

Informe final
Validación de datos de
radiación solar, velocidad y
dirección de viento
Version 1.0

Colciencia-UPME-IDEAM
Contrato No. 260-2017

Complementariedad
de fuentes no
convencionales de
energía

Entidad financiadora:



El conocimiento
es de todos

Colciencias

Entidades beneficiarias:



Entidad ejecutora:



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Equipo de trabajo

Directora del proyecto

Belizza Janet Ruiz Mendoza

Responsables del documento

Belizza Janet Ruiz Mendoza - GIPEM

Laura Sofía Hoyos Gómez - GIPEM

Carlos Andrés Perilla Rozo - LABE


Colaboradores

Ángela Patricia Torres Luna - GIPEM

Andrés Felipe Mazorra Cedeño - GIPEM

German Andrés Prada Gavilán - GIPEM

Paula Andrea Betancourt Prada - Administradora



Financiamiento

El proyecto fue financiado por Colciencias con un monto de COP 220 millones. Esta entidad abrió una convocatoria en la modalidad de invitación directa en la que participó el Grupo de Investigación en Potencia, Energía y Mercados (GIPEM) de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. La propuesta presentada fue seleccionada y ratificada mediante el contrato FP44842-260-2017 que inició el 11 de agosto de 2017 y duraría hasta el 21 de diciembre del mismo año. Durante el desarrollo del proyecto se solicitaron tres prórrogas con el fin de llevar a cabo los objetivos trazados. La primera extensión prolongó el proyecto hasta el 21 de abril de 2018, la segunda hasta el 21 de octubre de 2018 y la última hasta el 21 de marzo de 2019.

Agradecimientos

Expresamos especial agradecimiento al personal del Laboratorio de Ensayos Eléctricos (LABE) de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá por la calibración de los piranómetros de campo y sus contribuciones académicas que fueron útiles en la elaboración del presente documento. A la UPME por su patrocinio económico, a Colciencias y al Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Fondo Francisco José de Caldas, por habernos brindado la oportunidad de participar en la convocatoria Complementariedad de Fuentes No Convencionales de Energía en Colombia a través de su invitación directa. Al IDEAM por brindarnos los datos de las variables meteorológicas sobre las cuales se desarrolló el proyecto. Al profesor Emel Enrique Vega Rodríguez y a los estudiantes de maestría en Meteorología Edwin Torres Moya y Pingyun Zheng, por su participación en el desarrollo de las metodologías para la validación de las series de datos. Al profesor Jorge Julián Vélez Upegui, por su participación en el tratamiento de datos hidrológicos. Por último, a los miembros del GIPEM, por el desarrollo, investigación e impulso para generar nuevas metodologías en los procesos de calibración, validación de datos y complementariedad energética.

Contenido

Financiamiento	5
Agradecimientos	5
Lista de símbolos	III
1. Introducción	1
2. Metodología de validación	3
2.1. Metodología de validación de radiación solar global	7
2.2. Metodología de validación de velocidad y dirección del viento	24
3. Resultados	29
3.1. Radiación solar global	32
3.1.1. Nivel 1: estructura	32
3.1.2. Nivel 2: corrección por cero y aplicación del factor de calibración . . .	33
3.1.3. Nivel 3: límite rígido	34
3.1.4. Nivel 4: límite flexibles	35
3.1.5. Nivel 5: coherencia temporal	36
3.1.6. Nivel 7: coherencia de la serie	37
3.1.7. Nivel 8: coherencia espacial	38
3.1.8. Nivel 9: inspección visual	39
3.2. Velocidad de Viento (VV)	42
3.2.1. Nivel 1: análisis de la estructura	42
3.2.2. Nivel 3: límite rígido	43
3.2.3. Nivel 4: límite flexible	44
3.2.4. Nivel 5: coherencia temporal	45
3.2.5. Nivel 6: coherencia interna	46
3.2.6. Nivel 9: inspección visual	47
3.3. Dirección de Viento (DV)	48
3.3.1. Nivel 1: análisis de la estructura	48
3.3.2. Nivel 3: límite rígido	49
3.3.3. Nivel 5: coherencia temporal	50
3.3.4. Nivel 6: coherencia interna	51

3.3.5. Nivel 9: inspección visual	52
A. Anexo - Lista de EMA para validar los registros de radiación solar, velocidad de viento y dirección de viento	53
B. Anexo: Radiación solar ideal diaria y horaria por estación	63
B.1. Estación 44015060-Acueducto Mocoa	64
B.2. Estación 48015010-Aeropuerto Vásquez Cobo	74
B.3. Estación 23195240-Aguachica	84
B.4. Estación 16015501-Alcaldía de Herrán	94
B.5. Estación 16015501-Aeropuerto Camilo Daza	104
B.6. Estación 29045190-Ernesto	114
B.7. Estación 53045040-Aeropuerto Guapi	124
B.8. Estación 15075501-Aeropuerto Puerto Bolívar	134
B.9. Estación 17015020-Aeropuerto Sesquicentenario	144
B.10. Estación 35215020-Aeropuerto Yopal	154
B.11. Estación 35095120-Aquitania	164
B.12. Estación 27015320-Aragón	174
B.13. Estación 26125290-Armenia	184
B.14. Estación 29065120-Batallón No. 6	194
B.15. Estación 21215180-Batallón Rooke	204
B.16. Estación 52055210-Botana	214
B.17. Estación 21215190-Cajamarca	224
B.18. Estación 26125300-Calarcá	234
B.19. Estación 29015040-Carmen de Bolívar	244
B.20. Estación 52055150-Cerro Paramo-Puerres	254
B.21. Estación 21215160-Cerro Noroccidentales	264
B.22. Estación 35075070-Chinavita	274
B.23. Estación 13095010-Coveñas	284
B.24. Estación 36015020-El Diamante	294
B.25. Estación 53075020-El Diviso	304
B.26. Estación 52055220-El Paraiso	314
B.27. Estación 44015070-El Pepino	324
B.28. Estación 25025280-El Tesoro	334
B.29. Estación 26095230-El Vinculo	344
B.30. Estación 26155230-E.M.A.S.	354
B.31. Estación 52025080-Estrecho Patia	364
B.32. Estación 28035060-Fedearroz	374
B.33. Estación 44035040-Florencia-Deslizamiento	384
Bibliografía	395

Lista de símbolos

En la lista de símbolos se incluyen cinco tablas, la primera corresponde a la que presenta las letras latinas y griegas, posteriormente se encuentra la tabla de subíndices, luego la de superíndices y finalmente la de abreviaturas.

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI
$Dmax_{DV}$	Diferencia máxima de Dirección del viento	<i>grados</i>
$Dmax_{VV}$	Diferencia máxima de velocidad del viento	$\frac{m}{s^2}$
DV	Dirección del viento	<i>grados</i>
DV_0	Dirección del viento observado en el momento 0	<i>grados</i>
DV_i	Dirección del viento observada en el momento i	<i>grados</i>
G	Radiación solar extraterrestre	$\frac{W}{m^2}$
G_o	Constante de radiación solar extraterrestre	$\frac{W}{m^2}$
k	Constante de absorción	
n	Número de día del año	<i>Adimensional</i>
m	Masa del aire	<i>Kg</i>
RSE	Radiación solar global extraterrestre	$\frac{W}{m^2}$
$RSG_{Teorica}$	Valor de radiación solar global en el intervalo t y $t - 1$	$\frac{W}{m^2}$
$RSGT$	Radiación solar global extraterrestre con T (variable o constante)	$\frac{W}{m^2}$
RSG_t	Valor de radiación solar global en t	$\frac{W}{m^2}$
$RSG_t - 1$	Valor de radiación solar global en t-1	$\frac{W}{m^2}$
V	Velocidad	$\frac{m}{s^2}$
VR	Velocidad de ráfaga de viento pico diaria	$\frac{m}{s^2}$

Continúa en la siguiente pagina

Tabla 0-1 – *Continuación*

Símbolo	Término	Unidad SI
VV	Velocidad del viento	$\frac{m}{s^2}$
VV_0	Velocidad del viento observada en el momento 0	$\frac{m}{s^2}$
VV_i	Velocidad del viento observada en el momento i	$\frac{m}{s^2}$
τ	Transmitancia	

Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>EMA</i>	Estación Meteorológica Automática
<i>FC</i>	Factor de Calibración
<i>GNM</i>	Grupo de instrumentos Normalizados a nivel Mundial
<i>IDEAM</i>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
<i>OMM</i>	Organización Meteorológica Mundial
<i>PMOD – WRC</i>	Centro mundial de radiación solar
<i>UNE</i>	Asociación española de normalización
<i>UPME</i>	Unidad de Planeación Minero Energética

1. Introducción

En la medida que avanza la investigación sobre recursos energéticos renovables con fines eléctricos, se vuelve obligatorio el análisis de los datos que representan tales recursos. Uno de los procesos de esa analítica de datos es la validación, que consiste en efectuar un proceso de control de calidad sobre los registros, con el fin de identificar alteraciones en la información recolectada a través de sensores y así ofrecer elementos decisivos sobre la eliminación o no de un registro en particular que ha sido identificado como inválido o sospechoso.

Dada la importancia del proceso de validación de datos meteorológicos para las entidades del sector eléctrico en particular, los responsables de este documento ofrecen una metodología para validar radiación solar global, velocidad y dirección de viento y una aplicación de tal propuesta a 95 estaciones meteorológicas administradas por el IDEAM.

La metodología presentada en este documento se basa en la norma española UNE500540:2004, la cual fue seleccionada por su versatilidad, en primer lugar, y por los resultados a nivel investigativo en España y Argentina, en segundo lugar. La metodología consta de 9 niveles, cada uno de ellos implica la realización de proceso matemático simple que se va efectuando consecutivamente, la aprobación de todos los niveles otorga la máxima calidad al registro analizado.

La estructura del documento está constituida por tres capítulos principales. El capítulo dos da cuenta de las metodologías de validación para la radiación solar global y para la velocidad y dirección de viento. Si bien, ambas metodologías toman los elementos más relevantes de la UNE500540:2004 ésta fue adaptada a cada una de las variables en cuestión. El capítulo tercero presenta las estadísticas resultantes de la aplicación metodológica, ofreciendo el porcentaje y número de datos que aprobaron cada uno de los niveles de validación. Finalmente, se presentan las conclusiones y algunas recomendaciones para las entidades beneficiaria.

2. Metodología de validación

La importancia del proceso de validación consiste en ofrecer datos meteorológicos con diferentes niveles de calidad para los sectores interesados en hacer uso de tal información. Básicamente, la validación es un proceso de control de calidad que se efectúa sobre los datos recolectados, con ésta se identifican las alteraciones de la información registrada y, consecuentemente, se definen posibles soluciones para conseguir una base de datos homogénea y útil. Los errores más comunes en la información se deben a las averías de los componentes electrónicos, daños en partes del sistema de medición, fallo en las comunicaciones, procesamiento incorrecto de los datos, escaso o nulo mantenimiento, descalibración de los instrumentos de medición, ubicación incorrecta de los sensores, pérdida del sincronismo de la Estación Meteorológica Automática (EMA), actos vandálicos, entre otros.

Una vez superadas las dificultades de carácter técnico en la EMA, como la reparación o sustitución de equipos, podría afirmarse que el proceso de validación de datos inicia con la calibración de los instrumentos de medición. La calibración permite aumentar la confiabilidad de los datos, pero no garantiza que sean correctos debido a la ocurrencia de eventos externos que podrían afectar las mediciones; por ejemplo, un árbol que haya crecido de tal manera que con el tiempo se encuentre obstruyendo el sensor de radiación solar conduce a mediciones inexactas de dicha variable independientemente del estado del instrumento. Es por esto que, después de la calibración, se debe realizar una secuencia de pruebas hasta obtener una base de datos depurada y etiquetada, cumpliendo así con los estándares de control de calidad de la información que sugiere la Organización de Meteorología Mundial (OMM) [12].

Aunque existen diferentes métodos para etiquetar los datos meteorológicos, la importancia del proceso radica más en la comprensión de la etiqueta que en el método elegido. En este proyecto, la etiqueta consiste en un código binario de nueve dígitos, asignado de acuerdo al cumplimiento o no de las pruebas que se efectúan en cada uno de los niveles de evaluación. Es decir, si el registro tiene un código binario de nueve unos significa que pasó todas las pruebas, por el contrario, si el registro tiene nueve ceros, muestra que no cumplió ninguna de ellas. Cada prueba implica el uso de algún procedimiento matemático que varía de acuerdo a la variable que se esté validando. Es por esto que en las secciones 2.1 y 2.2 se presentan las metodologías para la validación de tres variables meteorológicas diferentes: radiación solar global, velocidad y dirección de viento, respectivamente. Cada uno de los tres apartados

ofrece una explicación detallada de los niveles de validación con su respectivo contenido teórico-metodológico para la variable meteorológica en cuestión.

Los documentos que soportan esta propuesta fueron elaborados por la OMM y por entidades avaladas por esta última que pertenecen a diferentes naciones. Por ejemplo, en el conjunto de directrices que propuso Igor Zahumenský [12] para efectuar un etiquetamiento básico se presentan cinco categorías enunciadas a continuación:

- datos aceptables (datos buenos, datos con valor de error menor o igual a un valor especificado);
- datos inconsistentes (datos que no cumplen con el comportamiento fenomenológico);
- datos dudosos (datos sospechosos);
- datos incorrectos (datos con errores significativos respecto a un valor especificado);
- datos perdidos.

Es esencial en los datos aceptables que su calidad sea conocida y demostrable; además, estos deben aprobar la estructura de control de calidad básica definida por la entidad que administra la información. En el caso de tener registros inconsistentes, dudosos y/o erróneos deberá consultarse información adicional para determinar si el registro es validado o no. En el caso de datos perdidos deberán conocerse las razones de dicha pérdida de información para evitar que los bancos de datos continúen vacíos [12].

La norma española UNE 500540:2004 [1] fue otro de los documentos tenidos en cuenta para elaborar nuestra propuesta. Uno de los aspectos que llamó la atención fue la aplicación del estándar en España [8], [6], [2] y en Argentina [5]. En ambos casos quedó claro que la aplicación de procedimientos de control de calidad permitió identificar diferentes tipos de errores, posibilitando así, la toma de decisiones en relación al reemplazo, calibración y/o mantenimiento de los equipos de medición.

La propuesta de Mark Shafer, Christopher Fiebrich y Derek Arndt, presentada a finales de la década de los 90, mostró rutinas de control de calidad automatizadas, con el fin de evaluar, entre otros aspectos, valores máximos y mínimos de las observaciones en intervalos de tiempo establecidos, el paso entre observaciones sucesivas y la persistencia interna, externa y espacial. Los autores destacaron los beneficios que se derivan de realizar acciones conjuntas como el uso de esquemas de control de calidad para la calibración de instrumentos y validación de datos, la realización de comparaciones en campo, la ejecución de rutinas automatizadas y las inspecciones manuales. En el análisis que hicieron para la red de Oklahoma, Shafer y sus colegas concluyeron que las acciones conjuntas permitieron la realimentación de uno de

los componentes del sistema para mejorar otros, ofreciendo como ejemplo la poscalibración para determinar el tiempo de vida útil de ciertos instrumentos, maximizando la calidad de los datos y minimizando la rotación de los sensores [7].

En la metodología que aquí se propone, en términos generales, el proceso de control de calidad de la información se realiza mediante la aplicación de nueve pruebas específicas que se efectúan consecutivamente sobre los datos. El objetivo consiste en que cada registro tenga una etiqueta asociada que determine el nivel de calidad de la información. El cumplimiento o no de cada una de las pruebas será reflejado en la etiqueta. El código que estará en la etiqueta tendrá una forma universal binaria para su representación.

La tabla **2-1** muestra las pruebas de validación para cada nivel. El cumplimiento o no de los niveles uno y dos permite etiquetar el registro como válido o inválido, respectivamente, en el último caso el registro se debe eliminar del banco de información. A partir del nivel tres, la etiqueta indica si el registro es válido o sospechoso. En el caso de ser sospechoso, la duda se dirime en la inspección visual que constituye la última prueba.

Tabla 2-1.: Niveles y pruebas de la metodología de validación

Nivel	Prueba
0	El dato no ha pasado por ninguno de los pasos de validación.
1	El dato tiene una estructura válida.
2	El dato tiene el factor de calibración aplicado y la corrección por cero
3	El dato ha superado la prueba de los límites rígidos
4	El dato ha superado la prueba de los límites flexibles.
5	El dato ha superado la prueba de coherencia temporal.
6	El dato ha superado la prueba de coherencia interna.
7	El dato ha superado la prueba de coherencia temporal de la serie.
8	El dato ha superado la prueba de coherencia espacial.
9	El dato no requirió de inspección visual porque no fue etiquetado como sospechoso en las pruebas anteriores.

Nivel cero - Datos en bruto: los datos en bruto son los que aún no han pasado por algún proceso de validación. Tener los registros en su condición inicial es fundamental porque posibilita futuras revisiones y comparaciones entre los bancos de datos originales y los que van resultando después de cada etapa de validación.

Nivel uno - Validación de la estructura del registro: como el instrumento de medición podría no estar funcionando de manera correcta durante el tiempo de servicio, se examina que el registro conserve la estructura bajo la cual debió quedar almacenado. La estructura está constituida por el código de identificación de la EMA, el número de identificación de la variable, la fecha y la hora en la que se registró el dato, el valor medido y el número de datos

que se espera para el periodo de tiempo analizado el cual correspondería a 13 registros en el intervalo de 6:00 h a 18:00 h. Si alguno de los registros no cumple con la estructura expuesta anteriormente es decir, no se puede extraer correctamente de la base de datos, éste deberá etiquetarse como dato inválido.

Nivel dos - Factor de calibración y corrección por cero: como el sensor podría no absorber radiación medible dentro del rango espectral de su longitud de onda cuando aún hay una señal, algunos valores pueden ser erróneos; esto es debido a desbalances térmicos en el instrumento. Por lo tanto, para evitar esto, se debe hacer una corrección por cero [9]. Despreciar el desbalance térmico puede causar una subestimación de las medidas de radiación solar. No obstante, a pesar de la importancia de este procedimiento, no existe un procedimiento único para todos los instrumentos de medida debido a que existen factores externos como la localización y condiciones ambientales que no se pueden estandarizar [11]. Es importante resaltar que antes de realizar esta prueba se debe aplicar el factor de corrección, derivado del certificado de calibración o del manual del instrumento.

Nivel tres - Límites rígidos esta prueba es llamada como límites físicos e instrumentales. Para efectuar la prueba, se consideran los valores superior e inferior que establecen el rango dentro del cual deberá estar el dato que se esté validando. Entre los criterios, físico e instrumental, deberá elegirse el más restrictivo; es decir, el que tenga un menor valor como límite superior. Generalmente, el valor físico es más restrictivo que el instrumental. El dato que se encuentre fuera del límite será etiquetado como inválido.

Nivel cuatro - Límites flexibles: para realizar esta prueba se deberá comparar el dato en cuestión con los valores máximos históricos registrados en la zona donde está ubicada la EMA. Si el registro a validar supera el valor extremo que ya había sido fijado, deberá generarse una alerta indicando que el dato continuará en el proceso de validación con el fin de definir si éste constituye o no un nuevo máximo. Esta prueba destaca la conveniencia de contar con un conjunto de efemérides de las EMA. Si el registro no cumple esta evaluación deberá etiquetarse como sospechoso.

Nivel cinco - Coherencia temporal: esta prueba se puede aplicar de dos formas. La primera es cuando el tiempo de medición de los datos no es horario, es decir, son medidos en un tiempo de cada media hora o diez minutos. En este caso se analiza la variación entre dos o más datos consecutivos, y el valor obtenido se compara con un valor que ha sido establecido previamente por medio de un análisis meteorológico o estadístico de las series existentes. El segundo caso es cuando el intervalo de muestreo es horario, por lo tanto, permite hacer una comparación directa con un valor determinado con anterioridad derivado del modelo matemático. Si el dato no supera la prueba se etiqueta como sospechoso para después pasar por inspección visual. Esta prueba ofrece mejores resultados cuando la frecuencia de muestreo

es alta, debido a que la correlación entre los registros contiguos también aumenta.

Nivel seis - Coherencia interna de los datos: esta prueba encuentra el comportamiento de las otras variables meteorológicas las cuales se registran en la misma estación. Se parte del hecho que valores medidos al mismo tiempo y en el mismo lugar no deben ser incoherentes entre ellos.

Nivel siete - Coherencia temporal de la serie: en esta prueba se calcula la media y la desviación estándar para la variable en el periodo que se va a analizar (día, semana, mes, año). Si la desviación estándar es menor que un valor máximo aceptable, todos los datos de ese periodo deberán clasificarse como sospechosos. Igualmente deberá calcularse la mayor diferencia entre un par de datos para el periodo de análisis, si la diferencia es menor que el mínimo aceptable, todos los datos deberán ser tomados como sospechosos.

Nivel ocho - Coherencia espacial: esta prueba se fundamenta en que los valores de una misma variable medidos al mismo tiempo en EMA correlacionadas no deberían diferir demasiado unos de otros. Esta evaluación dependerá de la densidad de estaciones de la red y de la complejidad de la orografía de la zona. Para aplicar esta prueba se usan técnicas de interpolación con las cuales se detectan los errores más relevantes, aquellos más sutiles podrían descubrirse mediante inspección visual.

