas *SUNCAL* en las revisiones bimensuales. Si esto se debiera a las condiciones meteorológicas, no ha sido indicado en los informes correspondientes. (CDV 2012-08-11)
- A veces se aplica la corrección antes de completar las 4 medidas. (CDV 2012-06-28; PDA 2012-06-26)
- Considerando las intervenciones en que se corrigen tanto acimut como elevación, en unas ocasiones se corrigen ambas direcciones simultáneamente (PDA 2013-03-18) y en otras no (CDV 2013-11-20).
- En ocasiones la corrección no se corresponde con la media. Puede que a veces (cuando los resultados son de signo opuesto?) se esté corrigiendo en base a la diferencia (LMI 2012-05-16) o a la mitad de la diferencia entre mañana y tarde?? (CDV 2014-09-03 y 2014-12-11).
- Las correcciones aplicadas son a veces menores que el límite de $\pm 0.1^\circ$ establecido (resultado de la media/diferencia?) (PDA 2013-03-18).
- Medidas con un SNR muy bajo ($\text{SNR} < 1.5$) se toman como válidas para la corrección (CDV 2014-09-03).

2) Sobre la **quantificación del error** de alineamiento mediante la herramienta *SUNCAL*:

- Se observa que el valor de los errores estimados puede variar hasta en $\pm 0.15^\circ$ entre medidas tomadas en un mismo día. Las mayores diferencias ocurren generalmente entre mañana y tarde.
- Salvo la variabilidad derivada de la precisión del método y otros efectos espúreos (e.g actividad solar, posición del máximo de emisión respecto al centro del disco solar) estas diferencias parecen deberse a una dependencia del error de apuntamiento en función del acimut o la elevación a la que apunta la antena en el momento de la medida (ejemplo para CDV en la Figura 4).
- La amplia dispersión de los errores en acimut para LMI se debe a la imprecisión de las estimaciones, probablemente debida a la menor sensibilidad en recepción del radar.

2. Propuesta de cambio

Según la problemática desglosada en el apartado anterior se reconoce la importancia de replantear los procedimientos de control y corrección del alineamiento de antena para la XRAD, con el objetivo de homogeneizar las medidas *SUNCAL* y diferenciar y cuantificar el error sistemático (*offset*) de apuntamiento y otros errores (e.g. nivelación del pedestal, efectos mecánicos).

PROPUESTA:

1) Procedimiento de medida *SUNCAL*:

- Medidas mensuales/bimensuales a elevación fija. Para la cobertura del rango de acimuts de mayor amplitud se sugiere una elevación de 25° ; en la Figura 5a se muestra una simulación de los acimuts que, de esta forma, serían sondeados en medidas mensuales entre junio de 2015 y junio de 2016.
- Medidas mensuales/bimensuales a 1 ó 2 acimuts fijos. Para mantener la elevación de la antena en el momento de la medida entre 20° y 60° y obtener el mayor número de elevaciones sondeadas se sugieren acimuts de 115° y 200° ; en la Figura 5b se muestra una simulación de las elevaciones que, de esta forma, serían sondeadas en medidas mensuales entre junio de 2015 y junio de 2016.

- Repetición consecutiva de las medidas (como hasta ahora).
- Descarte *in situ* de resultados con $SNR < 1.5 - 2$.

2) Procedimiento de corrección del error de alineamiento:

- No aplicar correcciones en las revisiones bimensuales salvo casos particulares/extremos (a especificar) y contrastados (e.g. con *SunINTFCal*).
- Análisis a corto plazo: en la valoración de los resultados para un día particular, considerar también resultados previos.
- Análisis a largo plazo: detectar el error de nivelación del pedestal (valor y dirección) y los offsets sistemáticos en apuntamiento así como su variación en función de la elevación de la antena, considerando los resultados *SUNCAL* para un período suficientemente largo (típicamente 1 año). Las medidas a elevación fija permiten evaluar la dependencia en acimut de los errores estimados y por lo tanto identificar e incluso cuantificar el error en pedestal. Así mismo, las medidas a acimuts fijos permiten evaluar la dependencia en elevación. Los resultados de la metodología *SunINTFCal*, si es aplicada por separado a interferencias solares detectadas al Este y al Oeste, podrían usarse en el análisis y/o servir como verificación complementaria.
- Corrección en base al análisis a largo plazo: a especificar (límites, medidas *in situ* de nivelación, verificación).