Nivel nueve - Inspección visual: cuando un dato es considerado sospechoso en los niveles anteriores, se sugiere analizarlo mediante inspección visual. En primer lugar deberá representarse la evolución temporal de la variable desagregada en diferentes niveles (día, semana, mes, año). Del mismo modo es conveniente ubicar en mapas físicos las EMA, los valores máximos, mínimos, valores acumulados, entre otros, con el fin de identificar algunos problemas menores.

La adaptación de la metodología para validar radiación solar global, velocidad y dirección del viento se presentan en las secciones 2.1 y 2.2 respectivamente.

2.1. Metodología de validación de radiación solar global

El procedimiento para validar la radiación solar global (R) se fundamenta en las directrices que plantea la norma UNE500540 [1], que ha sido aplicada en Andalucía (España) [8] y en la provincia de Mendoza (Argentina) [5], y en [10] [3].

Teniendo en cuenta los niveles que presenta la tabla **2-1** y el comportamiento de la radiación solar global, a continuación se detalla cada una de las pruebas que se realizará al conjunto de los datos sometidos al proceso de validación:

1. *Nivel cero - Datos en bruto*

Se comprueba que en los registros meteorológicos a estudiar se encuentren datos en bruto registrados, si algún registro carece de estos datos, se tomara como invalido y por lo tanto para ese registro no se podrá realizar el estudio del siguiente nivel.

2. *Nivel uno - Validación de la estructura de cada uno de los registros*

Como el piranómetro de campo podría tener problemas durante su funcionamiento, los registros que carezcan de número de identificación de la estación, número de identificación de la variable, fecha, hora o no tengan valores de radiación en el intervalo donde ésta ocurre se marcarán como datos inválidos y serán retirados antes de realizar el siguiente paso de validación.

3. *Nivel dos - Factor de calibración y corrección por cero*

Hay dos procesos en este nivel, el primero es la corrección por cero que consiste en calcular el promedio de los datos medidos durante la noche y ese valor agregarlo a los datos diarios. El segundo paso es la implementación del factor de calibración en la serie de datos, que en este caso es la división de la serie de tiempo por una constante.

4. *Nivel tres - Límites rígidos*

Esta prueba considera los límites superior e inferior del instrumento de medición y de la radiación solar global. Con estos valores se establece un rango dentro del cual deberá estar el dato analizado.

Los límites instrumentales son determinados por las características del sensor, que se encuentran en la hoja de datos del instrumento. Los límites físicos están dados por el comportamiento de la radiación solar. En relación a este límite, es conveniente resaltar que la radiación solar depende directamente de la constante solar y varía de acuerdo al día del año. Esto ocurre por la posición de la Tierra respecto al Sol durante el movimiento de traslación. Entre los dos límites, instrumentales y físicos, deberá elegirse el más restrictivo, es decir, el que tenga el menor valor máximo.

Para seleccionar el límite instrumental se extrae el valor de irradiancia máxima de la hoja de datos del instrumento. La tabla **2-2** contiene dicha información para tres piranómetros de campo comúnmente usados en las EMA del IDEAM.

Tabla 2-2.: Rangos de radiación de los piranómetros de campo más utilizados en las redes meteorológicas en Colombia [13]

Referencia del piranómetro de campo	Irradiancia solar máxima
CMP3 Kipp & Zonen	2000 W/m^2
Eppley Radiometer PSP	0 - 1500 W/m^2
CMP11 Kipp & Zonen	4000 W/m^2

Los límites físicos se obtienen del comportamiento de la radiación solar extraterrestre que es representada mediante la siguiente expresión:

$$G = G_o[1 + 0,034 * \cos(360n/365, 25)] \quad (2-1)$$

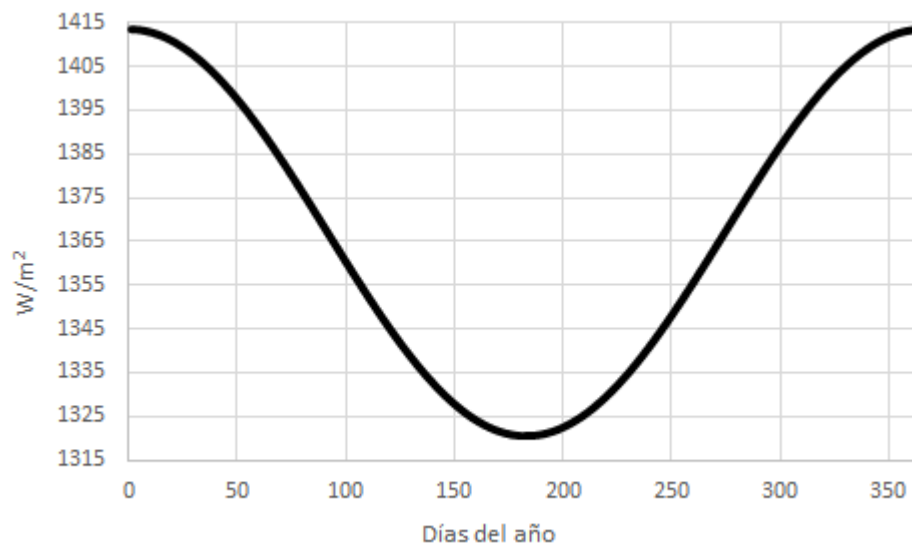
Donde:

G es la radiación solar extraterrestre.

G_o es la constante solar que tiene un valor de $1.367 W/m^2$.

n es el número del día del año.

La figura 2-1 muestra el comportamiento de la radiación solar global a lo largo del año, la cual es representada por la expresión 2-1. En la figura se aprecian los valores máximo y mínimo que corresponden a $1.413,47 W/m^2$ el 31 de diciembre y $1.320,52 W/m^2$ el 2 de julio respectivamente. La variación de los valores máximo y mínimo respecto a la constante solar es de $\pm 3,3\%$. De estos dos valores se selecciona el máximo para no descartar valores que superen el límite inferior.

Figura 2-1.: Radiación solar extraterrestre durante un año cualquiera

Después de tener el límite instrumental y el límite físico se elige el menor valor entre ellos para que se convierta en el límite superior de los datos registrados. Básicamente, la prueba consiste en determinar si el valor que se está validando se encuentra en el siguiente rango: $0 \leq R \leq 1.413,47 \text{ W/m}^2$.

5. Nivel cuatro - Límites flexibles

Para realizar esta prueba se deberá comparar el dato que se está validando con los límites históricos de radiación solar global de la misma EMA. Si el registro supera el límite, es decir, no cumple con la evaluación, el dato será etiquetado como sospechoso y luego pasará a inspección visual para determinar si constituye o no un nuevo valor máximo. Esta prueba destaca la importancia de contar con un conjunto de datos históricos de valores máximos de radiación solar de cada una de las EMA. Si no hay datos históricos, es posible hacer una comparación con los datos horarios de radiación solar extraterrestre, determinada para la localización de cada EMA con la Ecuación 2-2

$$G = G_o[1 + 0,034 * \cos(360n/365,25)] * [(\cos\theta \cos\delta \cos\omega) + (\sin\delta \sin\theta)] \quad (2-2)$$

Donde:

G es la radiación solar extraterrestre.

G_o es la constante solar que tiene un valor de 1.367 W/m^2 .

n es el número del día del año.

θ es la latitud del sitio.

δ es la declinación solar.

ω es el ángulo horario.

6. Nivel cinco - Coherencia temporal del registro

Esta prueba compara el cambio entre dos registros sucesivos separados unos de otros por intervalos de tiempo predeterminados, o directamente compara el valor medido con el valor teórico. El intervalo de tiempo es definido por el administrador de la EMA y en nuestro caso es de una hora. Si las restricciones de las Ecuaciones 2-3 y 2-4 no se cumplen, los datos en cuestión son etiquetados como sospechosos.

$$|RSG_t - RSG_{t-1}| < RSG_{Teorica} \quad (2-3)$$

$$RSG_t \leq RSG_{Teorica} \quad (2-4)$$

Donde:

RSG_t es el valor de radiación solar global en el tiempo t .

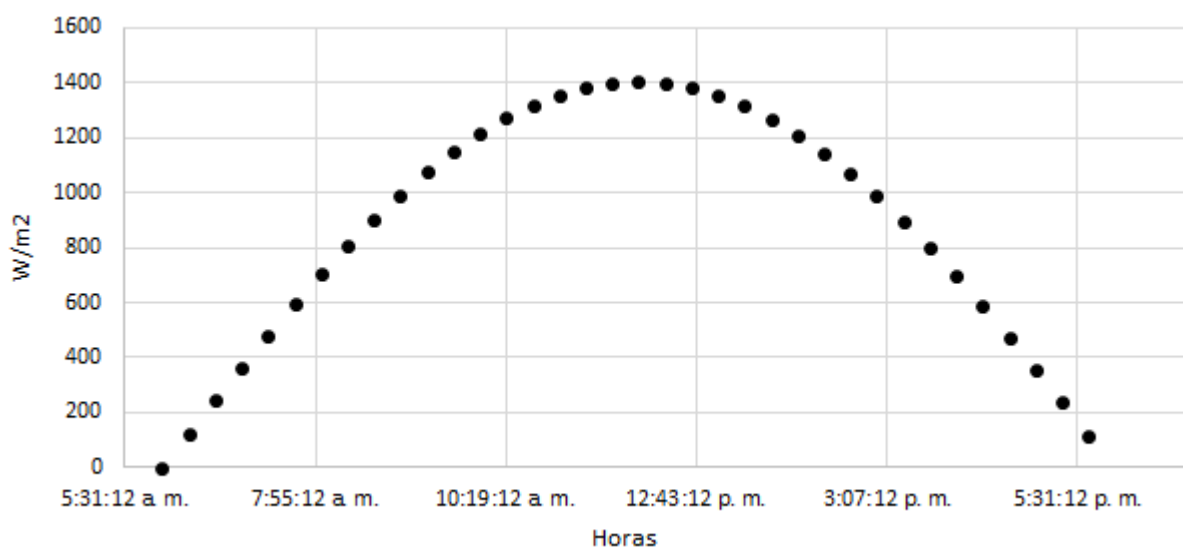
RSG_{t-1} es el valor de radiación solar global en el tiempo $t - 1$.

$RSG_{Teorica}$ es el cambio de radiación solar global permitido en el intervalo de tiempo entre t y $t - 1$.

Esta prueba resulta útil para detectar errores en la lectura del registro debido a las pérdidas de conexión o por problemas de almacenamiento de información en el dispositivo para dicho fin. Cuando la frecuencia de muestreo es alta, la efectividad de la prueba aumenta.

¿De dónde surgen los valores permitidos para cada intervalo horario? El comportamiento de la radiación solar global extraterrestre en un día típico se muestra en la figura 2-2. Si bien la forma de la trayectoria de la radiación solar global sobre la superficie terrestres es igual a la que tiene la radiación solar extraterrestre, la amplitud de la misma varía de acuerdo a la transmitancia atmosféricas, el día del año y la latitud del sitio donde se realiza el registro. Es por esto que los intervalos horarios deberán calcularse para el lugar específico donde se encuentra la EMA.

Figura 2-2.: Radiación solar extraterrestre



El índice de transmitancia atmosférica representa la reducción de radiación solar global entre la línea imaginaria donde termina la atmósfera y la superficie de la Tierra debido a la absorción de la radiación por diferentes gases, la dispersión molecular por gases permanentes en la atmósfera y la dispersión de aerosoles debido a partículas. En la literatura académica existen diferentes modelos para calcularla; no obstante, se destacan tres que se presentan brevemente a continuación [10]:

1. Reducción de la radiación solar por decrecimiento exponencial

$$\tau = e^{-k*m} \quad (2-5)$$

Donde:

k : es la constante de absorción.

m : es la relación de masa de aire.

2. Modelo de Frank Kreith and Jan Kreider

$$\tau = a + b * e^{-\frac{c}{\cos\theta_z}} \quad (2-6)$$

Donde:

a, b y c : son constantes.

$\cos\theta_z$: es el coseno del ángulo zenital.

3. Relación empírica propuesta por Frank Kreith and Jan Kreider

$$\tau = 0,56(e^{-0,65*m} + e^{-0,095*m}) \quad (2-7)$$

Donde:

m : es la masa de aire

La figura **2-3** representa el comportamiento de la radiación solar extraterrestre (línea negra), de la radiación solar global sobre la superficie de la Tierra con un índice de transmitancia variable de acuerdo al ángulo zenital (línea naranja) y de la radiación solar global sobre la superficie de la Tierra con un índice de transmitancia constante (línea gris). Las tres curvas se realizaron para el 1° de enero a una latitud de 6 grados.

La radiación solar horaria para las tres curvas de la figura **2-3** se presenta en la tabla **2-4**. Con los valores horarios se calcula el valor permitido para los tres casos, que consiste en la diferencia de radiaciones solares consecutivas, los resultados se muestran en la tabla **2-3**. ¿Qué conjunto de rangos elegir? Para responder el interrogante se debe analizar las características de las EMA bajo estudio. La tabla **2-5** presenta un ejemplo de la tabla de validación para rangos horarios para un año completo en una latitud de 6 grados norte. Para validar los datos de radiación solar global del IDEAM se usará la transmitancia atmosférica constante. Los rangos correspondientes se encuentran en la tabla **2-5**.

Tabla 2-3.: Radiación solar extraterrestre y sobre la superficie terrestre para dos valores de transmitancia atmosférica a nivel horario

Hora	RSE ¹ [W/m ²]	RSGT _{τ₁} ² [W/m ²]	RSGT _{τ₂} ³ [W/m ²]
06:00:24 a.m.	6,13	2,02	4,92
07:00:24 a.m.	369,51	175,88	296,20
08:00:24 a.m.	707,46	403,43	567,09
09:00:24 a.m.	996,95	609,48	799,14
10:00:24 a.m.	1.218,24	769,65	976,54
11:00:24 a.m.	1.356,27	870,21	1.087,18
12:00:24 a.m.	1.401,62	903,33	1.123,54
01:00:24 p.m.	1.351,21	866,52	1.083,13
02:00:24 p.m.	1.208,47	762,55	968,70
03:00:24 p.m.	983,12	599,54	788,07
04:00:24 p.m.	690,53	391,58	553,52
05:00:24 p.m.	350,63	164,09	281,06
05:57:24 p.m.	4,98	1,64	3,99

Tabla 2-4.: Rangos horarios para las curvas de radiación solar

Rango horario	RSE [W/m ²]	RSGT _{τ₁} [W/m ²]	RSGT _{τ₂} [W/m ²]
07:00:24 a.m. - 06:00:24 a.m.	363,38	173,86	291,28
08:00:24 a.m. - 07:00:24 a.m.	337,95	227,55	270,90
09:00:24 a.m. - 08:00:24 a.m.	289,49	206,05	232,05
10:00:24 a.m. - 09:00:24 a.m.	221,30	160,17	177,39
11:00:24 a.m. - 10:00:24 a.m.	138,03	100,56	110,64
12:00:24 a.m. - 11:00:24 a.m.	45,35	32,12	36,36
01:00:24 p.m. - 12:00:24 a.m.	50,41	36,82	40,41
02:00:24 p.m. - 01:00:24 p.m.	142,74	103,97	114,42
03:00:24 p.m. - 02:00:24 p.m.	225,35	163,01	180,64
04:00:24 p.m. - 03:00:24 p.m.	292,59	207,96	234,54
05:00:24 p.m. - 04:00:24 p.m.	339,90	227,49	272,46
05:57:24 p.m. - 05:00:24 p.m. ^a	345,65	162,45	277,07

Esta prueba también permite identificar sensores con fallas internas que muestran el mismo valor para registros consecutivos. En este caso se busca que se cumpla la restricción de la Ecuación 2-8.

$$R_{t-1} \neq R_t \neq R_{t+1} \quad (2-8)$$

Si los registros no superan la prueba son etiquetados como sospechosos. Sin embargo, como la intensidad de la radiación solar global es sensible a la interacción con las nubes, la anterior restricción se puede aplicar a muestras con alta frecuencia o con información adicional de imágenes de cielo o satelitales.

¹Radiación solar extraterrestre

²Radiación solar global terrestre con τ variable.

³Radiación solar global terrestre con τ constante.

Figura 2-3.: Radiación solar extraterrestre y terrestre para dos valores de transmitancia atmosférica diferentes

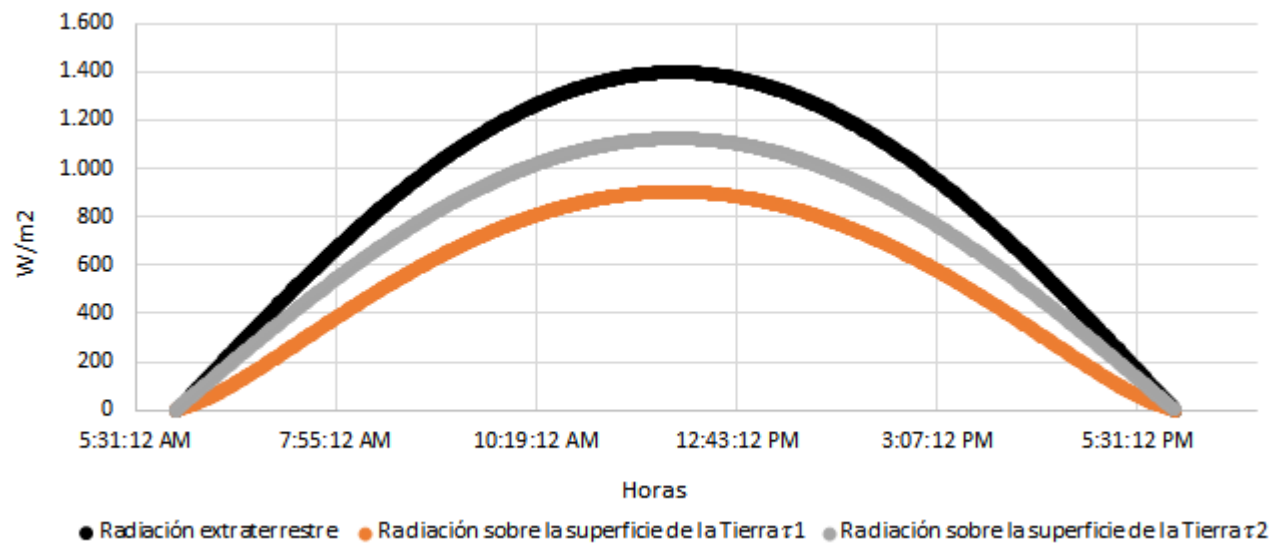


Tabla 2-5.: Radiación solar extraterrestre horaria

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	-46,311	223,586	487,152	738,215	964,111	1.136,940	1.206,052	1.136,940	964,111	738,215	487,152	223,586	-46,311
2	-46,156	223,905	487,657	738,952	965,149	1.138,331	1.207,638	1.138,331	965,149	738,952	487,657	223,905	-46,156
3	-45,987	224,247	488,199	739,743	966,265	1.139,827	1.209,346	1.139,827	966,265	739,743	488,199	224,247	-45,987
4	-45,805	224,614	488,778	740,587	967,456	1.141,429	1.211,177	1.141,429	967,456	740,587	488,778	224,614	-45,805
5	-45,610	225,005	489,393	741,484	968,723	1.143,135	1.213,129	1.143,135	968,723	741,484	489,393	225,005	-45,610
6	-45,401	225,419	490,044	742,432	970,065	1.144,945	1.215,202	1.144,945	970,065	742,432	490,044	225,419	-45,401
7	-45,178	225,856	490,730	743,432	971,480	1.146,857	1.217,394	1.146,857	971,480	743,432	490,730	225,856	-45,178
8	-44,943	226,316	491,450	744,482	972,967	1.148,871	1.219,706	1.148,871	972,967	744,482	491,450	226,316	-44,943
9	-44,694	226,799	492,205	745,581	974,526	1.150,985	1.222,137	1.150,985	974,526	745,581	492,205	226,799	-44,694
10	-44,432	227,304	492,992	746,729	976,156	1.153,199	1.224,685	1.153,199	976,156	746,729	492,992	227,304	-44,432
11	-44,157	227,831	493,813	747,924	977,854	1.155,511	1.227,350	1.155,511	977,854	747,924	493,813	227,831	-44,157
12	-43,869	228,379	494,665	749,166	979,621	1.157,921	1.230,131	1.157,921	979,621	749,166	494,665	228,379	-43,869
13	-43,568	228,949	495,549	750,453	981,454	1.160,426	1.233,026	1.160,426	981,454	750,453	495,549	228,949	-43,568
14	-43,253	229,540	496,464	751,785	983,352	1.163,026	1.236,036	1.163,026	983,352	751,785	496,464	229,540	-43,253
15	-42,926	230,150	497,408	753,159	985,314	1.165,720	1.239,159	1.165,720	985,314	753,159	497,408	230,150	-42,926
16	-42,586	230,781	498,381	754,576	987,338	1.168,505	1.242,394	1.168,505	987,338	754,576	498,381	230,781	-42,586
17	-42,234	231,431	499,383	756,033	989,423	1.171,381	1.245,739	1.171,381	989,423	756,033	499,383	231,431	-42,234
18	-41,868	232,101	500,411	757,530	991,567	1.174,345	1.249,194	1.174,345	991,567	757,530	500,411	232,101	-41,868
19	-41,490	232,788	501,466	759,066	993,768	1.177,397	1.252,757	1.177,397	993,768	759,066	501,466	232,788	-41,490
20	-41,100	233,494	502,547	760,638	996,025	1.180,534	1.256,428	1.180,534	996,025	760,638	502,547	233,494	-41,100
21	-40,697	234,218	503,652	762,245	998,336	1.183,755	1.260,204	1.183,755	998,336	762,245	503,652	234,218	-40,697
22	-40,282	234,958	504,781	763,887	1.000,699	1.187,058	1.264,085	1.187,058	1.000,699	763,887	504,781	234,958	-40,282
23	-39,855	235,715	505,933	765,561	1.003,112	1.190,442	1.268,069	1.190,442	1.003,112	765,561	505,933	235,715	-39,855
24	-39,415	236,488	507,106	767,267	1.005,574	1.193,903	1.272,156	1.193,903	1.005,574	767,267	507,106	236,488	-39,415
25	-38,964	237,276	508,300	769,002	1.008,081	1.197,441	1.276,342	1.197,441	1.008,081	769,002	508,300	237,276	-38,964
26	-38,501	238,079	509,514	770,765	1.010,633	1.201,053	1.280,628	1.201,053	1.010,633	770,765	509,514	238,079	-38,501
27	-38,026	238,897	510,746	772,555	1.013,227	1.204,737	1.285,012	1.204,737	1.013,227	772,555	510,746	238,897	-38,026
28	-37,539	239,728	511,996	774,369	1.015,861	1.208,491	1.289,491	1.208,491	1.015,861	774,369	511,996	239,728	-37,539
29	-37,041	240,572	513,262	776,207	1.018,533	1.212,312	1.294,065	1.212,312	1.018,533	776,207	513,262	240,572	-37,041
30	-36,532	241,429	514,543	778,066	1.021,240	1.216,199	1.298,732	1.216,199	1.021,240	778,066	514,543	241,429	-36,532
31	-36,011	242,298	515,839	779,945	1.023,980	1.220,149	1.303,491	1.220,149	1.023,980	779,945	515,839	242,298	-36,011
32	-35,479	243,178	517,148	781,842	1.026,751	1.224,160	1.308,339	1.224,160	1.026,751	781,842	517,148	243,178	-35,479
33	-34,936	244,069	518,469	783,756	1.029,551	1.228,228	1.313,275	1.228,228	1.029,551	783,756	518,469	244,069	-34,936
34	-34,383	244,970	519,800	785,684	1.032,376	1.232,352	1.318,298	1.232,352	1.032,376	785,684	519,800	244,970	-34,383
35	-33,819	245,880	521,141	787,625	1.035,226	1.236,529	1.323,406	1.236,529	1.035,226	787,625	521,141	245,880	-33,819
36	-33,244	246,799	522,491	789,577	1.038,096	1.240,756	1.328,596	1.240,756	1.038,096	789,577	522,491	246,799	-33,244
37	-32,659	247,726	523,848	791,538	1.040,984	1.245,030	1.333,868	1.245,030	1.040,984	791,538	523,848	247,726	-32,659
38	-32,064	248,661	525,211	793,507	1.043,888	1.249,349	1.339,219	1.249,349	1.043,888	793,507	525,211	248,661	-32,064
39	-31,459	249,602	526,579	795,481	1.046,806	1.253,709	1.344,647	1.253,709	1.046,806	795,481	526,579	249,602	-31,459
40	-30,844	250,550	527,951	797,458	1.049,734	1.258,107	1.350,151	1.258,107	1.049,734	797,458	527,951	250,550	-30,844