HERRAMIENTAS: Para llevar a cabo la propuesta sería recomendable disponer de:

- Herramienta de consulta de la hora adecuada para realizar las medidas *SUNCAL*, dadas la fecha y la posición solar.
- Metodología/procedimiento de incorporación de los resultados de las medidas *SUNCAL* a una base de datos o fichero.
- Herramienta de consulta de los resultados recientes en función del acimut y la elevación.
- Herramienta de análisis a largo plazo, preferiblemente incluyendo tanto los resultados *SUNCAL* como los *SunINTFCal*.

3. FIGURAS

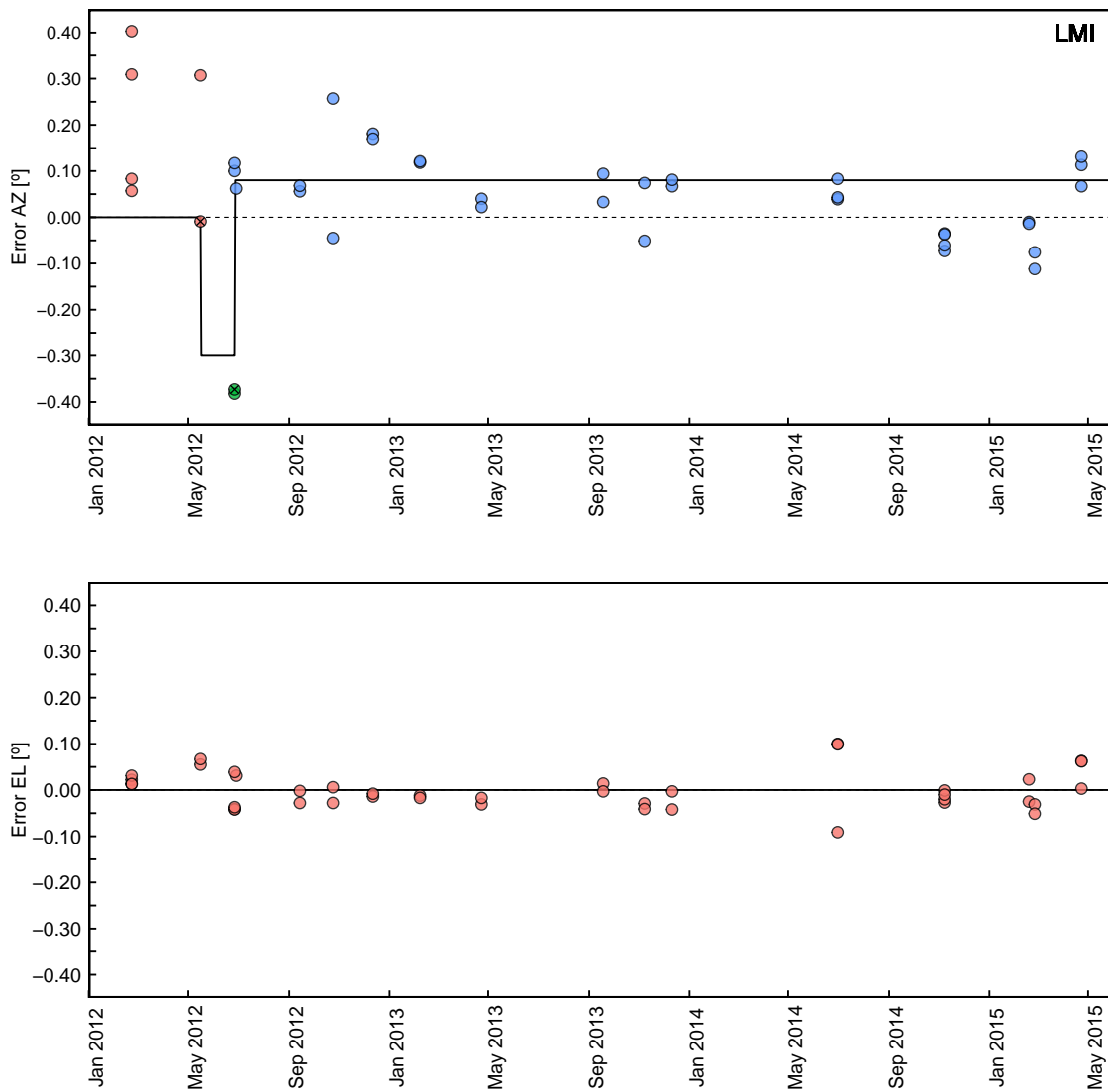


Figura 1: Resultados de las medidas *SUNCAL* bimensuales desde 2012 hasta el presente (mayo de 2015) para el radar La Miranda (LMI). La línea sólida negra indica el momento y el valor de las correcciones de apuntamiento aplicadas. El código de colores ayuda a discernir si las medidas tomadas el mismo día corresponden a antes o después de aplicar la corrección.