Continúa en la siguiente página

Tabla 2-5 – Continuación

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
41	-30,220	251,503	529,325	799,438	1.052,669	1.262,541	1.355,730	1.262,541	1.052,669	799,438	529,325	251,503	-30,220
42	-29,586	252,461	530,700	801,417	1.055,610	1.267,007	1.361,380	1.267,007	1.055,610	801,417	530,700	252,461	-29,586
43	-28,943	253,423	532,076	803,394	1.058,553	1.271,501	1.367,100	1.271,501	1.058,553	803,394	532,076	253,423	-28,943
44	-28,291	254,389	533,451	805,368	1.061,495	1.276,022	1.372,888	1.276,022	1.061,495	805,368	533,451	254,389	-28,291
45	-27,630	255,358	534,823	807,335	1.064,433	1.280,564	1.378,743	1.280,564	1.064,433	807,335	534,823	255,358	-27,630
46	-26,961	256,329	536,192	809,295	1.067,366	1.285,124	1.384,662	1.285,124	1.067,366	809,295	536,192	256,329	-26,961
47	-26,283	257,301	537,556	811,246	1.070,289	1.289,699	1.390,643	1.289,699	1.070,289	811,246	537,556	257,301	-26,283
48	-25,597	258,274	538,914	813,185	1.073,200	1.294,286	1.396,684	1.294,286	1.073,200	813,185	538,914	258,274	-25,597
49	-24,903	259,248	540,265	815,110	1.076,096	1.298,879	1.402,784	1.298,879	1.076,096	815,110	540,265	259,248	-24,903
50	-24,201	260,221	541,608	817,021	1.078,975	1.303,476	1.408,940	1.303,476	1.078,975	817,021	541,608	260,221	-24,201
51	-23,492	261,193	542,942	818,914	1.081,832	1.308,072	1.415,150	1.308,072	1.081,832	818,914	542,942	261,193	-23,492
52	-22,775	262,163	544,266	820,789	1.084,666	1.312,663	1.421,412	1.312,663	1.084,666	820,789	544,266	262,163	-22,775
53	-22,052	263,131	545,577	822,643	1.087,472	1.317,245	1.427,724	1.317,245	1.087,472	822,643	545,577	263,131	-22,052
54	-21,321	264,096	546,877	824,474	1.090,249	1.321,813	1.434,084	1.321,813	1.090,249	824,474	546,877	264,096	-21,321
55	-20,585	265,057	548,162	826,281	1.092,994	1.326,364	1.440,490	1.326,364	1.092,994	826,281	548,162	265,057	-20,585
56	-19,841	266,014	549,432	828,062	1.095,702	1.330,892	1.446,939	1.330,892	1.095,702	828,062	549,432	266,014	-19,841
57	-19,092	266,966	550,687	829,815	1.098,373	1.335,393	1.453,431	1.335,393	1.098,373	829,815	550,687	266,966	-19,092
58	-18,337	267,913	551,924	831,539	1.101,001	1.339,862	1.459,961	1.339,862	1.101,001	831,539	551,924	267,913	-18,337
59	-17,577	268,854	553,144	833,232	1.103,586	1.344,293	1.466,530	1.344,293	1.103,586	833,232	553,144	268,854	-17,577
60	-16,811	269,788	554,344	834,892	1.106,123	1.348,683	1.473,133	1.348,683	1.106,123	834,892	554,344	269,788	-16,811
61	-16,040	270,715	555,525	836,518	1.108,610	1.353,026	1.479,769	1.353,026	1.108,610	836,518	555,525	270,715	-16,040
62	-15,265	271,634	556,685	838,107	1.111,045	1.357,316	1.486,437	1.357,316	1.111,045	838,107	556,685	271,634	-15,265
63	-14,485	272,545	557,822	839,660	1.113,424	1.361,549	1.493,133	1.361,549	1.113,424	839,660	557,822	272,545	-14,485
64	-13,700	273,447	558,938	841,173	1.115,745	1.365,718	1.499,856	1.365,718	1.115,745	841,173	558,938	273,447	-13,700
65	-12,912	274,340	560,029	842,646	1.118,005	1.369,819	1.506,603	1.369,819	1.118,005	842,646	560,029	274,340	-12,912
66	-12,121	275,223	561,096	844,077	1.120,201	1.373,845	1.513,373	1.373,845	1.120,201	844,077	561,096	275,223	-12,121
67	-11,325	276,095	562,138	845,465	1.122,331	1.377,791	1.520,163	1.377,791	1.122,331	845,465	562,138	276,095	-11,325
68	-10,527	276,957	563,154	846,809	1.124,393	1.381,651	1.526,971	1.381,651	1.124,393	846,809	563,154	276,957	-10,527
69	-9,726	277,807	564,143	848,107	1.126,385	1.385,418	1.533,794	1.385,418	1.126,385	848,107	564,143	277,807	-9,726
70	-8,923	278,645	565,105	849,358	1.128,302	1.389,087	1.540,632	1.389,087	1.128,302	849,358	565,105	278,645	-8,923
71	-8,117	279,471	566,039	850,562	1.130,145	1.392,653	1.547,481	1.392,653	1.130,145	850,562	566,039	279,471	-8,117
72	-7,309	280,285	566,944	851,717	1.131,910	1.396,108	1.554,339	1.396,108	1.131,910	851,717	566,944	280,285	-7,309
73	-6,500	281,086	567,819	852,821	1.133,596	1.399,446	1.561,205	1.399,446	1.133,596	852,821	567,819	281,086	-6,500
74	-5,689	281,873	568,665	853,875	1.135,200	1.402,662	1.568,076	1.402,662	1.135,200	853,875	568,665	281,873	-5,689
75	-4,877	282,646	569,480	854,877	1.136,720	1.405,749	1.574,949	1.405,749	1.136,720	854,877	569,480	282,646	-4,877
76	-4,065	283,405	570,264	855,827	1.138,156	1.408,702	1.581,824	1.408,702	1.138,156	855,827	570,264	283,405	-4,065
77	-3,252	284,150	571,017	856,723	1.139,505	1.411,514	1.588,697	1.411,514	1.139,505	856,723	571,017	284,150	-3,252
78	-2,438	284,880	571,739	857,566	1.140,766	1.414,179	1.595,567	1.414,179	1.140,766	857,566	571,739	284,880	-2,438
79	-1,625	285,595	572,428	858,354	1.141,938	1.416,692	1.602,432	1.416,692	1.141,938	858,354	572,428	285,595	-1,625
80	-0,812	286,294	573,084	859,087	1.143,018	1.419,048	1.609,289	1.419,048	1.143,018	859,087	573,084	286,294	-0,812
81	0,000	286,978	573,708	859,765	1.144,008	1.421,240	1.616,136	1.421,240	1.144,008	859,765	573,708	286,978	0,000
82	0,811	287,646	574,299	860,387	1.144,904	1.423,264	1.622,971	1.423,264	1.144,904	860,387	574,299	287,646	0,811

Continúa en la siguiente página

Tabla 2-5 – Continuación

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
83	1,621	288,298	574,857	860,952	1.145,707	1.425,115	1.629,793	1.425,115	1.145,707	860,952	574,857	288,298	1,621
84	2,430	288,933	575,381	861,462	1.146,416	1.426,788	1.636,599	1.426,788	1.146,416	861,462	575,381	288,933	2,430
85	3,237	289,552	575,872	861,915	1.147,031	1.428,280	1.643,387	1.428,280	1.147,031	861,915	575,872	289,552	3,237
86	4,042	290,155	576,329	862,312	1.147,550	1.429,586	1.650,155	1.429,586	1.147,550	862,312	576,329	290,155	4,042
87	4,844	290,740	576,753	862,652	1.147,974	1.430,704	1.656,901	1.430,704	1.147,974	862,652	576,753	290,740	4,844
88	5,644	291,309	577,143	862,936	1.148,303	1.431,631	1.663,623	1.431,631	1.148,303	862,936	577,143	291,309	5,644
89	6,441	291,861	577,500	863,164	1.148,537	1.432,364	1.670,319	1.432,364	1.148,537	863,164	577,500	291,861	6,441
90	7,235	292,396	577,823	863,335	1.148,677	1.432,902	1.676,988	1.432,902	1.148,677	863,335	577,823	292,396	7,235
91	8,025	292,913	578,113	863,451	1.148,722	1.433,244	1.683,626	1.433,244	1.148,722	863,451	578,113	292,913	8,025
92	8,812	293,413	578,369	863,512	1.148,673	1.433,390	1.690,233	1.433,390	1.148,673	863,512	578,369	293,413	8,812
93	9,594	293,897	578,593	863,518	1.148,531	1.433,338	1.696,806	1.433,338	1.148,531	863,518	578,593	293,897	9,594
94	10,373	294,363	578,784	863,470	1.148,297	1.433,092	1.703,344	1.433,092	1.148,297	863,470	578,784	294,363	10,373
95	11,147	294,811	578,943	863,368	1.147,971	1.432,650	1.709,844	1.432,650	1.147,971	863,368	578,943	294,811	11,147
96	11,916	295,243	579,070	863,213	1.147,556	1.432,017	1.716,305	1.432,017	1.147,556	863,213	579,070	295,243	11,916
97	12,681	295,657	579,165	863,006	1.147,052	1.431,194	1.708,336	1.431,194	1.147,052	863,006	579,165	295,657	12,681
98	13,440	296,055	579,229	862,748	1.146,461	1.430,184	1.699,957	1.430,184	1.146,461	862,748	579,229	296,055	13,440
99	14,194	296,435	579,262	862,439	1.145,785	1.428,992	1.691,627	1.428,992	1.145,785	862,439	579,262	296,435	14,194
100	14,942	296,799	579,264	862,080	1.145,025	1.427,621	1.683,348	1.427,621	1.145,025	862,080	579,264	296,799	14,942
101	15,684	297,145	579,237	861,673	1.144,182	1.426,077	1.675,123	1.426,077	1.144,182	861,673	579,237	297,145	15,684
102	16,420	297,476	579,180	861,219	1.143,260	1.424,364	1.666,953	1.424,364	1.143,260	861,219	579,180	297,476	16,420
103	17,150	297,790	579,095	860,718	1.142,260	1.422,489	1.658,842	1.422,489	1.142,260	860,718	579,095	297,790	17,150
104	17,873	298,087	578,981	860,172	1.141,185	1.420,458	1.650,791	1.420,458	1.141,185	860,172	578,981	298,087	17,873
105	18,589	298,369	578,840	859,582	1.140,036	1.418,277	1.642,802	1.418,277	1.140,036	859,582	578,840	298,369	18,589
106	19,298	298,634	578,672	858,949	1.138,816	1.415,952	1.634,879	1.415,952	1.138,816	858,949	578,672	298,634	19,298
107	20,000	298,884	578,478	858,275	1.137,527	1.413,492	1.627,022	1.413,492	1.137,527	858,275	578,478	298,884	20,000
108	20,695	299,119	578,259	857,561	1.136,173	1.410,902	1.619,235	1.410,902	1.136,173	857,561	578,259	299,119	20,695
109	21,382	299,339	578,015	856,808	1.134,756	1.408,192	1.611,519	1.408,192	1.134,756	856,808	578,015	299,339	21,382
110	22,061	299,543	577,747	856,019	1.133,279	1.405,367	1.603,877	1.405,367	1.133,279	856,019	577,747	299,543	22,061
111	22,732	299,733	577,456	855,194	1.131,744	1.402,435	1.596,310	1.402,435	1.131,744	855,194	577,456	299,733	22,732
112	23,395	299,909	577,143	854,334	1.130,154	1.399,404	1.588,821	1.399,404	1.130,154	854,334	577,143	299,909	23,395
113	24,050	300,071	576,808	853,443	1.128,512	1.396,283	1.581,411	1.396,283	1.128,512	853,443	576,808	300,071	24,050
114	24,696	300,219	576,453	852,521	1.126,822	1.393,077	1.574,084	1.393,077	1.126,822	852,521	576,453	300,219	24,696
115	25,334	300,353	576,078	851,569	1.125,086	1.389,795	1.566,840	1.389,795	1.125,086	851,569	576,078	300,353	25,334
116	25,962	300,475	575,685	850,590	1.123,308	1.386,444	1.559,682	1.386,444	1.123,308	850,590	575,685	300,475	25,962
117	26,582	300,584	575,273	849,585	1.121,489	1.383,032	1.552,611	1.383,032	1.121,489	849,585	575,273	300,584	26,582
118	27,193	300,681	574,845	848,556	1.119,634	1.379,565	1.545,630	1.379,565	1.119,634	848,556	574,845	300,681	27,193
119	27,794	300,765	574,400	847,505	1.117,746	1.376,051	1.538,740	1.376,051	1.117,746	847,505	574,400	300,765	27,794
120	28,386	300,838	573,941	846,433	1.115,828	1.372,496	1.531,943	1.372,496	1.115,828	846,433	573,941	300,838	28,386
121	28,968	300,900	573,467	845,342	1.113,882	1.368,908	1.525,242	1.368,908	1.113,882	845,342	573,467	300,900	28,968
122	29,540	300,951	572,981	844,234	1.111,912	1.365,293	1.518,637	1.365,293	1.111,912	844,234	572,981	300,951	29,540
123	30,103	300,991	572,482	843,111	1.109,922	1.361,657	1.512,130	1.361,657	1.109,922	843,111	572,482	300,991	30,103
124	30,656	301,021	571,972	841,974	1.107,914	1.358,007	1.505,724	1.358,007	1.107,914	841,974	571,972	301,021	30,656

Continúa en la siguiente página

Tabla 2-5 – Continuación

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
125	31,198	301,042	571,452	840,825	1.105,890	1.354,348	1.499,420	1.354,348	1.105,890	840,825	571,452	301,042	31,198
126	31,731	301,053	570,923	839,666	1.103,856	1.350,687	1.493,219	1.350,687	1.103,856	839,666	570,923	301,053	31,731
127	32,253	301,056	570,385	838,498	1.101,812	1.347,029	1.487,123	1.347,029	1.101,812	838,498	570,385	301,056	32,253
128	32,764	301,050	569,840	837,325	1.099,763	1.343,379	1.481,134	1.343,379	1.099,763	837,325	569,840	301,050	32,764
129	33,266	301,036	569,289	836,146	1.097,712	1.339,742	1.475,253	1.339,742	1.097,712	836,146	569,289	301,036	33,266
130	33,756	301,014	568,733	834,964	1.095,661	1.336,125	1.469,482	1.336,125	1.095,661	834,964	568,733	301,014	33,756
131	34,236	300,986	568,173	833,781	1.093,612	1.332,531	1.463,823	1.332,531	1.093,612	833,781	568,173	300,986	34,236
132	34,705	300,950	567,609	832,599	1.091,571	1.328,965	1.458,276	1.328,965	1.091,571	832,599	567,609	300,950	34,705
133	35,164	300,908	567,043	831,418	1.089,538	1.325,432	1.452,843	1.325,432	1.089,538	831,418	567,043	300,908	35,164
134	35,611	300,860	566,476	830,242	1.087,516	1.321,936	1.447,525	1.321,936	1.087,516	830,242	566,476	300,860	35,611
135	36,047	300,806	565,909	829,071	1.085,509	1.318,482	1.442,324	1.318,482	1.085,509	829,071	565,909	300,806	36,047
136	36,473	300,747	565,342	827,906	1.083,519	1.315,073	1.437,242	1.315,073	1.083,519	827,906	565,342	300,747	36,473
137	36,887	300,684	564,776	826,751	1.081,549	1.311,713	1.432,278	1.311,713	1.081,549	826,751	564,776	300,684	36,887
138	37,290	300,616	564,213	825,606	1.079,601	1.308,406	1.427,436	1.308,406	1.079,601	825,606	564,213	300,616	37,290
139	37,682	300,544	563,654	824,473	1.077,678	1.305,155	1.422,715	1.305,155	1.077,678	824,473	563,654	300,544	37,682
140	38,062	300,468	563,098	823,353	1.075,781	1.301,963	1.418,117	1.301,963	1.075,781	823,353	563,098	300,468	38,062
141	38,431	300,390	562,548	822,248	1.073,914	1.298,835	1.413,644	1.298,835	1.073,914	822,248	562,548	300,390	38,431
142	38,789	300,308	562,004	821,159	1.072,079	1.295,773	1.409,295	1.295,773	1.072,079	821,159	562,004	300,308	38,789
143	39,135	300,224	561,466	820,089	1.070,278	1.292,780	1.405,073	1.292,780	1.070,278	820,089	561,466	300,224	39,135
144	39,469	300,138	560,936	819,037	1.068,513	1.289,858	1.400,978	1.289,858	1.068,513	819,037	560,936	300,138	39,469
145	39,793	300,050	560,415	818,006	1.066,787	1.287,011	1.397,012	1.287,011	1.066,787	818,006	560,415	300,050	39,793
146	40,104	299,961	559,903	816,997	1.065,100	1.284,241	1.393,175	1.284,241	1.065,100	816,997	559,903	299,961	40,104
147	40,404	299,871	559,401	816,011	1.063,456	1.281,550	1.389,468	1.281,550	1.063,456	816,011	559,401	299,871	40,404
148	40,692	299,780	558,910	815,049	1.061,856	1.278,941	1.385,892	1.278,941	1.061,856	815,049	558,910	299,780	40,692
149	40,969	299,689	558,430	814,114	1.060,302	1.276,415	1.382,449	1.276,415	1.060,302	814,114	558,430	299,689	40,969
150	41,234	299,598	557,963	813,204	1.058,795	1.273,976	1.379,138	1.273,976	1.058,795	813,204	557,963	299,598	41,234
151	41,487	299,507	557,508	812,323	1.057,338	1.271,625	1.375,961	1.271,625	1.057,338	812,323	557,508	299,507	41,487
152	41,728	299,417	557,068	811,471	1.055,932	1.269,364	1.372,918	1.269,364	1.055,932	811,471	557,068	299,417	41,728
153	41,958	299,328	556,641	810,649	1.054,579	1.267,194	1.370,010	1.267,194	1.054,579	810,649	556,641	299,328	41,958
154	42,176	299,239	556,229	809,858	1.053,279	1.265,118	1.367,238	1.265,118	1.053,279	809,858	556,229	299,239	42,176
155	42,382	299,152	555,832	809,099	1.052,035	1.263,136	1.364,602	1.263,136	1.052,035	809,099	555,832	299,152	42,382
156	42,576	299,067	555,452	808,373	1.050,847	1.261,251	1.362,104	1.261,251	1.050,847	808,373	555,452	299,067	42,576
157	42,759	298,984	555,087	807,681	1.049,717	1.259,464	1.359,743	1.259,464	1.049,717	807,681	555,087	298,984	42,759
158	42,929	298,903	554,740	807,023	1.048,646	1.257,775	1.357,520	1.257,775	1.048,646	807,023	554,740	298,903	42,929
159	43,088	298,824	554,410	806,401	1.047,636	1.256,187	1.355,436	1.256,187	1.047,636	806,401	554,410	298,824	43,088
160	43,235	298,747	554,098	805,814	1.046,686	1.254,700	1.353,491	1.254,700	1.046,686	805,814	554,098	298,747	43,235
161	43,370	298,674	553,805	805,265	1.045,799	1.253,315	1.351,685	1.253,315	1.045,799	805,265	553,805	298,674	43,370
162	43,493	298,603	553,529	804,752	1.044,975	1.252,034	1.350,020	1.252,034	1.044,975	804,752	553,529	298,603	43,493
163	43,604	298,535	553,273	804,278	1.044,214	1.250,857	1.348,495	1.250,857	1.044,214	804,278	553,273	298,535	43,604
164	43,703	298,471	553,036	803,842	1.043,518	1.249,784	1.347,111	1.249,784	1.043,518	803,842	553,036	298,471	43,703
165	43,791	298,410	552,819	803,445	1.042,887	1.248,817	1.345,867	1.248,817	1.042,887	803,445	552,819	298,410	43,791
166	43,866	298,352	552,621	803,087	1.042,322	1.247,957	1.344,765	1.247,957	1.042,322	803,087	552,621	298,352	43,866