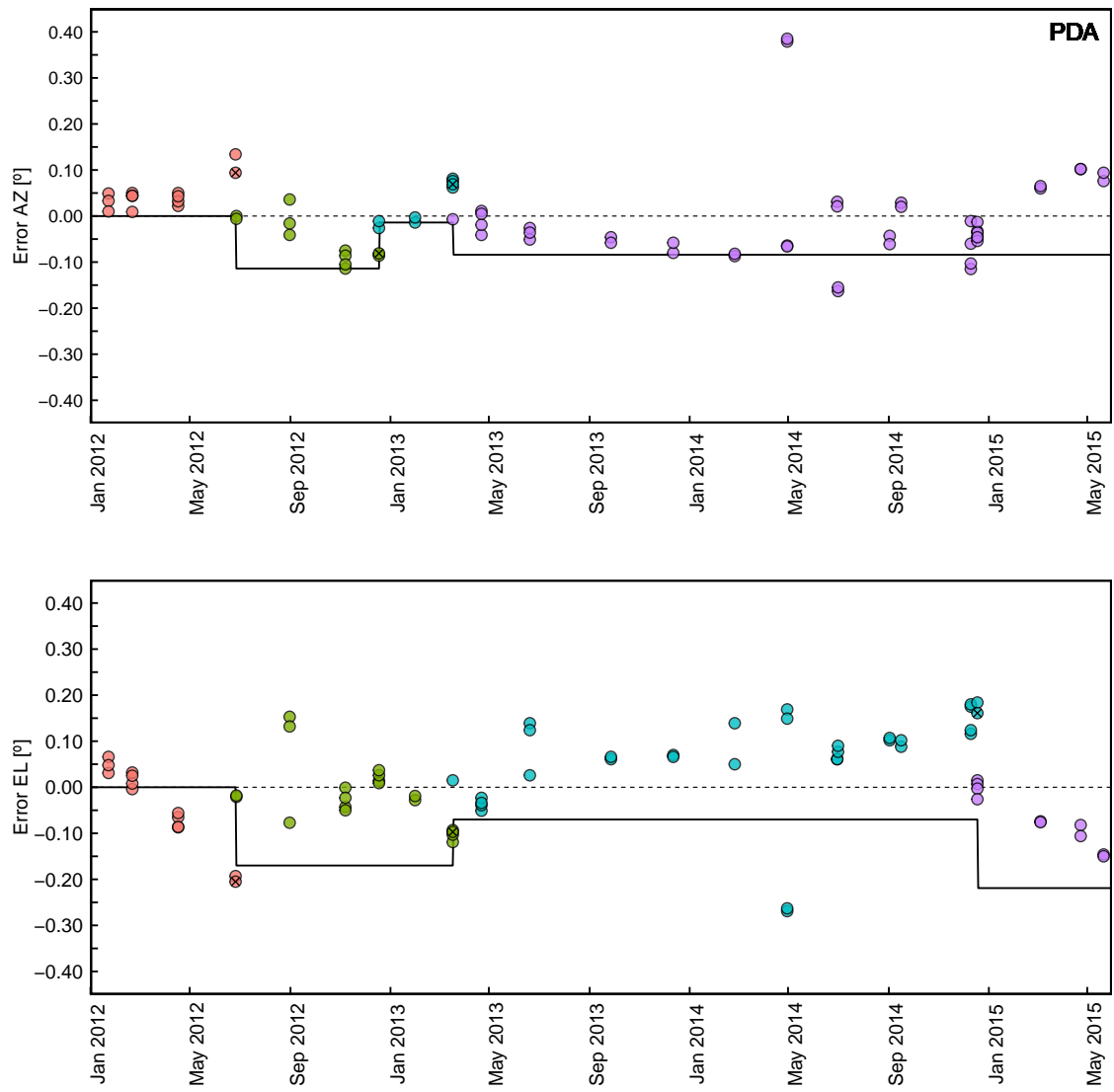


Figura 2: Como la Figura 1 pero para el radar Puig D'Arques (PDA).