Continúa en la siguiente página

Tabla 2-5 – Continuación

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
167	43,930	298,298	552,444	802,768	1.041,823	1.247,203	1.343,805	1.247,203	1.041,823	802,768	552,444	298,298	43,930
168	43,981	298,248	552,287	802,490	1.041,391	1.246,556	1.342,986	1.246,556	1.041,391	802,490	552,287	298,248	43,981
169	44,021	298,201	552,150	802,251	1.041,026	1.246,017	1.342,309	1.246,017	1.041,026	802,251	552,150	298,201	44,021
170	44,049	298,159	552,034	802,054	1.040,728	1.245,586	1.341,774	1.245,586	1.040,728	802,054	552,034	298,159	44,049
171	44,065	298,120	551,938	801,896	1.040,498	1.245,263	1.341,381	1.245,263	1.040,498	801,896	551,938	298,120	44,065
172	44,069	298,085	551,864	801,780	1.040,335	1.245,048	1.341,130	1.245,048	1.040,335	801,780	551,864	298,085	44,069
173	44,062	298,054	551,809	801,704	1.040,240	1.244,941	1.341,022	1.244,941	1.040,240	801,704	551,809	298,054	44,062
174	44,042	298,027	551,776	801,668	1.040,213	1.244,943	1.341,055	1.244,943	1.040,213	801,668	551,776	298,027	44,042
175	44,011	298,004	551,763	801,674	1.040,254	1.245,053	1.341,231	1.245,053	1.040,254	801,674	551,763	298,004	44,011
176	43,967	297,984	551,772	801,720	1.040,362	1.245,270	1.341,549	1.245,270	1.040,362	801,720	551,772	297,984	43,967
177	43,912	297,969	551,800	801,806	1.040,537	1.245,596	1.342,009	1.245,596	1.040,537	801,806	551,800	297,969	43,912
178	43,845	297,957	551,849	801,933	1.040,780	1.246,029	1.342,611	1.246,029	1.040,780	801,933	551,849	297,957	43,845
179	43,766	297,949	551,919	802,099	1.041,089	1.246,569	1.343,354	1.246,569	1.041,089	802,099	551,919	297,949	43,766
180	43,676	297,945	552,008	802,306	1.041,464	1.247,216	1.344,238	1.247,216	1.041,464	802,306	552,008	297,945	43,676
181	43,573	297,944	552,118	802,551	1.041,905	1.247,969	1.345,264	1.247,969	1.041,905	802,551	552,118	297,944	43,573
182	43,459	297,947	552,247	802,836	1.042,412	1.248,827	1.346,431	1.248,827	1.042,412	802,836	552,247	297,947	43,459
183	43,333	297,953	552,395	803,158	1.042,982	1.249,790	1.347,738	1.249,790	1.042,982	803,158	552,395	297,953	43,333
184	43,195	297,963	552,563	803,519	1.043,617	1.250,856	1.349,186	1.250,856	1.043,617	803,519	552,563	297,963	43,195
185	43,046	297,975	552,749	803,917	1.044,314	1.252,026	1.350,773	1.252,026	1.044,314	803,917	552,749	297,975	43,046
186	42,884	297,990	552,954	804,352	1.045,073	1.253,298	1.352,500	1.253,298	1.045,073	804,352	552,954	297,990	42,884
187	42,711	298,008	553,177	804,823	1.045,894	1.254,671	1.354,366	1.254,671	1.045,894	804,823	553,177	298,008	42,711
188	42,527	298,029	553,417	805,330	1.046,774	1.256,144	1.356,370	1.256,144	1.046,774	805,330	553,417	298,029	42,527
189	42,330	298,051	553,674	805,871	1.047,714	1.257,716	1.358,512	1.257,716	1.047,714	805,871	553,674	298,051	42,330
190	42,122	298,076	553,948	806,446	1.048,711	1.259,385	1.360,792	1.259,385	1.048,711	806,446	553,948	298,076	42,122
191	41,903	298,103	554,238	807,054	1.049,765	1.261,150	1.363,209	1.261,150	1.049,765	807,054	554,238	298,103	41,903
192	41,671	298,131	554,544	807,694	1.050,874	1.263,010	1.365,762	1.263,010	1.050,874	807,694	554,544	298,131	41,671
193	41,428	298,161	554,865	808,366	1.052,037	1.264,963	1.368,450	1.264,963	1.052,037	808,366	554,865	298,161	41,428
194	41,174	298,192	555,200	809,067	1.053,253	1.267,007	1.371,274	1.267,007	1.053,253	809,067	555,200	298,192	41,174
195	40,908	298,223	555,549	809,798	1.054,520	1.269,140	1.374,231	1.269,140	1.054,520	809,798	555,549	298,223	40,908
196	40,631	298,255	555,911	810,558	1.055,836	1.271,361	1.377,322	1.271,361	1.055,836	810,558	555,911	298,255	40,631
197	40,342	298,288	556,286	811,344	1.057,200	1.273,668	1.380,546	1.273,668	1.057,200	811,344	556,286	298,288	40,342
198	40,041	298,320	556,673	812,156	1.058,609	1.276,058	1.383,902	1.276,058	1.058,609	812,156	556,673	298,320	40,041
199	39,730	298,352	557,070	812,993	1.060,063	1.278,530	1.387,388	1.278,530	1.060,063	812,993	557,070	298,352	39,730
200	39,407	298,384	557,479	813,853	1.061,560	1.281,081	1.391,005	1.281,081	1.061,560	813,853	557,479	298,384	39,407
201	39,072	298,414	557,897	814,736	1.063,096	1.283,708	1.394,751	1.283,708	1.063,096	814,736	557,897	298,414	39,072
202	38,727	298,443	558,324	815,640	1.064,671	1.286,410	1.398,625	1.286,410	1.064,671	815,640	558,324	298,443	38,727
203	38,370	298,471	558,759	816,563	1.066,283	1.289,183	1.402,627	1.289,183	1.066,283	816,563	558,759	298,471	38,370
204	38,002	298,496	559,201	817,504	1.067,928	1.292,024	1.406,755	1.292,024	1.067,928	817,504	559,201	298,496	38,002
205	37,623	298,519	559,650	818,463	1.069,606	1.294,931	1.411,008	1.294,931	1.069,606	818,463	559,650	298,519	37,623
206	37,233	298,540	560,104	819,437	1.071,313	1.297,901	1.415,385	1.297,901	1.071,313	819,437	560,104	298,540	37,233
207	36,831	298,557	560,564	820,424	1.073,048	1.300,930	1.419,886	1.300,930	1.073,048	820,424	560,564	298,557	36,831
208	36,419	298,570	561,027	821,425	1.074,808	1.304,015	1.424,508	1.304,015	1.074,808	821,425	561,027	298,570	36,419

Continúa en la siguiente página

Tabla 2-5 – Continuación

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
209	35,997	298,580	561,493	822,436	1.076,590	1.307,153	1.429,251	1.307,153	1.076,590	822,436	561,493	298,580	35,997
210	35,563	298,586	561,962	823,456	1.078,393	1.310,339	1.434,114	1.310,339	1.078,393	823,456	561,962	298,586	35,563
211	35,118	298,587	562,432	824,485	1.080,213	1.313,571	1.439,095	1.313,571	1.080,213	824,485	562,432	298,587	35,118
212	34,663	298,583	562,902	825,520	1.082,048	1.316,843	1.444,193	1.316,843	1.082,048	825,520	562,902	298,583	34,663
213	34,198	298,573	563,372	826,559	1.083,895	1.320,153	1.449,407	1.320,153	1.083,895	826,559	563,372	298,573	34,198
214	33,722	298,558	563,840	827,601	1.085,752	1.323,495	1.454,735	1.323,495	1.085,752	827,601	563,840	298,558	33,722
215	33,235	298,536	564,306	828,645	1.087,616	1.326,865	1.460,177	1.326,865	1.087,616	828,645	564,306	298,536	33,235
216	32,738	298,508	564,768	829,688	1.089,483	1.330,259	1.465,730	1.330,259	1.089,483	829,688	564,768	298,508	32,738
217	32,231	298,473	565,227	830,730	1.091,352	1.333,671	1.471,393	1.333,671	1.091,352	830,730	565,227	298,473	32,231
218	31,714	298,431	565,679	831,767	1.093,220	1.337,097	1.477,166	1.337,097	1.093,220	831,767	565,679	298,431	31,714
219	31,187	298,381	566,126	832,800	1.095,082	1.340,531	1.483,045	1.340,531	1.095,082	832,800	566,126	298,381	31,187
220	30,650	298,323	566,566	833,825	1.096,938	1.343,968	1.489,031	1.343,968	1.096,938	833,825	566,566	298,323	30,650
221	30,103	298,256	566,997	834,841	1.098,782	1.347,403	1.495,121	1.347,403	1.098,782	834,841	566,997	298,256	30,103
222	29,546	298,180	567,420	835,847	1.100,614	1.350,829	1.501,313	1.350,829	1.100,614	835,847	567,420	298,180	29,546
223	28,980	298,095	567,832	836,841	1.102,429	1.354,240	1.507,607	1.354,240	1.102,429	836,841	567,832	298,095	28,980
224	28,404	298,000	568,234	837,821	1.104,224	1.357,632	1.514,000	1.357,632	1.104,224	837,821	568,234	298,000	28,404
225	27,819	297,896	568,623	838,785	1.105,997	1.360,996	1.520,491	1.360,996	1.105,997	838,785	568,623	297,896	27,819
226	27,225	297,781	569,000	839,733	1.107,744	1.364,327	1.527,078	1.364,327	1.107,744	839,733	569,000	297,781	27,225
227	26,622	297,655	569,363	840,661	1.109,463	1.367,618	1.533,760	1.367,618	1.109,463	840,661	569,363	297,655	26,622
228	26,010	297,518	569,712	841,568	1.111,150	1.370,862	1.540,534	1.370,862	1.111,150	841,568	569,712	297,518	26,010
229	25,389	297,370	570,045	842,453	1.112,803	1.374,052	1.547,399	1.374,052	1.112,803	842,453	570,045	297,370	25,389
230	24,760	297,210	570,361	843,314	1.114,418	1.377,182	1.554,353	1.377,182	1.114,418	843,314	570,361	297,210	24,760
231	24,122	297,037	570,660	844,150	1.115,992	1.380,243	1.561,395	1.380,243	1.115,992	844,150	570,660	297,037	24,122
232	23,476	296,853	570,942	844,959	1.117,523	1.383,229	1.568,522	1.383,229	1.117,523	844,959	570,942	296,853	23,476
233	22,821	296,656	571,204	845,739	1.119,008	1.386,132	1.575,732	1.386,132	1.119,008	845,739	571,204	296,656	22,821
234	22,159	296,445	571,446	846,488	1.120,443	1.388,945	1.583,024	1.388,945	1.120,443	846,488	571,446	296,445	22,159
235	21,489	296,222	571,668	847,206	1.121,827	1.391,661	1.590,396	1.391,661	1.121,827	847,206	571,668	296,222	21,489
236	20,811	295,985	571,869	847,891	1.123,155	1.394,271	1.597,845	1.394,271	1.123,155	847,891	571,869	295,985	20,811
237	20,126	295,734	572,047	848,541	1.124,426	1.396,769	1.605,370	1.396,769	1.124,426	848,541	572,047	295,734	20,126
238	19,434	295,469	572,203	849,155	1.125,637	1.399,148	1.612,969	1.399,148	1.125,637	849,155	572,203	295,469	19,434
239	18,734	295,190	572,335	849,731	1.126,785	1.401,400	1.620,639	1.401,400	1.126,785	849,731	572,335	295,190	18,734
240	18,028	294,896	572,442	850,269	1.127,868	1.403,518	1.628,379	1.403,518	1.127,868	850,269	572,442	294,896	18,028
241	17,315	294,587	572,525	850,767	1.128,883	1.405,496	1.636,186	1.405,496	1.128,883	850,767	572,525	294,587	17,315
242	16,596	294,264	572,582	851,224	1.129,828	1.407,326	1.644,059	1.407,326	1.129,828	851,224	572,582	294,264	16,596
243	15,870	293,926	572,614	851,638	1.130,702	1.409,004	1.651,994	1.409,004	1.130,702	851,638	572,614	293,926	15,870
244	15,138	293,572	572,618	852,009	1.131,501	1.410,524	1.659,991	1.410,524	1.131,501	852,009	572,618	293,572	15,138
245	14,401	293,203	572,595	852,335	1.132,224	1.411,879	1.668,047	1.411,879	1.132,224	852,335	572,595	293,203	14,401
246	13,658	292,818	572,545	852,616	1.132,869	1.413,064	1.676,159	1.413,064	1.132,869	852,616	572,545	292,818	13,658
247	12,909	292,418	572,466	852,851	1.133,434	1.414,077	1.684,326	1.414,077	1.133,434	852,851	572,466	292,418	12,909
248	12,156	292,002	572,359	853,037	1.133,918	1.414,911	1.692,545	1.414,911	1.133,918	853,037	572,359	292,002	12,156
249	11,397	291,570	572,222	853,176	1.134,319	1.415,565	1.692,995	1.415,565	1.134,319	853,176	572,222	291,570	11,397
250	10,634	291,123	572,056	853,266	1.134,635	1.416,035	1.686,517	1.416,035	1.134,635	853,266	572,056	291,123	10,634

Continúa en la siguiente página

Tabla 2-5 – Continuación

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
251	9,866	290,659	571,861	853,306	1.134,866	1.416,318	1.680,008	1.416,318	1.134,866	853,306	571,861	290,659	9,866
252	9,095	290,180	571,635	853,296	1.135,011	1.416,414	1.673,469	1.416,414	1.135,011	853,296	571,635	290,180	9,095
253	8,319	289,684	571,379	853,235	1.135,068	1.416,321	1.666,902	1.416,321	1.135,068	853,235	571,379	289,684	8,319
254	7,539	289,173	571,092	853,123	1.135,037	1.416,039	1.660,309	1.416,039	1.135,037	853,123	571,092	289,173	7,539
255	6,757	288,646	570,775	852,959	1.134,917	1.415,568	1.653,693	1.415,568	1.134,917	852,959	570,775	288,646	6,757
256	5,971	288,103	570,426	852,743	1.134,708	1.414,909	1.647,054	1.414,909	1.134,708	852,743	570,426	288,103	5,971
257	5,182	287,544	570,047	852,475	1.134,409	1.414,062	1.640,394	1.414,062	1.134,409	852,475	570,047	287,544	5,182
258	4,390	286,969	569,636	852,154	1.134,020	1.413,031	1.633,716	1.413,031	1.134,020	852,154	569,636	286,969	4,390
259	3,596	286,379	569,195	851,780	1.133,541	1.411,817	1.627,022	1.411,817	1.133,541	851,780	569,195	286,379	3,596
260	2,800	285,773	568,722	851,354	1.132,973	1.410,424	1.620,313	1.410,424	1.132,973	851,354	568,722	285,773	2,800
261	2,002	285,152	568,218	850,875	1.132,314	1.408,854	1.613,591	1.408,854	1.132,314	850,875	568,218	285,152	2,002
262	1,202	284,516	567,683	850,343	1.131,567	1.407,112	1.606,858	1.407,112	1.131,567	850,343	567,683	284,516	1,202
263	0,401	283,865	567,118	849,759	1.130,731	1.405,202	1.600,116	1.405,202	1.130,731	849,759	567,118	283,865	0,401
264	-0,401	283,199	566,522	849,123	1.129,807	1.403,128	1.593,367	1.403,128	1.129,807	849,123	566,522	283,199	-0,401
265	-1,204	282,519	565,895	848,435	1.128,795	1.400,895	1.586,613	1.400,895	1.128,795	848,435	565,895	282,519	-1,204
266	-2,007	281,824	565,238	847,695	1.127,698	1.398,509	1.579,857	1.398,509	1.127,698	847,695	565,238	281,824	-2,007
267	-2,811	281,115	564,551	846,904	1.126,516	1.395,974	1.573,099	1.395,974	1.126,516	846,904	564,551	281,115	-2,811
268	-3,615	280,393	563,834	846,062	1.125,250	1.393,297	1.566,342	1.393,297	1.125,250	846,062	563,834	280,393	-3,615
269	-4,418	279,656	563,089	845,171	1.123,901	1.390,482	1.559,588	1.390,482	1.123,901	845,171	563,089	279,656	-4,418
270	-5,221	278,907	562,314	844,230	1.122,472	1.387,536	1.552,838	1.387,536	1.122,472	844,230	562,314	278,907	-5,221
271	-6,022	278,145	561,511	843,241	1.120,963	1.384,465	1.546,096	1.384,465	1.120,963	843,241	561,511	278,145	-6,022
272	-6,823	277,370	560,680	842,204	1.119,377	1.381,274	1.539,363	1.381,274	1.119,377	842,204	560,680	277,370	-6,823
273	-7,622	276,583	559,822	841,120	1.117,714	1.377,969	1.532,640	1.377,969	1.117,714	841,120	559,822	276,583	-7,622
274	-8,420	275,784	558,937	839,989	1.115,978	1.374,557	1.525,931	1.374,557	1.115,978	839,989	558,937	275,784	-8,420
275	-9,216	274,974	558,025	838,814	1.114,170	1.371,044	1.519,236	1.371,044	1.114,170	838,814	558,025	274,974	-9,216
276	-10,009	274,153	557,088	837,595	1.112,292	1.367,434	1.512,559	1.367,434	1.112,292	837,595	557,088	274,153	-10,009
277	-10,800	273,321	556,126	836,333	1.110,347	1.363,735	1.505,901	1.363,735	1.110,347	836,333	556,126	273,321	-10,800
278	-11,588	272,479	555,140	835,029	1.108,336	1.359,952	1.499,263	1.359,952	1.108,336	835,029	555,140	272,479	-11,588
279	-12,373	271,628	554,130	833,684	1.106,262	1.356,091	1.492,649	1.356,091	1.106,262	833,684	554,130	271,628	-12,373
280	-13,155	270,767	553,097	832,300	1.104,128	1.352,158	1.486,060	1.352,158	1.104,128	832,300	553,097	270,767	-13,155
281	-13,933	269,897	552,042	830,878	1.101,935	1.348,158	1.479,498	1.348,158	1.101,935	830,878	552,042	269,897	-13,933
282	-14,707	269,020	550,966	829,419	1.099,687	1.344,096	1.472,966	1.344,096	1.099,687	829,419	550,966	269,020	-14,707
283	-15,477	268,134	549,870	827,926	1.097,386	1.339,978	1.466,465	1.339,978	1.097,386	827,926	549,870	268,134	-15,477
284	-16,243	267,241	548,754	826,398	1.095,035	1.335,809	1.459,997	1.335,809	1.095,035	826,398	548,754	267,241	-16,243
285	-17,004	266,342	547,620	824,838	1.092,636	1.331,595	1.453,564	1.331,595	1.092,636	824,838	547,620	266,342	-17,004
286	-17,760	265,436	546,467	823,247	1.090,192	1.327,341	1.447,169	1.327,341	1.090,192	823,247	546,467	265,436	-17,760
287	-18,511	264,525	545,298	821,626	1.087,705	1.323,051	1.440,813	1.323,051	1.087,705	821,626	545,298	264,525	-18,511
288	-19,257	263,609	544,113	819,978	1.085,179	1.318,730	1.434,498	1.318,730	1.085,179	819,978	544,113	263,609	-19,257
289	-19,997	262,689	542,914	818,304	1.082,617	1.314,383	1.428,227	1.314,383	1.082,617	818,304	542,914	262,689	-19,997
290	-20,731	261,764	541,700	816,606	1.080,021	1.310,015	1.422,002	1.310,015	1.080,021	816,606	541,700	261,764	-20,731
291	-21,459	260,837	540,474	814,885	1.077,393	1.305,630	1.415,823	1.305,630	1.077,393	814,885	540,474	260,837	-21,459
292	-22,181	259,906	539,236	813,143	1.074,738	1.301,232	1.409,694	1.301,232	1.074,738	813,143	539,236	259,906	-22,181

Continúa en la siguiente página

Tabla 2-5 – Continuación

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
293	-22,895	258,974	537,987	811,381	1.072,057	1.296,826	1.403,617	1.296,826	1.072,057	811,381	537,987	258,974	-22,895
294	-23,603	258,040	536,729	809,602	1.069,354	1.292,416	1.397,593	1.292,416	1.069,354	809,602	536,729	258,040	-23,603
295	-24,304	257,105	535,462	807,807	1.066,631	1.288,006	1.391,624	1.288,006	1.066,631	807,807	535,462	257,105	-24,304
296	-24,998	256,170	534,188	805,998	1.063,891	1.283,600	1.385,713	1.283,600	1.063,891	805,998	534,188	256,170	-24,998
297	-25,684	255,236	532,908	804,176	1.061,137	1.279,202	1.379,860	1.279,202	1.061,137	804,176	532,908	255,236	-25,684
298	-26,362	254,302	531,622	802,345	1.058,372	1.274,815	1.374,069	1.274,815	1.058,372	802,345	531,622	254,302	-26,362
299	-27,033	253,370	530,332	800,504	1.055,599	1.270,444	1.368,341	1.270,444	1.055,599	800,504	530,332	253,370	-27,033
300	-27,695	252,441	529,040	798,657	1.052,821	1.266,091	1.362,678	1.266,091	1.052,821	798,657	529,040	252,441	-27,695
301	-28,349	251,514	527,745	796,805	1.050,039	1.261,761	1.357,082	1.261,761	1.050,039	796,805	527,745	251,514	-28,349
302	-28,994	250,591	526,450	794,950	1.047,258	1.257,456	1.351,554	1.257,456	1.047,258	794,950	526,450	250,591	-28,994
303	-29,630	249,673	525,156	793,093	1.044,480	1.253,181	1.346,097	1.253,181	1.044,480	793,093	525,156	249,673	-29,630
304	-30,258	248,759	523,863	791,237	1.041,707	1.248,937	1.340,712	1.248,937	1.041,707	791,237	523,863	248,759	-30,258
305	-30,876	247,850	522,573	789,383	1.038,942	1.244,729	1.335,402	1.244,729	1.038,942	789,383	522,573	247,850	-30,876
306	-31,485	246,948	521,287	787,533	1.036,188	1.240,560	1.330,167	1.240,560	1.036,188	787,533	521,287	246,948	-31,485
307	-32,084	246,053	520,007	785,689	1.033,447	1.236,432	1.325,010	1.236,432	1.033,447	785,689	520,007	246,053	-32,084
308	-32,674	245,165	518,732	783,853	1.030,722	1.232,348	1.319,933	1.232,348	1.030,722	783,853	518,732	245,165	-32,674
309	-33,253	244,285	517,465	782,026	1.028,017	1.228,311	1.314,937	1.228,311	1.028,017	782,026	517,465	244,285	-33,253
310	-33,823	243,414	516,207	780,210	1.025,332	1.224,324	1.310,024	1.224,324	1.025,332	780,210	516,207	243,414	-33,823
311	-34,382	242,552	514,959	778,408	1.022,670	1.220,390	1.305,195	1.220,390	1.022,670	778,408	514,959	242,552	-34,382
312	-34,931	241,700	513,721	776,620	1.020,035	1.216,511	1.300,453	1.216,511	1.020,035	776,620	513,721	241,700	-34,931
313	-35,470	240,858	512,495	774,849	1.017,428	1.212,690	1.295,799	1.212,690	1.017,428	774,849	512,495	240,858	-35,470
314	-35,998	240,028	511,283	773,096	1.014,852	1.208,929	1.291,234	1.208,929	1.014,852	773,096	511,283	240,028	-35,998
315	-36,515	239,210	510,085	771,363	1.012,309	1.205,231	1.286,761	1.205,231	1.012,309	771,363	510,085	239,210	-36,515
316	-37,021	238,403	508,902	769,651	1.009,801	1.201,598	1.282,380	1.201,598	1.009,801	769,651	508,902	238,403	-37,021
317	-37,516	237,610	507,735	767,963	1.007,330	1.198,031	1.278,093	1.198,031	1.007,330	767,963	507,735	237,610	-37,516
318	-37,999	236,831	506,586	766,300	1.004,900	1.194,535	1.273,902	1.194,535	1.004,900	766,300	506,586	236,831	-37,999
319	-38,471	236,065	505,455	764,662	1.002,511	1.191,110	1.269,808	1.191,110	1.002,511	764,662	505,455	236,065	-38,471
320	-38,932	235,314	504,344	763,053	1.000,166	1.187,758	1.265,813	1.187,758	1.000,166	763,053	504,344	235,314	-38,932
321	-39,381	234,578	503,254	761,473	997,867	1.184,483	1.261,918	1.184,483	997,867	761,473	503,254	234,578	-39,381
322	-39,819	233,858	502,185	759,924	995,616	1.181,285	1.258,124	1.181,285	995,616	759,924	502,185	233,858	-39,819
323	-40,244	233,155	501,139	758,408	993,415	1.178,167	1.254,433	1.178,167	993,415	758,408	501,139	233,155	-40,244
324	-40,658	232,468	500,116	756,925	991,265	1.175,130	1.250,847	1.175,130	991,265	756,925	500,116	232,468	-40,658
325	-41,059	231,798	499,117	755,478	989,169	1.172,176	1.247,365	1.172,176	989,169	755,478	499,117	231,798	-41,059
326	-41,449	231,147	498,144	754,068	987,128	1.169,308	1.243,990	1.169,308	987,128	754,068	498,144	231,147	-41,449
327	-41,826	230,513	497,197	752,695	985,144	1.166,525	1.240,724	1.166,525	985,144	752,695	497,197	230,513	-41,826
328	-42,190	229,899	496,277	751,361	983,219	1.163,832	1.237,566	1.163,832	983,219	751,361	496,277	229,899	-42,190
329	-42,543	229,304	495,385	750,069	981,354	1.161,228	1.234,518	1.161,228	981,354	750,069	495,385	229,304	-42,543
330	-42,882	228,728	494,522	748,817	979,551	1.158,715	1.231,582	1.158,715	979,551	748,817	494,522	228,728	-42,882
331	-43,209	228,172	493,689	747,609	977,811	1.156,295	1.228,758	1.156,295	977,811	747,609	493,689	228,172	-43,209
332	-43,524	227,637	492,886	746,445	976,136	1.153,969	1.226,047	1.153,969	976,136	746,445	492,886	227,637	-43,524
333	-43,826	227,123	492,113	745,326	974,527	1.151,738	1.223,451	1.151,738	974,527	745,326	492,113	227,123	-43,826
334	-44,114	226,631	491,373	744,253	972,986	1.149,604	1.220,970	1.149,604	972,986	744,253	491,373	226,631	-44,114

Continúa en la siguiente página

Tabla 2-5 – Continuación

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
335	-44,390	226,160	490,665	743,227	971,513	1.147,568	1.218,605	1.147,568	971,513	743,227	490,665	226,160	-44,390
336	-44,653	225,711	489,991	742,249	970,110	1.145,631	1.216,358	1.145,631	970,110	742,249	489,991	225,711	-44,653
337	-44,903	225,284	489,350	741,321	968,778	1.143,794	1.214,228	1.143,794	968,778	741,321	489,350	225,284	-44,903
338	-45,140	224,880	488,743	740,443	967,518	1.142,058	1.212,218	1.142,058	967,518	740,443	488,743	224,880	-45,140
339	-45,363	224,500	488,172	739,615	966,332	1.140,424	1.210,327	1.140,424	966,332	739,615	488,172	224,500	-45,363
340	-45,574	224,142	487,636	738,839	965,219	1.138,893	1.208,556	1.138,893	965,219	738,839	487,636	224,142	-45,574
341	-45,771	223,808	487,136	738,115	964,182	1.137,467	1.206,906	1.137,467	964,182	738,115	487,136	223,808	-45,771
342	-45,955	223,498	486,672	737,444	963,221	1.136,144	1.205,377	1.136,144	963,221	737,444	486,672	223,498	-45,955
343	-46,125	223,213	486,245	736,827	962,336	1.134,928	1.203,971	1.134,928	962,336	736,827	486,245	223,213	-46,125
344	-46,283	222,951	485,856	736,264	961,529	1.133,817	1.202,688	1.133,817	961,529	736,264	485,856	222,951	-46,283
345	-46,426	222,714	485,504	735,757	960,800	1.132,814	1.201,528	1.132,814	960,800	735,757	485,504	222,714	-46,426
346	-46,557	222,502	485,191	735,304	960,150	1.131,918	1.200,491	1.131,918	960,150	735,304	485,191	222,502	-46,557
347	-46,674	222,315	484,916	734,907	959,579	1.131,129	1.199,579	1.131,129	959,579	734,907	484,916	222,315	-46,674
348	-46,777	222,153	484,679	734,567	959,088	1.130,449	1.198,791	1.130,449	959,088	734,567	484,679	222,153	-46,777
349	-46,867	222,016	484,482	734,283	958,678	1.129,878	1.198,128	1.129,878	958,678	734,283	484,482	222,016	-46,867
350	-46,943	221,904	484,323	734,056	958,348	1.129,416	1.197,590	1.129,416	958,348	734,056	484,323	221,904	-46,943
351	-47,005	221,818	484,204	733,886	958,099	1.129,064	1.197,177	1.129,064	958,099	733,886	484,204	221,818	-47,005
352	-47,055	221,757	484,125	733,773	957,931	1.128,821	1.196,890	1.128,821	957,931	733,773	484,125	221,757	-47,055
353	-47,090	221,722	484,085	733,718	957,845	1.128,688	1.196,728	1.128,688	957,845	733,718	484,085	221,722	-47,090
354	-47,112	221,713	484,084	733,720	957,840	1.128,665	1.196,693	1.128,665	957,840	733,720	484,084	221,713	-47,112
355	-47,120	221,729	484,124	733,781	957,917	1.128,752	1.196,783	1.128,752	957,917	733,781	484,124	221,729	-47,120
356	-47,115	221,771	484,203	733,898	958,076	1.128,950	1.196,999	1.128,950	958,076	733,898	484,203	221,771	-47,115
357	-47,096	221,838	484,321	734,074	958,316	1.129,257	1.197,341	1.129,257	958,316	734,074	484,321	221,838	-47,096
358	-47,063	221,931	484,480	734,307	958,638	1.129,674	1.197,809	1.129,674	958,638	734,307	484,480	221,931	-47,063
359	-47,016	222,050	484,677	734,597	959,041	1.130,202	1.198,402	1.130,202	959,041	734,597	484,677	222,050	-47,016
360	-46,956	222,194	484,915	734,945	959,525	1.130,839	1.199,121	1.130,839	959,525	734,945	484,915	222,194	-46,956
361	-46,883	222,363	485,191	735,350	960,090	1.131,585	1.199,965	1.131,585	960,090	735,350	485,191	222,363	-46,883
362	-46,796	222,558	485,506	735,811	960,736	1.132,440	1.200,934	1.132,440	960,736	735,811	485,506	222,558	-46,796
363	-46,695	222,778	485,860	736,329	961,461	1.133,404	1.202,028	1.133,404	961,461	736,329	485,860	222,778	-46,695
364	-46,580	223,023	486,253	736,903	962,266	1.134,476	1.203,246	1.134,476	962,266	736,903	486,253	223,023	-46,580
365	-46,452	223,292	486,684	737,532	963,151	1.135,656	1.204,589	1.135,656	963,151	737,532	486,684	223,292	-46,452

7. *Nivel seis - Coherencia interna*

Esta prueba se construye bajo el supuesto de que registros de diferentes variables meteorológicas tomados el mismo día a la misma hora en la misma EMA debe guardar coherencia. En el caso de la radiación solar global, la variable con mayor correlación con la que debería realizarse dicho análisis es el brillo solar.

8. *Nivel siete - Prueba de coherencia temporal de la serie*

Antes de iniciar la prueba deberá definirse el horizonte temporal que se desea evaluar, éste podría ser diario, mensual o anual. Para dicho periodo deberá calcularse la media y la desviación estándar que, posteriormente, se compararán con los límites permitidos definidos con antelación.

9. *Nivel ocho - Prueba de coherencia espacial*

Esta prueba parte del supuesto de que los registros de radiación solar global tomados el mismo día a la misma hora en EMA cercanas no deben presentar grandes variaciones. No obstante, es conveniente tener en mente que la orografía y la baja densidad de EMA son aspectos que podrían complicar la realización de la prueba. La interpolación espacial es uno de los métodos usados para realizar este proceso, que se vería complementado con la inspección visual la cual permite identificar variaciones más sutiles.

10. *Nivel nueve - Inspección visual*

La prueba consiste en la elaboración de gráficos que muestren el comportamiento de la radiación solar global en los diferentes horizontes temporales. Cartografiar los valores acumulados de radiación solar global también resulta útil en esta prueba.

2.2. Metodología de validación de velocidad y dirección del viento

El procedimiento para validar la velocidad del viento (V) se fundamenta en las directrices que plantea la norma UNE500540 [1], que ha sido aplicada en Andalucía (España) [8] y en la provincia de Mendoza (Argentina) [5].

Teniendo en cuenta los niveles que presenta la tabla **2-1** y el comportamiento de la velocidad y la dirección del viento, a continuación se detallará cada una de las pruebas que se realizará sobre el conjunto de datos sometidos al proceso de validación:

1. Nivel uno - Validación de la estructura de cada uno de los registros

Como el anemómetro y la veleta de campo podrían tener problemas durante su funcionamiento, los registros que carezcan de número de identificación de la estación, número de identificación de la variable, fecha, hora o no tengan valores de velocidad y dirección de viento serán retirados antes de realizar el siguiente paso de validación.

2. Nivel dos - Límites rígidos

Los límites rígidos tienen en cuenta los límites definidos por la fabricación de los instrumentos de medición y los físicos definidos por el fenómeno natural. Para el caso de la velocidad y dirección de viento, solo se considerarán los límites instrumentales debido a que los físicos dependen de la variabilidad de los regímenes de viento, los cuales requieren de la ejecución de procesamientos matemáticos y computacionales complejos, que más bien serían parte de otro tipo de investigaciones.

Los límites instrumentales se presentan en la hoja de características de cada anemómetro y veleta mediante rangos. Algunos sensores de viento tienen integrada la veleta, ese es el caso de los Lufft que se muestran en la tabla **2-6**, para los cuales se presentan el rango de velocidades y direcciones de viento.

Tabla 2-6.: Velocidad máxima

Anemómetro	Velocidad máxima	Dirección
Vaisala WAA151	0 - 75 m/s	NA
Lufft WS200-UMB Smart Weather Sensor	0 - 75 m/s	0 ... 359.9 °
Lufft VENTUS-X-UMB Ultrasonic Wind Sensor with extended Heating	0 - 90 m/s	0 ... 359.9 °
Lufft VENTUS-UMB Ultrasonic Wind Sensor	0 - 90 m/s	0 ... 359.9 °
Young Gill 3-Cup Anemometer	0 - 60 m/s	NA
Kintech Thies first class advanced II	0 - 75 m/s	NA

3. Nivel tres - Límites flexibles

Esta prueba consiste en comparar cada uno de los registros de un mismo día del año con el valor máximo histórico de la variable en cuestión del correspondiente a ese día. En el caso que se está analizando, la validación flexible solo aplicaría para la velocidad de viento [8]. Si el registro analizado supera el valor extremo fijado, deberá generarse una alerta mediante una etiqueta que indique que el dato continuará en el proceso de validación con el fin de definir, en las pruebas posteriores, si éste constituye o no una nueva efeméride.

Esta prueba destaca la importancia de contar con un conjunto de efemérides, información histórica sobre valores máximos y mínimos, de la EMA en cuestión y su entorno. Si el

registro no cumple esta evaluación, deberá etiquetarse como sospechoso y luego evaluarlo mediante una inspección visual para determinar su validez.

4. Nivel cuatro - Coherencia temporal

Se analiza la variación entre dos o más datos consecutivos separados por un intervalo de tiempo que es establecido por el administrador de la EMA. En el caso del IDEAM, los registros tienen un intervalo diezminutal. La prueba consiste en comparar la diferencia de valores consecutivos registrados cada 10 minutos con valores ya establecidos en estudios meteorológicos y estadísticos de las series temporales existentes. Cuando el registro bajo análisis cumple cuatro condiciones, que se comentarán a continuación, deberá etiquetarse como sospechoso [4].

Es conveniente resaltar que una frecuencia alta de muestreo, como la diezminutal, ofrece mejores resultados debido a que la correlación entre los registros contiguos también aumenta.

Siguiendo la metodología de Arthur T. DeGaetano [4] primero se calcula la diferencia entre los primeros y terceros registros, luego se selecciona la máxima diferencia de los anteriores para la velocidad de viento y la mínima diferencia para la dirección de viento.

$$D_{maxVV} = \max[|VV_i - VV_{i+2}|] \quad (2-9)$$

$$D_{minDV} = \min[|DV_i - DV_{i+2}|] \quad (2-10)$$

Donde:

VV : velocidad de viento observada en el momento i .

DV : dirección de viento observada en el momento i .

D_{maxVV} : diferencia máxima de las diferencias de velocidad de viento.

D_{minDV} : diferencia mínima de las diferencias de dirección de viento.

VV_i : velocidad de viento observada en el momento i .

DV_i : dirección de viento observada en el momento i .

VV_0 : velocidad de viento evaluada en el momento 0.

DV_0 : dirección de viento evaluado en el momento 0.

n : entero positivo.

Una vez se tienen D_{maxVV} y D_{minDV} , se realizan cuatro inspecciones para declarar sospechoso o no el registro VV_0 y DV_0 . Se declara sospechoso cuando reúne las cuatro condiciones que se presentan a continuación:

Condición 1⁴

$$D_{maxVV} < V_i \text{ donde } V_i = |VV_i - VV_0| \text{ con } -11 \leq i \leq 12 \quad (2-11)$$

$$D_{minDV} < D_i \text{ donde } D_i = |DV_i - DV_0| \text{ con } i = -1 \text{ y } i = +1 \quad (2-12)$$

También podría cumplirse para la variable velocidad de viento la siguiente condición:

$$D_{maxVV} < V_i \text{ y } V_i = n5 \text{ m/s con } i = -1 \text{ ó } i = +1 \quad (2-13)$$

Condición 2

Para la variable velocidad de viento

$$V_i \geq 7,7 \text{ m/s con } -11 \leq i \leq 12 \text{ excluyendo } i = -1, 0, 1 \quad (2-14)$$

Para la variable dirección de viento

$$D_i \geq 50^\circ \text{ con } -11 \leq i \leq 12 \quad (2-15)$$

Condición 3

Para la variable velocidad de viento

$$\text{Si } VV_0 \geq 1,5 \text{ m/s; } V_{-1} > 3,0 \text{ m/s y } V_{+1} > 3,0 \text{ m/s} \quad (2-16)$$

Condición 4

Para la variable velocidad de viento

$$\text{Si } VV_0 < 1,5 \text{ m/s; } V_{-1} > 4,1 \text{ m/s y } V_{+1} > 4,1 \text{ m/s} \quad (2-17)$$

Por último, es conveniente valorar los cambios mínimos que deben esperarse en un intervalo de tiempo determinado. Para la velocidad de viento se esperan cambios de al menos $0,5 \text{ m/s}$ pasados 60 minutos y de $0,1 \text{ m/s}$ pasados 10 minutos. Y para la dirección de viento se esperan variaciones de 10° pasados 60 minutos [12].

5. Nivel cinco - Coherencia interna de los datos

El procedimiento busca relaciones entre variables meteorológicas de una misma EMA que soporten el comportamiento físico que se esté estudiando. Básicamente analiza la coherencia del registro de velocidad de viento con base en el registro de dirección de viento. El

⁴En la validación de velocidad de viento se cumplirá la condición con uno solo máximo que satisfaga la desigualdad.

registro de velocidad de viento o dirección de viento se considera sospechoso si se cumple alguna de las siguientes expresiones:

Si la $DV = 0^\circ$ y $VV \neq 0$

Si la $VV = 0$ y $DV \neq 0^\circ$

Si la $VV > VR$ (VR: velocidad de ráfaga de viento pico diaria).

6. *Nivel seis - Coherencia temporal de la serie*

Se calcula la media y la desviación estándar para la variable en el periodo que se va a analizar. Si la desviación es menor que un valor mínimo aceptable, todos los datos de ese periodo deberán considerarse sospechosos. Igualmente deberá calcularse la mayor diferencia entre cualquier par de datos para el periodo de análisis, si la diferencia es menor que una mínimo aceptable, todos los datos deberán considerarse sospechosos. Una inspección visual podría discernir entre la validez o no de los datos.

7. *Nivel siete - Coherencia espacial*

Esta prueba se fundamenta en el hecho de que los valores de velocidad y dirección de viento registrados al mismo tiempo en estaciones meteorológicas correlacionadas espacialmente no deberían diferir demasiado unos de otros. Esta evaluación dependerá de la densidad de estaciones meteorológicas en la región que se esté realizando el análisis y de la complejidad de la orografía de la zona.

8. *Nivel ocho - Inspección visual*

En primer lugar se deberá representar la evolución temporal de la variable desagregada en diferentes niveles. Del mismo modo es conveniente ubicar en la cartografía los valores máximos, mínimos, acumulados entre otros, con el fin de identificar problemas sutiles. Para la velocidad del viento y la dirección del viento se recomienda un análisis de valores promedio a una hora específica del día.