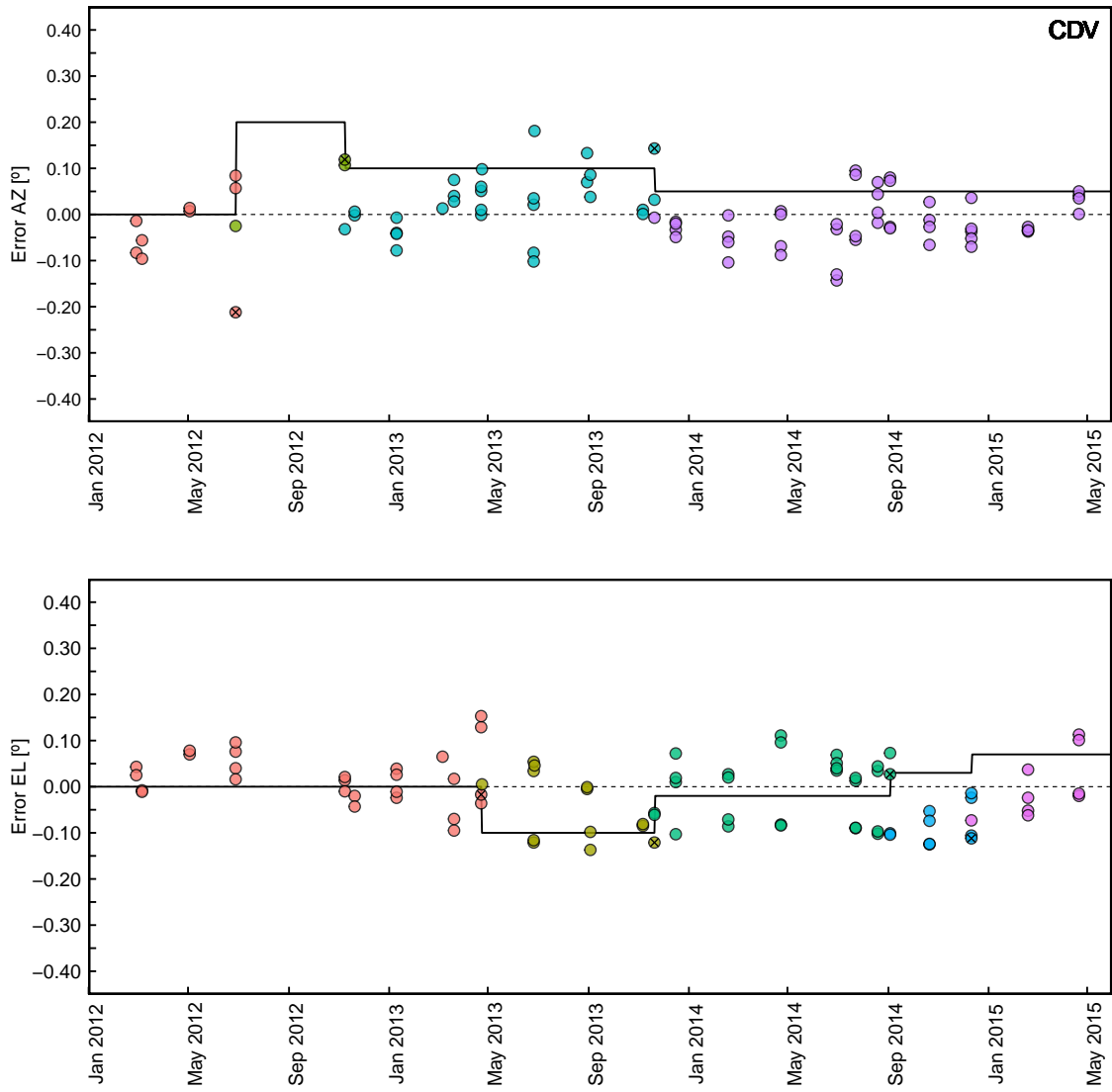


Figura 3: Como la Figura 1 pero para el radar Creu del Vent (CDV).