3. Resultados

Los resultados se presentarán desagregados para cada una de las variables meteorológicas. Se iniciará con radiación solar global, posteriormente con velocidad de viento y finalmente con dirección de viento. Cada una de las tablas presentará la lista de las EMA con el número de datos que cumplieron o no el nivel indicado. Al final se encontrará una tabla general que sintetiza el proceso de validación.

En la tabla **3-1** puede observarse EMAs con 18,4% de información inválida porque no cumple con la estructura de la base de datos. La principal razón por la que no se satisface este nivel de validación son los datos nulos en el campo del registro. Veamos algunos ejemplos: la EMA 23125170 es la que presenta el mayor porcentaje de inválidos, éste es de 18,4% del total de los datos, le sigue la 21215160 con 14,9%, luego la 26135290 con 14,7% y así continúa. La EMA 15075150 es la que mejor estadística presenta, en ésta solo se invalidaron 0,3% de los registros.

En la tabla **3-2** se presentan los resultados del nivel dos de validación. En esta prueba se encontró que en promedio las estaciones tiene un de 95,17% de datos válidos. Lo que significa que los datos negativos fueron corregidos de una manera adecuada para rechazar la menor cantidad de datos posibles. La EMA 46015030 fue la que obtuvo la menor cantidad de datos válidos, alcanzando un promedio de 75,02%. Por el contrario la EMA 21215190 solo tuvo un porcentaje de datos no válidos de 0,01%.

En la tabla **3-3** presenta menos registros inválidos respecto a los niveles anteriores. La EMA 24035410 fue la que tuvo un mayor número de datos inválidos que correspondió al 2,7% de los registros. El límite rígido es el resultado del modelo matemático del comportamiento de la radiación solar en la superficie de la Tierra, no obstante, cuando ocurren explosiones solares ese límite puede incrementarse. En este caso es conveniente revisar si el otro fenómeno ocurrió afectando la validación.

La tabla **3-4** muestra los resultados de la validación de límite flexible. En este paso la cantidad de aceptación de datos fue alta llegando en promedio a un 99,99%. Lo anterior se explica por que en 67 de las 97 estaciones ningún dato fue marcado como sospechoso.

La tabla **3-5** presenta la coherencia temporal. En esta etapa quedan un gran número de da-

tos etiquetados como sospechosos por estación. Se destacan las EMA 21206920 con el 10 % aproximadamente de registros sospechosos y la 15083050 con el 6 %.

Del nivel seis no se presentan resultados debido a que no existían datos de brillo solar medidos por las EMAs que permitieran realizar esta prueba.

Los resultados del nivel siete que mide la coherencia temporal de la serie son presentados en la tabla **3-6**. En esta prueba en promedio el porcentaje de datos etiquetados como sospechoso es del 5,13 %; sin embargo, la EMA 53045040 alcanza un porcentaje de datos sospechosos de 30,29 %, mientras que la EMA 29045190 solo tiene un 0,1 % de datos sospechosos. Esta variabilidad en los resultados se debe que Colombia tiene un terreno complejo lo que deriva en una gran variedad de climas, y alta nubosidad, que hacen que la radiación medida difiera de la ideal de una forma marcada.

La tabla **3-7** contiene los resultados de la validación de coherencia espacial, esta prueba en general muestra unos niveles de datos válidos alta con un promedio de 96,89 %. No obstante, la EMA 52025090 tiene 21,98 % de datos no válidos, por lo tanto, para mejorar los resultados se debe incrementar la densidad de estaciones en la zona donde está ubicada esta EMA, en un radio menor a 40 km. De los datos sometidos a inspección visual se confirmó que sólo 30,14 % de la EMA 11159010 se podían considerar como datos válidos. Los datos restantes serán eliminados de las series de tiempo ya que no cumplen con esta prueba de validación, ver tabla **3-8**.

En la sección 3.2 se presentan los niveles de validación para velocidad de viento. Los registros sin estructura alcanzan porcentajes de hasta 42 % aproximadamente. La EMA con el resultado más desfavorable es la 13055040, seguida de la 21015040 con 38 % y la 15085050 con 37 %.

En la tabla **3-10** están los resultados de la validación de velocidad de viento. La EMA 35095130 es la que tiene el mayor porcentaje de datos que superan el límite rígido con 15,28 %, seguida por la EMA 15085050 con un 4,47 %. En promedio las estaciones tienen un porcentaje de datos sospechosos de 1,00 %. Este promedio se debe a que 43 de las 63 estaciones tiene un tasa de datos válidos superioro igual al 99 %. En el nivel de validación cuatro ningún dato fue etiquetado como sospechoso, como muestra la tabla **3-11**.

La tabla **3-12** muestra los resultados del nivel de validación cinco, en esta prueba las EMAs 15065040, 21235030, 23125160, 24015110, 25025030, 26015010, 28025130, 36015020, 52025080 presentaron un único dato sospecho.

La tabla **3-13** presenta la cantidad de datos válidos y sospechosos del nivel de validación seis. En este paso la EMA 21206600 fue la que tuvo el mayor porcentaje de datos sospechosos con

un 3,12 %. En general el porcentaje de datos sospechosos fue bajo con un 0,15 %. Después de la inspección visual solo el 26,72 % de los datos de la EMA 11159010 fueron recuperados

En la sección 3.3 se presentan los niveles de validación para velocidad de viento. En esta prueba la EMA 28035070 tuvo una pérdida de datos del 66,72 %, debido a que ese fue el porcentaje de datos que no cumplió con la estructura requerida para la validación. En contraste la EMA 35095130 no tuvo ningún dato marcado como sospechoso.

La tabla **3-16** tiene los resultados del nivel tres de validación, que muestran que en promedio la cantidad de datos válidos es de 99,09 %, siendo la EMA 15085050 la tuvo la mayor cantidad de datos sospechosos con 10,31 %. La tabla **3-17** indica que en la prueba de validación cinco ningún dato fue etiquetado como sospechoso. En la prueba de validación del nivel seis solo el 0,15 % de los datos fueron etiquetados como sospechosos, el mayor porcentaje de datos sospechosos se registró en la EMA 21206600 con 3,11 %. Después de la inspección visual se concluyó que del total de datos sometidos a inspección visual todos devían ser eliminados.

3.1. Radiación solar global

3.1.1. Nivel 1: estructura

Tabla 3-1.: Radiación solar global - Nivel 1: estructura

	EMA	Válidos	No válidos	Total		EMA	Válidos	No válidos	Total
1	11159010	59.926	5.268	65.194	50	26105250	90.468	5.215	95.683
2	13035501	28.758	253	29.011	51	26115090	84.181	551	84.732
3	13055040	96.873	3.615	100.488	52	26125290	85.089	6.459	91.548
4	13095010	71.323	9.209	80.532	53	26125300	86.687	467	87.154
5	15015120	70.135	4.686	74.821	54	26135290	84.552	14.555	99.107
6	15075150	71.455	195	71.650	55	26135300	79.546	12.217	91.763
7	15075501	27.573	2.873	30.446	56	26145090	95.269	4.304	99.573
8	15085050	70.304	3.764	74.068	57	26155220	89.382	3.451	92.833
9	16015110	90.863	4.939	95.802	58	26155230	100.089	1.663	101.752
10	16015120	42.259	2.494	44.753	59	26185050	83.571	3.708	87.279
11	21015040	72.257	2.023	74.280	60	26225060	77.758	3.981	81.739
12	21015060	78.503	9.445	87.948	61	26255030	92.895	7.369	100.264
13	21015070	98.915	785	99.700	62	27015310	80.440	8.108	88.548
14	21055070	70.792	11.359	82.151	63	27015320	103.006	2.598	105.604
15	21115170	78.709	3.792	82.501	64	28025130	63.889	600	64.489
16	21115180	69.846	4.039	73.885	65	28035060	109.604	480	110.084
17	21185090	74.941	10.726	85.667	66	29015040	75.248	6.509	81.757
18	21195190	74.664	1.928	76.592	67	29035200	11.973	457	12.430
19	21205012	54.226	1.014	55.240	68	29045180	57.898	2.771	60.669
20	21206600	59.954	464	60.418	69	29045190	39.237	760	39.997
21	21206790	99.448	4.150	103.598	70	29065120	84.476	7.120	91.596
22	21206920	87.601	2.438	90.039	71	29065130	72.334	2.432	74.766
23	21206960	73.299	2.698	75.997	72	35025110	42.066	6.599	48.665
24	21206980	98.277	7.000	105.277	73	35035100	90.860	1.642	92.502
25	21206990	100.438	4.688	105.126	74	35035110	88.151	1.381	89.532
26	21215160	79.188	13.967	93.155	75	35075070	84.610	2.969	87.579
27	21215180	84.989	6.223	91.212	76	35085060	90.037	3.345	93.382
28	21215190	77.389	7.967	85.356	77	35085070	101.490	4.936	106.426
29	21235030	84.897	7.586	92.483	78	35085080	103.305	1.443	104.748
30	21255160	98.225	7.986	106.211	79	35095120	102.623	7.476	110.099
31	21255170	88.579	9.368	97.947	80	35185010	82.394	2.574	84.968
32	23065180	98.068	5.566	103.634	81	35215020	38.340	5.691	44.031
33	23065190	88.754	1.148	89.902	82	36015020	64.180	5.177	69.357
34	23085260	57.709	6.530	64.239	83	44015060	52.788	1.571	54.359
35	23105060	60.529	8.483	69.012	84	44015070	71.200	13.863	85.063
36	23105070	145.681	2.594	148.275	85	44035040	69.424	2.768	72.192
37	23125160	57.073	10.861	67.934	86	44035050	65.890	10.393	76.283
38	23125170	81.181	18.262	99.443	87	46015030	82.791	1.151	83.942
39	23195240	35.557	7.803	43.360	88	48015010	34.720	555	35.275
40	24015110	93.913	7.546	101.459	89	52025080	70.083	7.353	77.436
41	24025090	76.419	6.842	83.261	90	52025090	72.787	13.191	85.978
42	24035360	92.427	2.380	94.807	91	52035040	73.744	9.308	83.052
43	24035410	90.786	1.632	92.418	92	52055150	86.084	7.758	93.842
44	24035430	89.686	5.747	95.433	93	52055170	65.529	1.868	67.397
45	24055070	73.180	7.173	80.353	94	52055210	95.182	6.637	101.819
46	25025280	57.813	1.153	58.966	95	52055220	85.350	5.816	91.166
47	25025340	84.072	4.011	88.083	96	53045040	75.736	5.886	81.622
48	26055120	86.548	3.714	90.262	97	53075020	41.191	2.096	43.287
49	26085160	34.869	3.454	38.323					

3.1.2. Nivel 2: corrección por cero y aplicación del factor de calibración

Tabla 3-2.: Radiación solar global - Nivel 2: corrección por cero y aplicación del factor de calibración

	EMA	Válidos	No válidos	Total	EMA	Válidos	No válidos	Total	
1	11159010	56.792	3.134	59.926	50	26105250	84.824	5.644	90.468
2	13035501	28.702	56	28.758	51	26115090	80.066	4.115	84.181
3	13055040	74.422	22.451	96.873	52	26125290	75.867	9.222	85.089
4	13095010	68.298	3.025	71.323	53	26125300	86.199	488	86.687
5	15015120	69.162	973	70.135	54	26135290	82.852	1.700	84.552
6	15075150	70.590	865	71.455	55	26135300	77.579	1.967	79.546
7	15075501	27.540	33	27.573	56	26145090	88.514	6.755	95.269
8	15085050	64.292	6.012	70.304	57	26155220	89.126	256	89.382
9	16015110	84.565	6.298	90.863	58	26155230	99.996	93	100.089
10	16015120	42.237	22	42.259	59	26185050	66.615	16.956	83.571
11	21015040	72.172	85	72.257	60	26225060	75.910	1.848	77.758
12	21015060	64.245	14.258	78.503	61	26255030	92.450	445	92.895
13	21015070	92.293	6.622	98.915	62	27015310	76.504	3.936	80.440
14	21055070	63.899	6.893	70.792	63	27015320	102.877	129	103.006
15	21115170	78.037	672	78.709	64	28025130	62.701	1.188	63.889
16	21115180	68.483	1.363	69.846	65	28035060	98.546	11.058	109.604
17	21185090	74.695	246	74.941	66	29015040	73.346	1.902	75.248
18	21195190	71.225	3.439	74.664	67	29035200	11.952	21	11.973
19	21205012	54.213	13	54.226	68	29045180	47.126	10.772	57.898
20	21206600	59.837	117	59.954	69	29045190	39.147	90	39.237
21	21206790	97.044	2.404	99.448	70	29065120	83.819	657	84.476
22	21206920	65.768	21.833	87.601	71	29065130	72.078	256	72.334
23	21206960	72.963	336	73.299	72	35025110	41.353	713	42.066
24	21206980	97.901	376	98.277	73	35035100	85.475	5.385	90.860
25	21206990	100.402	36	100.438	74	35035110	75.263	12.888	88.151
26	21215160	79.184	4	79.188	75	35075070	82.048	2.562	84.610
27	21215180	80.618	4.371	84.989	76	35085060	86.838	3.199	90.037
28	21215190	77.384	5	77.389	77	35085070	96.555	4.935	101.490
29	21235030	83.822	1.075	84.897	78	35085080	90.045	13.260	103.305
30	21255160	97.615	610	98.225	79	35095120	93.621	9.002	102.623
31	21255170	86.413	2.166	88.579	80	35185010	67.822	14.572	82.394
32	23065180	92.359	5.709	98.068	81	35215020	38.264	76	38.340
33	23065190	77.379	11.375	88.754	82	36015020	61.144	3.036	64.180
34	23085260	56.944	765	57.709	83	44015060	52.770	18	52.788
35	23105060	58.627	1.902	60.529	84	44015070	69.668	1.532	71.200
36	23105070	145.613	68	145.681	85	44035040	63.459	5.965	69.424
37	23125160	56.674	399	57.073	86	44035050	62.646	3.244	65.890
38	23125170	77.619	3.562	81.181	87	46015030	62.112	20.679	82.791
39	23195240	35.211	346	35.557	88	48015010	34.517	203	34.720
40	24015110	92.216	1.697	93.913	89	52025080	66.768	3.315	70.083
41	24025090	75.406	1.013	76.419	90	52025090	63.725	9.062	72.787
42	24035360	91.961	466	92.427	91	52035040	73.521	223	73.744
43	24035410	90.742	44	90.786	92	52055150	85.015	1.069	86.084
44	24035430	84.103	5.583	89.686	93	52055170	62.504	3.025	65.529
45	24055070	69.437	3.743	73.180	94	52055210	95.119	63	95.182
46	25025280	48.273	9.540	57.813	95	52055220	85.215	135	85.350
47	25025340	66.476	17.596	84.072	96	53045040	73.262	2.474	75.736
48	26055120	81.944	4.604	86.548	97	53075020	38.267	2.924	41.191
49	26085160	34.864	5	34.869					

3.1.3. Nivel 3: límite rígido

Tabla 3-3.: Radiación solar global - Nivel 3: límite rígido

	EMA	Válidos	No válidos	Total	EMA	Válidos	No válidos	Total	
1	11159010	56.741	51	56.792	50	26105250	83.475	1.349	84.824
2	13035501	28.698	4	28.702	51	26115090	79.890	176	80.066
3	13055040	72.827	1.595	74.422	52	26125290	75.177	690	75.867
4	13095010	68.221	77	68.298	53	26125300	86.175	24	86.199
5	15015120	69.128	34	69.162	54	26135290	82.840	12	82.852
6	15075150	70.558	32	70.590	55	26135300	77.556	23	77.579
7	15075501	27.539	1	27.540	56	26145090	88.228	286	88.514
8	15085050	64.062	230	64.292	57	26155220	89.007	119	89.126
9	16015110	83.611	954	84.565	58	26155230	99.994	2	99.996
10	16015120	42.227	10	42.237	59	26185050	66.536	79	66.615
11	21015040	72.171	1	72.172	60	26225060	75.684	226	75.910
12	21015060	63.924	321	64.245	61	26255030	92.442	8	92.450
13	21015070	92.249	44	92.293	62	27015310	76.420	84	76.504
14	21055070	63.663	236	63.899	63	27015320	101.830	1.047	102.877
15	21115170	77.979	58	78.037	64	28025130	62.672	29	62.701
16	21115180	68.300	183	68.483	65	28035060	98.523	23	98.546
17	21185090	74.692	3	74.695	66	29015040	73.316	30	73.346
18	21195190	71.099	126	71.225	67	29035200	11.952	-	11.952
19	21205012	54.213	-	54.213	68	29045180	47.113	13	47.126
20	21206600	59.748	89	59.837	69	29045190	39.147	-	39.147
21	21206790	96.740	304	97.044	70	29065120	83.732	87	83.819
22	21206920	65.598	170	65.768	71	29065130	72.075	3	72.078
23	21206960	72.951	12	72.963	72	35025110	41.294	59	41.353
24	21206980	97.881	20	97.901	73	35035100	85.452	23	85.475
25	21206990	100.402	-	100.402	74	35035110	75.263	-	75.263
26	21215160	79.182	2	79.184	75	35075070	82.048	-	82.048
27	21215180	79.874	744	80.618	76	35085060	86.826	12	86.838
28	21215190	77.367	17	77.384	77	35085070	96.547	8	96.555
29	21235030	83.730	92	83.822	78	35085080	89.980	65	90.045
30	21255160	97.615	-	97.615	79	35095120	93.446	175	93.621
31	21255170	86.401	12	86.413	80	35185010	67.781	41	67.822
32	23065180	91.627	732	92.359	81	35215020	38.262	2	38.264
33	23065190	77.297	82	77.379	82	36015020	61.137	7	61.144
34	23085260	56.944	-	56.944	83	44015060	52.765	5	52.770
35	23105060	58.615	12	58.627	84	44015070	69.638	30	69.668
36	23105070	145.567	46	145.613	85	44035040	63.367	92	63.459
37	23125160	56.670	4	56.674	86	44035050	62.603	43	62.646
38	23125170	77.615	4	77.619	87	46015030	62.038	74	62.112
39	23195240	35.188	23	35.211	88	48015010	34.517	-	34.517
40	24015110	92.143	73	92.216	89	52025080	66.700	68	66.768
41	24025090	75.134	272	75.406	90	52025090	63.183	542	63.725
42	24035360	91.957	4	91.961	91	52035040	73.513	8	73.521
43	24035410	88.295	2.447	90.742	92	52055150	84.958	57	85.015
44	24035430	83.778	325	84.103	93	52055170	62.502	2	62.504
45	24055070	68.767	670	69.437	94	52055210	95.118	1	95.119
46	25025280	47.218	1.055	48.273	95	52055220	85.130	85	85.215
47	25025340	66.111	365	66.476	96	53045040	73.117	145	73.262
48	26055120	81.906	38	81.944	97	53075020	37.983	284	38.267
49	26085160	34.864	-	34.864					

3.1.4. Nivel 4: límite flexibles

Tabla 3-4.: Radiación solar global - Nivel 4: límite flexibles

	EMA	Válidos	Sospechosos	Total	EMA	Válidos	Sospechosos	Total	
1	11159010	56.738	3	56.741	50	26105250	83.469	6	83.475
2	13035501	28.697	1	28.698	51	26115090	79.867	23	79.890
3	13055040	72.807	20	72.827	52	26125290	75.170	7	75.177
4	13095010	68.221	0	68.221	53	26125300	86.175	0	86.175
5	15015120	69.111	17	69.128	54	26135290	82.840	0	82.840
6	15075150	70.558	0	70.558	55	26135300	77.555	1	77.556
7	15075501	27.539	0	27.539	56	26145090	88.172	56	88.228
8	15085050	64.045	17	64.062	57	26155220	89.007	0	89.007
9	16015110	83.540	71	83.611	58	26155230	99.994	0	99.994
10	16015120	42.227	0	42.227	59	26185050	66.534	2	66.536
11	21015040	72.171	0	72.171	60	26225060	75.684	0	75.684
12	21015060	63.830	94	63.924	61	26255030	92.442	0	92.442
13	21015070	92.249	0	92.249	62	27015310	76.413	7	76.420
14	21055070	63.658	5	63.663	63	27015320	101.830	0	101.830
15	21115170	77.979	0	77.979	64	28025130	62.672	0	62.672
16	21115180	68.300	0	68.300	65	28035060	98.520	3	98.523
17	21185090	74.692	0	74.692	66	29015040	73.225	91	73.316
18	21195190	71.097	2	71.099	67	29035200	11.952	0	11.952
19	21205012	54.213	0	54.213	68	29045180	47.113	0	47.113
20	21206600	59.748	0	59.748	69	29045190	39.147	0	39.147
21	21206790	96.712	28	96.740	70	29065120	83.726	6	83.732
22	21206920	65.514	84	65.598	71	29065130	72.075	0	72.075
23	21206960	72.950	1	72.951	72	35025110	41.280	14	41.294
24	21206980	97.880	1	97.881	73	35035100	85.406	46	85.452
25	21206990	100.402	0	100.402	74	35035110	75.263	0	75.263
26	21215160	79.182	0	79.182	75	35075070	82.048	0	82.048
27	21215180	79.703	171	79.874	76	35085060	86.826	0	86.826
28	21215190	77.332	35	77.367	77	35085070	96.547	0	96.547
29	21235030	83.730	0	83.730	78	35085080	89.971	9	89.980
30	21255160	97.615	0	97.615	79	35095120	93.444	2	93.446
31	21255170	86.400	1	86.401	80	35185010	67.781	0	67.781
32	23065180	91.620	7	91.627	81	35215020	38.262	0	38.262
33	23065190	77.297	0	77.297	82	36015020	61.137	0	61.137
34	23085260	56.944	0	56.944	83	44015060	52.765	0	52.765
35	23105060	58.615	0	58.615	84	44015070	69.635	3	69.638
36	23105070	145.565	2	145.567	85	44035040	63.362	5	63.367
37	23125160	56.670	0	56.670	86	44035050	62.602	1	62.603
38	23125170	77.615	0	77.615	87	46015030	62.033	5	62.038
39	23195240	35.187	1	35.188	88	48015010	34.517	0	34.517
40	24015110	92.142	1	92.143	89	52025080	66.700	0	66.700
41	24025090	75.130	4	75.134	90	52025090	63.170	13	63.183
42	24035360	91.956	1	91.957	91	52035040	73.513	0	73.513
43	24035410	88.294	1	88.295	92	52055150	84.958	0	84.958
44	24035430	83.777	1	83.778	93	52055170	62.501	1	62.502
45	24055070	68.735	32	68.767	94	52055210	95.118	0	95.118
46	25025280	47.203	15	47.218	95	52055220	85.096	34	85.130
47	25025340	66.079	32	66.111	96	53045040	73.117	0	73.117
48	26055120	81.902	4	81.906	97	53075020	37.964	19	37.983
49	26085160	34.864	0	34.864					

3.1.5. Nivel 5: coherencia temporal

Tabla 3-5.: Radiación solar global - Nivel 5: coherencia temporal

	EMA	Válidos	Sospechosos	Total		EMA	Válidos	Sospechosos	Total
1	11159010	56.225	516	56.741	50	26105250	81.607	1.868	83.475
2	13035501	28.106	592	28.698	51	26115090	77.991	1.899	79.890
3	13055040	71.128	1.699	72.827	52	26125290	72.809	2.368	75.177
4	13095010	67.208	1.013	68.221	53	26125300	84.674	1.501	86.175
5	15015120	66.570	2.558	69.128	54	26135290	81.029	1.811	82.840
6	15075150	67.299	3.259	70.558	55	26135300	75.549	2.007	77.556
7	15075501	27.037	502	27.539	56	26145090	86.704	1.524	88.228
8	15085050	60.217	3.845	64.062	57	26155220	87.363	1.644	89.007
9	16015110	80.325	3.286	83.611	58	26155230	97.697	2.297	99.994
10	16015120	41.455	772	42.227	59	26185050	64.705	1.831	66.536
11	21015040	70.145	2.026	72.171	60	26225060	74.835	849	75.684
12	21015060	60.923	3.001	63.924	61	26255030	91.742	700	92.442
13	21015070	90.444	1.805	92.249	62	27015310	75.158	1.262	76.420
14	21055070	61.786	1.877	63.663	63	27015320	100.268	1.562	101.830
15	21115170	76.432	1.547	77.979	64	28025130	61.898	774	62.672
16	21115180	65.632	2.668	68.300	65	28035060	96.646	1.877	98.523
17	21185090	72.114	2.578	74.692	66	29015040	70.716	2.600	73.316
18	21195190	69.072	2.027	71.099	67	29035200	11.668	284	11.952
19	21205012	52.819	1.394	54.213	68	29045180	46.253	860	47.113
20	21206600	58.897	851	59.748	69	29045190	38.112	1.035	39.147
21	21206790	94.222	2.518	96.740	70	29065120	82.732	1.000	83.732
22	21206920	59.372	6.226	65.598	71	29065130	70.454	1.621	72.075
23	21206960	71.419	1.532	72.951	72	35025110	40.018	1.276	41.294
24	21206980	95.490	2.391	97.881	73	35035100	82.811	2.641	85.452
25	21206990	97.964	2.438	100.402	74	35035110	74.215	1.048	75.263
26	21215160	77.593	1.589	79.182	75	35075070	80.245	1.803	82.048
27	21215180	76.938	2.936	79.874	76	35085060	85.567	1.259	86.826
28	21215190	75.885	1.482	77.367	77	35085070	95.143	1.404	96.547
29	21235030	81.664	2.066	83.730	78	35085080	87.566	2.414	89.980
30	21255160	95.057	2.558	97.615	79	35095120	91.246	2.200	93.446
31	21255170	84.853	1.548	86.401	80	35185010	64.789	2.992	67.781
32	23065180	89.290	2.337	91.627	81	35215020	37.675	587	38.262
33	23065190	75.397	1.900	77.297	82	36015020	60.434	703	61.137
34	23085260	55.716	1.228	56.944	83	44015060	51.868	897	52.765
35	23105060	57.501	1.114	58.615	84	44015070	68.494	1.144	69.638
36	23105070	143.325	2.242	145.567	85	44035040	62.059	1.308	63.367
37	23125160	55.552	1.118	56.670	86	44035050	60.622	1.981	62.603
38	23125170	76.073	1.542	77.615	87	46015030	60.142	1.896	62.038
39	23195240	34.339	849	35.188	88	48015010	34.244	273	34.517
40	24015110	89.591	2.552	92.143	89	52025080	65.426	1.274	66.700
41	24025090	73.913	1.221	75.134	90	52025090	61.249	1.934	63.183
42	24035360	90.087	1.870	91.957	91	52035040	72.447	1.066	73.513
43	24035410	87.020	1.275	88.295	92	52055150	83.513	1.445	84.958
44	24035430	81.995	1.783	83.778	93	52055170	61.050	1.452	62.502
45	24055070	66.639	2.128	68.767	94	52055210	93.299	1.819	95.118
46	25025280	46.215	1.003	47.218	95	52055220	83.023	2.107	85.130
47	25025340	64.420	1.691	66.111	96	53045040	72.292	825	73.117
48	26055120	80.168	1.738	81.906	97	53075020	36.827	1.156	37.983
49	26085160	34.126	738	34.864					

3.1.6. Nivel 7: coherencia de la serie

Tabla 3-6.: Radiación solar global - Nivel 7: coherencia de la serie

	EMA	Válidos	Sospechosos	Total	EMA	Válidos	Sospechosos	Total	
1	11159010	55.495	1.246	56.741	50	26105250	76.423	7.052	83.475
2	13035501	28.642	56	28.698	51	26115090	79.238	652	79.890
3	13055040	69.364	3.463	72.827	52	26125290	74.215	962	75.177
4	13095010	67.778	443	68.221	53	26125300	84.016	2.159	86.175
5	15015120	66.540	2.588	69.128	54	26135290	75.450	7.390	82.840
6	15075150	69.112	1.446	70.558	55	26135300	74.717	2.839	77.556
7	15075501	25.499	2.040	27.539	56	26145090	82.150	6.078	88.228
8	15085050	57.271	6.791	64.062	57	26155220	85.083	3.924	89.007
9	16015110	83.268	343	83.611	58	26155230	99.556	438	99.994
10	16015120	42.044	183	42.227	59	26185050	66.276	260	66.536
11	21015040	66.975	5.196	72.171	60	26225060	74.933	751	75.684
12	21015060	63.085	839	63.924	61	26255030	88.055	4.387	92.442
13	21015070	83.817	8.432	92.249	62	27015310	76.186	234	76.420
14	21055070	62.895	768	63.663	63	27015320	99.817	2.013	101.830
15	21115170	77.395	584	77.979	64	28025130	55.003	7.669	62.672
16	21115180	55.387	12.913	68.300	65	28035060	98.146	377	98.523
17	21185090	73.715	977	74.692	66	29015040	71.397	1.919	73.316
18	21195190	70.826	273	71.099	67	29035200	10.187	1.765	11.952
19	21205012	54.113	100	54.213	68	29045180	42.387	4.726	47.113
20	21206600	45.426	14.322	59.748	69	29045190	39.093	54	39.147
21	21206790	95.326	1.414	96.740	70	29065120	65.724	18.008	83.732
22	21206920	65.019	579	65.598	71	29065130	71.823	252	72.075
23	21206960	70.736	2.215	72.951	72	35025110	40.865	429	41.294
24	21206980	97.465	416	97.881	73	35035100	85.096	356	85.452
25	21206990	99.939	463	100.402	74	35035110	73.262	2.001	75.263
26	21215160	78.526	656	79.182	75	35075070	81.247	801	82.048
27	21215180	77.716	2.158	79.874	76	35085060	85.966	860	86.826
28	21215190	76.667	700	77.367	77	35085070	94.466	2.081	96.547
29	21235030	83.058	672	83.730	78	35085080	89.003	977	89.980
30	21255160	97.264	351	97.615	79	35095120	93.040	406	93.446
31	21255170	85.029	1.372	86.401	80	35185010	49.547	18.234	67.781
32	23065180	82.990	8.637	91.627	81	35215020	38.028	234	38.262
33	23065190	70.715	6.582	77.297	82	36015020	58.816	2.321	61.137
34	23085260	56.707	237	56.944	83	44015060	48.925	3.840	52.765
35	23105060	58.150	465	58.615	84	44015070	58.984	10.654	69.638
36	23105070	137.785	7.782	145.567	85	44035040	58.891	4.476	63.367
37	23125160	56.126	544	56.670	86	44035050	57.709	4.894	62.603
38	23125170	75.238	2.377	77.615	87	46015030	60.476	1.562	62.038
39	23195240	32.391	2.797	35.188	88	48015010	34.367	150	34.517
40	24015110	91.856	287	92.143	89	52025080	55.449	11.251	66.700
41	24025090	63.251	11.883	75.134	90	52025090	52.536	10.647	63.183
42	24035360	91.476	481	91.957	91	52035040	72.866	647	73.513
43	24035410	87.259	1.036	88.295	92	52055150	76.938	8.020	84.958
44	24035430	83.433	345	83.778	93	52055170	46.846	15.656	62.502
45	24055070	60.347	8.420	68.767	94	52055210	94.662	456	95.118
46	25025280	40.324	6.894	47.218	95	52055220	79.881	5.249	85.130
47	25025340	60.600	5.511	66.111	96	53045040	50.969	22.148	73.117
48	26055120	81.606	300	81.906	97	53075020	37.887	96	37.983
49	26085160	34.346	518	34.864					

3.1.7. Nivel 8: coherencia espacial

Tabla 3-7.: Radiación solar global - Nivel 8: coherencia espacial

	EMA	Válidos	Sospechosos	Total		EMA	Válidos	Sospechosos	Total
1	11159010	56.741	0	56.741	50	26105250	83.475	0	83.475
2	13035501	28.698	0	28.698	51	26115090	79.890	0	79.890
3	13055040	72.827	0	72.827	52	26125290	75.177	0	75.177
4	13095010	68.221	0	68.221	53	26125300	86.175	0	86.175
5	15015120	69.128	0	69.128	54	26135290	82.840	0	82.840
6	15075150	70.558	0	70.558	55	26135300	70.062	7.494	77.556
7	15075501	27.539	0	27.539	56	26145090	79.206	9.022	88.228
8	15085050	64.062	0	64.062	57	26155220	89.007	0	89.007
9	16015110	83.611	0	83.611	58	26155230	99.994	0	99.994
10	16015120	42.227	0	42.227	59	26185050	66.536	0	66.536
11	21015040	63.703	8.468	72.171	60	26225060	75.684	0	75.684
12	21015060	54.903	9.021	63.924	61	26255030	92.442	0	92.442
13	21015070	82.473	9.776	92.249	62	27015310	76.420	0	76.420
14	21055070	49.990	13.673	63.663	63	27015320	101.830	0	101.830
15	21115170	71.455	6.524	77.979	64	28025130	62.672	0	62.672
16	21115180	68.300	0	68.300	65	28035060	94.436	4.087	98.523
17	21185090	74.692	0	74.692	66	29015040	72.893	423	73.316
18	21195190	71.099	0	71.099	67	29035200	9.972	1.980	11.952
19	21205012	54.213	0	54.213	68	29045180	47.113	0	47.113
20	21206600	47.457	12.291	59.748	69	29045190	38.386	761	39.147
21	21206790	94.026	2.714	96.740	70	29065120	73.571	10.161	83.732
22	21206920	65.598	0	65.598	71	29065130	72.075	0	72.075
23	21206960	63.046	9.905	72.951	72	35025110	37.347	3.947	41.294
24	21206980	97.881	0	97.881	73	35035100	85.452	0	85.452
25	21206990	97.075	3.327	100.402	74	35035110	75.263	0	75.263
26	21215160	79.182	0	79.182	75	35075070	82.048	0	82.048
27	21215180	79.874	0	79.874	76	35085060	86.826	0	86.826
28	21215190	77.367	0	77.367	77	35085070	96.547	0	96.547
29	21235030	83.730	0	83.730	78	35085080	89.980	0	89.980
30	21255160	97.615	0	97.615	79	35095120	93.446	0	93.446
31	21255170	86.401	0	86.401	80	35185010	62.639	5.142	67.781
32	23065180	91.627	0	91.627	81	35215020	38.262	0	38.262
33	23065190	77.297	0	77.297	82	36015020	57.393	3.744	61.137
34	23085260	56.944	0	56.944	83	44015060	45.523	7.242	52.765
35	23105060	58.615	0	58.615	84	44015070	63.563	6.075	69.638
36	23105070	145.567	0	145.567	85	44035040	63.367	0	63.367
37	23125160	56.670	0	56.670	86	44035050	53.856	8.747	62.603
38	23125170	77.615	0	77.615	87	46015030	57.018	5.020	62.038
39	23195240	32.543	2.645	35.188	88	48015010	34.517	0	34.517
40	24015110	92.143	0	92.143	89	52025080	66.700	0	66.700
41	24025090	75.134	0	75.134	90	52025090	49.293	13.890	63.183
42	24035360	91.957	0	91.957	91	52035040	73.513	0	73.513
43	24035410	77.608	10.687	88.295	92	52055150	84.958	0	84.958
44	24035430	83.778	0	83.778	93	52055170	62.502	0	62.502
45	24055070	68.767	0	68.767	94	52055210	95.118	0	95.118
46	25025280	39.571	7.647	47.218	95	52055220	85.130	0	85.130
47	25025340	56.762	9.349	66.111	96	53045040	73.117	0	73.117
48	26055120	81.906	0	81.906	97	53075020	37.983	0	37.983
49	26085160	34.864	0	34.864					

3.1.8. Nivel 9: inspección visual

Tabla 3-8.: Radiación solar global - Nivel 9: inspección visual

	EMA	Iniciales	Nuevos	Ya NO Más	Invalidos		EMA	Iniciales	Nuevos	Ya NO Más	Invalidos
1	11159010	1.752	228	756	1.224	50	26105250	8.888	0	0	8.888
2	13035501	648	0	0	648	51	26115090	2.551	0	0	2.551
3	13055040	5.139	0	0	5.139	52	26125290	3.319	0	0	3.319
4	13095010	1.453	0	0	1.453	53	26125300	3.654	0	0	3.654
5	15015120	5.143	0	0	5.143	54	26135290	9.192	0	0	9.192
6	15075150	4.691	0	0	4.691	55	26135300	11.478	0	0	11.478
7	15075501	2.540	0	0	2.540	56	26145090	11.404	0	0	11.404
8	15085050	10.603	0	0	10.603	57	26155220	5.555	0	0	5.555
9	16015110	3.625	0	0	3.625	58	26155230	2.730	0	0	2.730
10	16015120	951	0	0	951	59	26185050	2.091	0	0	2.091
11	21015040	10.967	0	0	10.967	60	26225060	1.594	0	0	1.594
12	21015060	12.130	0	0	12.130	61	26255030	5.083	0	0	5.083
13	21015070	18.145	0	0	18.145	62	27015310	1.495	0	0	1.495
14	21055070	15.718	0	0	15.718	63	27015320	3.560	0	0	3.560
15	21115170	8.377	0	0	8.377	64	28025130	8.439	0	0	8.439
16	21115180	15.567	0	0	15.567	65	28035060	6.164	0	0	6.164
17	21185090	3.548	0	0	3.548	66	29015040	4.854	0	0	4.854
18	21195190	2.293	0	0	2.293	67	29035200	2.400	0	0	2.400
19	21205012	1.493	0	0	1.493	68	29045180	5.582	0	0	5.582
20	21206600	15.374	0	0	15.374	69	29045190	1.824	0	0	1.824
21	21206790	5.564	0	0	5.564	70	29065120	21.916	0	0	21.916
22	21206920	6.804	0	0	6.804	71	29065130	1.872	0	0	1.872
23	21206960	12.713	0	0	12.713	72	35025110	5.504	0	0	5.504
24	21206980	2.801	0	0	2.801	73	35035100	2.989	0	0	2.989
25	21206990	5.957	0	0	5.957	74	35035110	3.009	0	0	3.009
26	21215160	2.241	0	0	2.241	75	35075070	2.596	0	0	2.596
27	21215180	5.088	0	0	5.088	76	35085060	2.106	0	0	2.106
28	21215190	2.175	0	0	2.175	77	35085070	3.470	0	0	3.470
29	21235030	2.727	0	0	2.727	78	35085080	3.385	0	0	3.385
30	21255160	2.906	0	0	2.906	79	35095120	2.601	0	0	2.601
31	21255170	2.910	0	0	2.910	80	35185010	22.493	0	0	22.493
32	23065180	10.902	0	0	10.902	81	35215020	820	0	0	820
33	23065190	8.434	0	0	8.434	82	36015020	4.925	0	0	4.925
34	23085260	1.462	0	0	1.462	83	44015060	9.065	0	0	9.065
35	23105060	1.574	0	0	1.574	84	44015070	14.945	0	0	14.945
36	23105070	10.010	0	0	10.010	85	44035040	5.756	0	0	5.756
37	23125160	1.657	0	0	1.657	86	44035050	12.514	0	0	12.514
38	23125170	3.914	0	0	3.914	87	46015030	7.970	0	0	7.970
39	23195240	4.284	0	0	4.284	88	48015010	422	0	0	422
40	24015110	2.837	0	0	2.837	89	52025080	12.524	0	0	12.524
41	24025090	13.037	0	0	13.037	90	52025090	19.128	0	0	19.128
42	24035360	2.349	0	0	2.349	91	52035040	1.702	0	0	1.702
43	24035410	12.777	0	0	12.777	92	52055150	9.424	0	0	9.424
44	24035430	2.122	0	0	2.122	93	52055170	17.080	0	0	17.080
45	24055070	10.507	0	0	10.507	94	52055210	2.270	0	0	2.270
46	25025280	9.596	0	0	9.596	95	52055220	7.352	0	0	7.352
47	25025340	15.270	0	0	15.270	96	53045040	22.858	0	0	22.858
48	26055120	2.036	0	0	2.036	97	53075020	1.250	0	0	1.250
49	26085160	1.254	0	0	1.254						

Figura 3-1.: Radiación solar global - Nivel 9: inspección visual, estación No 11159010