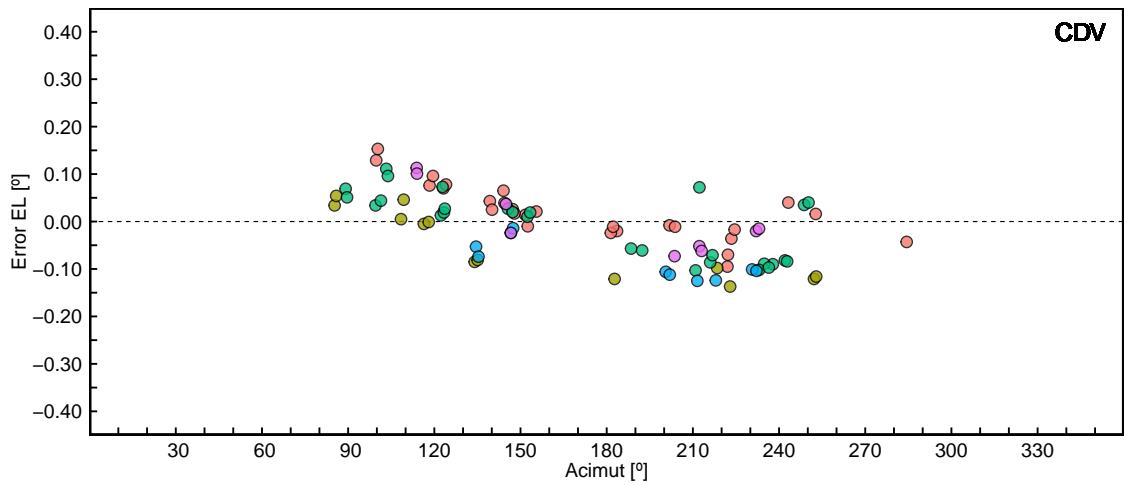
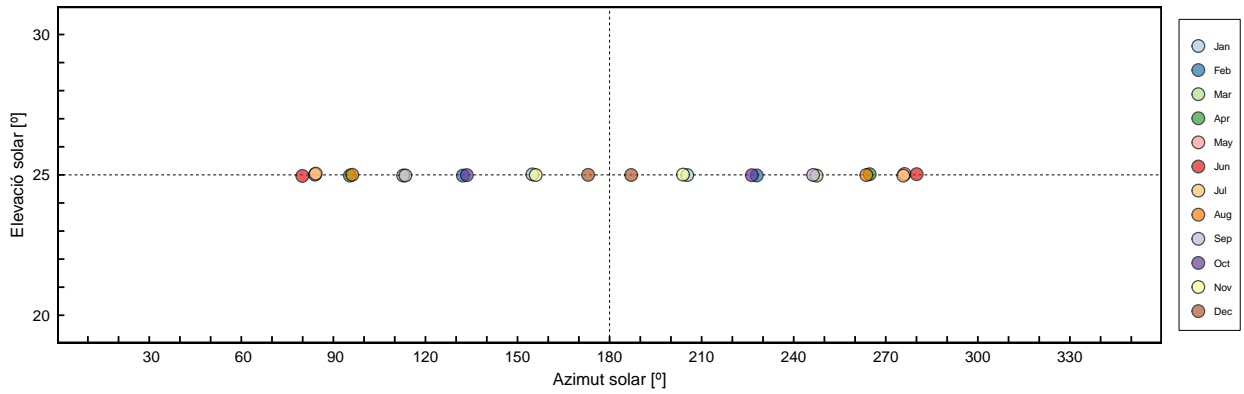
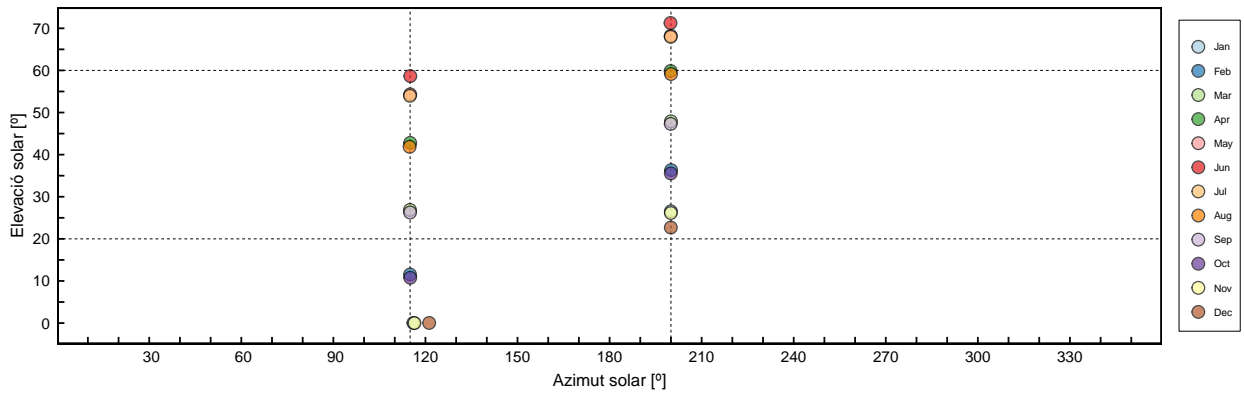


Figura 4: Resultados de las medidas *SUNCAL* (2012 a 2015) en función de la posición solar acimutal para el radar Creu del Vent (CDV). El código de colores se corresponde con el de la Figura 3.



(a)



(b)

Figura 5: Simulación de las posiciones solares en el momento de toma de medidas *SUNCAL* mensuales para el periodo entre el 22 de junio de 2015 y el 22 de mayo de 2016: (a) medidas a una elevación fija de 25°; (b) medidas a acimuts fijos de 115° y 200°. La simulación corresponde a la localización del centro aproximado de Catalunya, ya que la diferencia con respecto a las localizaciones de los radares es despreciable.