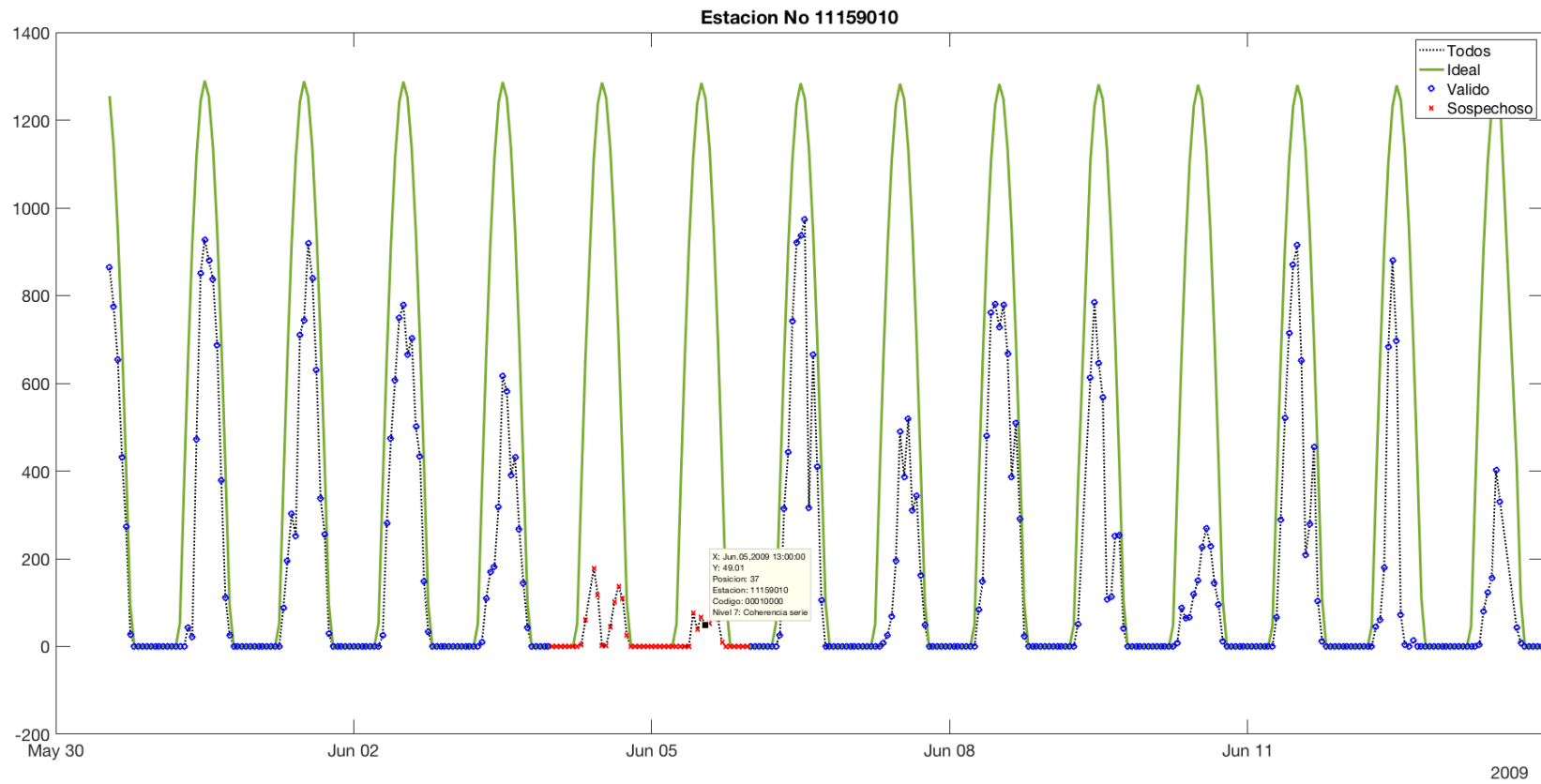
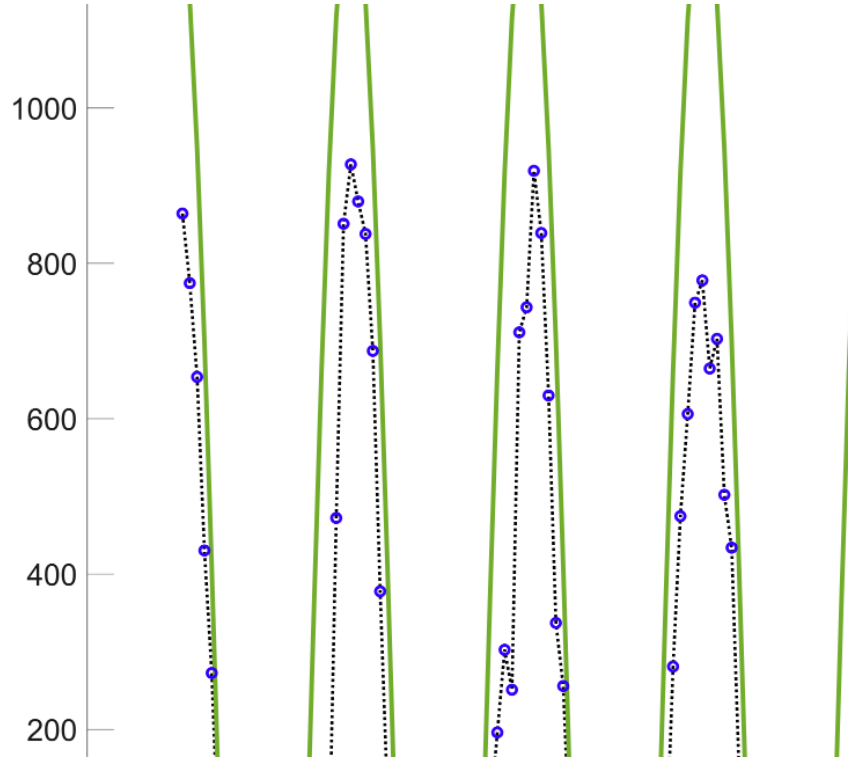


Figura 3-2.: ZOOM - Radiación solar global - Nivel 9: inspección visual, estación No 11159010



3.2. Velocidad de Viento (VV)

3.2.1. Nivel 1: análisis de la estructura

Tabla 3-9.: Velocidad de viento - Nivel 1: estructura

	EMA	Válidos	No válidos	Total		EMA	Válidos	No válidos	Total
1	11159010	271.055	85.194	356.249	33	24035370	450.552	52.394	502.946
2	13035501	153.535	20.676	174.211	34	24035380	396.259	140.512	536.771
3	13055040	299.103	213.670	512.773	35	24035410	425.688	50.791	476.479
4	15015120	405.855	43.558	449.413	36	24035430	477.613	98.365	575.978
5	15065040	300.380	479	300.859	37	25025030	174.702	35.193	209.895
6	15075150	199.308	590	199.898	38	26015010	534.648	29.676	564.324
7	15075501	175.485	27.799	203.284	39	26155220	477.357	90.091	567.448
8	15085050	283.082	166.512	449.594	40	26155230	562.714	48.519	611.233
9	16015120	253.047	20.114	273.161	41	26155240	457.285	15.892	473.177
10	21015040	310.050	192.659	502.709	42	27015280	510.774	81.485	592.259
11	21055070	233.380	58.406	291.786	43	27015290	457.700	92.049	549.749
12	21115170	446.750	148.022	594.772	44	27015310	395.116	124.136	519.252
13	21115180	264.615	63.286	327.901	45	27015320	472.435	131.895	604.330
14	21185090	427.515	59.502	487.017	46	28025130	374.948	17.273	392.221
15	21195170	573.773	55.519	629.292	47	28035060	368.152	5.508	373.660
16	21195190	326.096	118.797	444.893	48	28035070	50.872	101.907	152.779
17	21205012	295.072	36.264	331.336	49	29035000	237.381	57.669	295.050
18	21205791	204.530	21.067	225.597	50	29045000	209.215	17.580	226.795
19	21206600	226.822	4.195	231.017	51	29065130	426.973	20.895	447.868
20	21206790	371.864	5.867	377.731	52	35035100	311.402	18.977	330.379
21	21206920	317.767	88.126	405.893	53	35035130	345.048	27.616	372.664
22	21206950	299.864	48.541	348.405	54	35075080	483.080	54.021	537.101
23	21206960	429.275	16.827	446.102	55	35085060	514.031	40.527	554.558
24	21206990	327.471	62.123	389.594	56	35085070	552.433	69.306	621.739
25	21235030	505.210	52.201	557.411	57	35095120	604.519	56.284	660.803
26	21255160	588.282	28.560	616.842	58	35095130	120.255	0	120.255
27	23035030	461.830	57.059	518.889	59	35215020	255.750	40.736	296.486
28	23065180	478.816	122.215	601.031	60	36015020	258.915	151.501	410.416
29	23085260	337.521	47.958	385.479	61	46015030	367.812	16.400	384.212
30	23125160	293.079	114.863	407.942	62	52025080	334.573	129.959	464.532
31	24015110	531.197	77.766	608.963	63	52025090	426.919	82.258	509.177
32	24035360	521.101	43.965	565.066					

3.2.2. Nivel 3: límite rígido

Tabla 3-10.: Velocidad de viento - Nivel 3: límite rígido

	EMA	Válidos	No válidos	Total		EMA	Válidos	No válidos	Total
1	11159010	270.921	134	271.055	33	24035370	450.366	186	450.552
2	13035501	153.364	171	153.535	34	24035380	396.239	20	396.259
3	13055040	295.825	3.278	299.103	35	24035410	421.212	4.476	425.688
4	15015120	405.282	573	405.855	36	24035430	473.012	4.601	477.613
5	15065040	299.455	925	300.380	37	25025030	174.696	6	174.702
6	15075150	199.231	77	199.308	38	26015010	511.258	23.390	534.648
7	15075501	175.400	85	175.485	39	26155220	477.320	37	477.357
8	15085050	270.434	12.648	283.082	40	26155230	559.694	3.020	562.714
9	16015120	253.034	13	253.047	41	26155240	444.508	12.777	457.285
10	21015040	309.990	60	310.050	42	27015280	506.667	4.107	510.774
11	21055070	233.292	88	233.380	43	27015290	454.614	3.086	457.700
12	21115170	435.037	11.713	446.750	44	27015310	390.754	4.362	395.116
13	21115180	263.798	817	264.615	45	27015320	472.413	22	472.435
14	21185090	421.771	5.744	427.515	46	28025130	369.148	5.800	374.948
15	21195170	563.161	10.612	573.773	47	28035060	368.124	28	368.152
16	21195190	326.091	5	326.096	48	28035070	50.854	18	50.872
17	21205012	294.945	127	295.072	49	29035000	236.340	1.041	237.381
18	21205791	204.526	4	204.530	50	29045000	209.117	98	209.215
19	21206600	226.614	208	226.822	51	29065130	426.962	11	426.973
20	21206790	371.698	166	371.864	52	35035100	303.374	8.028	311.402
21	21206920	317.715	52	317.767	53	35035130	345.033	15	345.048
22	21206950	293.692	6.172	299.864	54	35075080	475.729	7.351	483.080
23	21206960	429.125	150	429.275	55	35085060	511.060	2.971	514.031
24	21206990	324.310	3.161	327.471	56	35085070	537.907	14.526	552.433
25	21235030	504.414	796	505.210	57	35095120	601.663	2.856	604.519
26	21255160	588.030	252	588.282	58	35095130	101.885	18.370	120.255
27	23035030	459.046	2.784	461.830	59	35215020	254.651	1.099	255.750
28	23065180	469.321	9.495	478.816	60	36015020	249.283	9.632	258.915
29	23085260	337.499	22	337.521	61	46015030	367.686	126	367.812
30	23125160	290.288	2.791	293.079	62	52025080	334.356	217	334.573
31	24015110	531.144	53	531.197	63	52025090	424.009	2.910	426.919
32	24035360	514.820	6.281	521.101					

3.2.3. Nivel 4: límite flexible

Tabla 3-11.: Velocidad de viento - Nivel 4: límite flexible

	EMA	Válidos	Sospechoso	Total		EMA	Válidos	Sospechoso	Total
1	11.159.010	270.921	0	270.921	33	24035370	450.366	0	450.366
2	13.035.501	153.364	0	153.364	34	24035380	396.239	0	396.239
3	13.055.040	295.825	0	295.825	35	24035410	421.212	0	421.212
4	15.015.120	405.282	0	405.282	36	24035430	473.012	0	473.012
5	15.065.040	299.455	0	299.455	37	25025030	174.696	0	174.696
6	15.075.150	199.231	0	199.231	38	26015010	511.258	0	511.258
7	15.075.501	175.400	0	175.400	39	26155220	477.320	0	477.320
8	15.085.050	270.434	0	270.434	40	26155230	559.694	0	559.694
9	16.015.120	253.034	0	253.034	41	26155240	444.508	0	444.508
10	21.015.040	309.990	0	309.990	42	27015280	506.667	0	506.667
11	21.055.070	233.292	0	233.292	43	27015290	454.614	0	454.614
12	21.115.170	435.037	0	435.037	44	27015310	390.754	0	390.754
13	21.115.180	263.798	0	263.798	45	27015320	472.413	0	472.413
14	21.185.090	421.771	0	421.771	46	28025130	369.148	0	369.148
15	21.195.170	563.161	0	563.161	47	28035060	368.124	0	368.124
16	21.195.190	326.091	0	326.091	48	28035070	50.854	0	50.854
17	21.205.012	294.945	0	294.945	49	29035000	236.340	0	236.340
18	21.205.791	204.526	0	204.526	50	29045000	209.117	0	209.117
19	21.206.600	226.614	0	226.614	51	29065130	426.962	0	426.962
20	21.206.790	371.698	0	371.698	52	35035100	303.374	0	303.374
21	21.206.920	317.715	0	317.715	53	35035130	345.033	0	345.033
22	21.206.950	293.692	0	293.692	54	35075080	475.729	0	475.729
23	21.206.960	429.125	0	429.125	55	35085060	511.060	0	511.060
24	21.206.990	324.310	0	324.310	56	35085070	537.907	0	537.907
25	21.235.030	504.414	0	504.414	57	35095120	601.663	0	601.663
26	21.255.160	588.030	0	588.030	58	35095130	101.885	0	101.885
27	23.035.030	459.046	0	459.046	59	35215020	254.651	0	254.651
28	23.065.180	469.321	0	469.321	60	36015020	249.283	0	249.283
29	23.085.260	337.499	0	337.499	61	46015030	367.686	0	367.686
30	23.125.160	290.288	0	290.288	62	52025080	334.356	0	334.356
31	24.015.110	531.144	0	531.144	63	52025090	424.009	0	424.009
32	24.035.360	514.820	0	514.820					

3.2.4. Nivel 5: coherencia temporal

Tabla 3-12.: Velocidad de viento - Nivel 5: coherencia temporal

	EMA	Válidos	Sospechoso	Total		EMA	Válidos	Sospechoso	Total
1	11.159.010	270.921	0	270.921	33	24035370	450.366	0	450.366
2	13.035.501	153.364	0	153.364	34	24035380	396.239	0	396.239
3	13.055.040	295.825	0	295.825	35	24035410	421.212	0	421.212
4	15.015.120	405.282	0	405.282	36	24035430	473.012	0	473.012
5	15.065.040	299.454	1	299.455	37	25025030	174.695	1	174.696
6	15.075.150	199.231	0	199.231	38	26015010	511.257	1	511.258
7	15.075.501	175.400	0	175.400	39	26155220	477.320	0	477.320
8	15.085.050	270.434	0	270.434	40	26155230	559.694	0	559.694
9	16.015.120	253.034	0	253.034	41	26155240	444.508	0	444.508
10	21.015.040	309.990	0	309.990	42	27015280	506.667	0	506.667
11	21.055.070	233.292	0	233.292	43	27015290	454.614	0	454.614
12	21.115.170	435.037	0	435.037	44	27015310	390.754	0	390.754
13	21.115.180	263.798	0	263.798	45	27015320	472.413	0	472.413
14	21.185.090	421.771	0	421.771	46	28025130	369.147	1	369.148
15	21.195.170	563.161	0	563.161	47	28035060	368.124	0	368.124
16	21.195.190	326.091	0	326.091	48	28035070	50.854	0	50.854
17	21.205.012	294.945	0	294.945	49	29035000	236.340	0	236.340
18	21.205.791	204.526	0	204.526	50	29045000	209.117	0	209.117
19	21.206.600	226.614	0	226.614	51	29065130	426.962	0	426.962
20	21.206.790	371.698	0	371.698	52	35035100	303.374	0	303.374
21	21.206.920	317.715	0	317.715	53	35035130	345.033	0	345.033
22	21.206.950	293.692	0	293.692	54	35075080	475.729	0	475.729
23	21.206.960	429.125	0	429.125	55	35085060	511.060	0	511.060
24	21.206.990	324.310	0	324.310	56	35085070	537.907	0	537.907
25	21.235.030	504.413	1	504.414	57	35095120	601.663	0	601.663
26	21.255.160	588.030	0	588.030	58	35095130	101.885	0	101.885
27	23.035.030	459.046	0	459.046	59	35215020	254.651	0	254.651
28	23.065.180	469.321	0	469.321	60	36015020	249.282	1	249.283
29	23.085.260	337.499	0	337.499	61	46015030	367.686	0	367.686
30	23.125.160	290.287	1	290.288	62	52025080	334.355	1	334.356
31	24.015.110	531.143	1	531.144	63	52025090	424.009	0	424.009
32	24.035.360	514.820	0	514.820					

3.2.5. Nivel 6: coherencia interna

Tabla 3-13.: Velocidad de viento - Nivel 6: coherencia interna

	EMA	Válidos	Sospechoso	Total		EMA	Válidos	Sospechoso	Total
1	11159010	270.920	1	270.921	33	24035370	450.365	1	450.366
2	13035501	153.364	0	153.364	34	24035380	396.217	22	396.239
3	13055040	295.793	32	295.825	35	24035410	416.550	4662	421.212
4	15015120	405.279	3	405.282	36	24035430	472.692	320	473.012
5	15065040	295.962	3493	299.455	37	25025030	173.083	1613	174.696
6	15075150	199.199	32	199.231	38	26015010	510.690	568	511.258
7	15075501	175.345	55	175.400	39	26155220	477.283	37	477.320
8	15085050	270.146	288	270.434	40	26155230	559.647	47	559.694
9	16015120	253.029	5	253.034	41	26155240	444.350	158	444.508
10	21015040	309.884	106	309.990	42	27015280	506.565	102	506.667
11	21055070	233.287	5	233.292	43	27015290	454.589	25	454.614
12	21115170	434.576	461	435.037	44	27015310	390.294	460	390.754
13	21115180	263.463	335	263.798	45	27015320	472.263	150	472.413
14	21185090	421.735	36	421.771	46	28025130	369.021	127	369.148
15	21195170	562.280	881	563.161	47	28035060	368.115	9	368.124
16	21195190	326.052	39	326.091	48	28035070	50.854	0	50.854
17	21205012	294.945	0	294.945	49	29035000	236.312	28	236.340
18	21205791	204.490	36	204.526	50	29045000	209.068	49	209.117
19	21206600	219.537	7077	226.614	51	29065130	426.958	4	426.962
20	21206790	371.613	85	371.698	52	35035100	303.374	0	303.374
21	21206920	317.715	0	317.715	53	35035130	345.018	15	345.033
22	21206950	293.644	48	293.692	54	35075080	475.630	99	475.729
23	21206960	429.123	2	429.125	55	35085060	511.026	34	511.060
24	21206990	324.075	235	324.310	56	35085070	537.907	0	537.907
25	21235030	504.293	121	504.414	57	35095120	601.550	113	601.663
26	21255160	588.014	16	588.030	58	35095130	101.520	365	101.885
27	23035030	458.536	510	459.046	59	35215020	254.054	597	254.651
28	23065180	468.701	620	469.321	60	36015020	248.988	295	249.283
29	23085260	337.496	3	337.499	61	46015030	367.428	258	367.686
30	23125160	290.218	70	290.288	62	52025080	334.356	0	334.356
31	24015110	528.276	2868	531.144	63	52025090	423.903	106	424.009
32	24035360	514.619	201	514.820					

3.2.6. Nivel 9: inspección visual**Tabla 3-14.:** Velocidad de viento - Nivel 9: inspección visual

	EMA	Iniciales	Nuevos	Ya NO Más	Invalidos	EMA	Iniciales	Nuevos	Ya NO Más	Invalidos	
1	11159010	54	147	31	170	33	24035370	373	0	0	373
2	13035501	3	0	0	3	34	24035380	151	0	0	151
3	13055040	43	0	0	43	35	24035410	4.689	0	0	4.689
4	15015120	8	0	0	8	36	24035430	379	0	0	379
5	15065040	3.503	0	0	3.503	37	25025030	1.620	0	0	1.620
6	15075150	157	0	0	157	38	26015010	595	0	0	595
7	15075501	57	0	0	57	39	26155220	40	0	0	40
8	15085050	316	0	0	316	40	26155230	61	0	0	61
9	16015120	16	0	0	16	41	26155240	492	0	0	492
10	21015040	112	0	0	112	42	27015280	118	0	0	118
11	21055070	11	0	0	11	43	27015290	45	0	0	45
12	21115170	506	0	0	506	44	27015310	480	0	0	480
13	21115180	342	0	0	342	45	27015320	157	0	0	157
14	21185090	44	0	0	44	46	28025130	874	0	0	874
15	21195170	892	0	0	892	47	28035060	14	0	0	14
16	21195190	249	0	0	249	48	28035070	4	0	0	4
17	21205012	6	0	0	6	49	29035000	164	0	0	164
18	21205791	37	0	0	37	50	29045000	54	0	0	54
19	21206600	7.431	0	0	7.431	51	29065130	5	0	0	5
20	21206790	89	0	0	89	52	35035100	48	0	0	48
21	21206920	20	0	0	20	53	35035130	41	0	0	41
22	21206950	50	0	0	50	54	35075080	137	0	0	137
23	21206960	249	0	0	249	55	35085060	35	0	0	35
24	21206990	341	0	0	341	56	35085070	29	0	0	29
25	21235030	145	0	0	145	57	35095120	142	0	0	142
26	21255160	314	0	0	314	58	35095130	907	0	0	907
27	23035030	517	0	0	517	59	35215020	600	0	0	600
28	23065180	902	0	0	902	60	36015020	326	0	0	326
29	23085260	6	0	0	6	61	46015030	265	0	0	265
30	23125160	81	0	0	81	62	52025080	11	0	0	11
31	24015110	5.452	0	0	5.452	63	52025090	115	0	0	115
32	24035360	233	0	0	233						

3.3. Dirección de Viento (DV)

3.3.1. Nivel 1: análisis de la estructura

Tabla 3-15.: Dirección de viento - Nivel 1: estructura

	EMA	Válidos	No válidos	Total		EMA	Válidos	No válidos	Total
1	11159010	275.512	88.075	363.587	32	24035360	519.031	44.117	563.148
2	13035501	153.513	20.674	174.187	33	24035370	455.889	52.172	508.061
3	13055040	308.364	213.410	521.774	34	24035380	396.305	140.523	536.828
4	15015120	405.796	43.617	449.413	35	24035410	425.541	50.873	476.414
5	15065040	300.071	785	300.856	36	24035430	349.564	26.946	376.510
6	15075150	410.046	16.415	426.461	37	25025030	174.210	35.683	209.893
7	15075501	175.776	27.508	203.284	38	26015010	526.409	37.771	564.180
8	15085050	279.173	166.810	445.983	39	26155220	46.3044	90.165	553.209
9	16015120	252.969	20.192	273.161	40	26155230	562.332	50.293	612.625
10	21015040	310.443	192.242	502.685	41	26155240	454.672	13.798	468.470
11	21055070	306.167	180.034	486.201	42	27015280	510.571	81.400	591.971
12	21115170	457.547	136.972	594.519	43	27015290	463.148	86.457	549.605
13	21115180	325.057	107.561	432.618	44	27015310	402.592	128.612	531.204
14	21185090	427348	60.831	488.179	45	27015320	473.899	130.388	604.287
15	21195170	569.963	24.536	594.499	46	28025130	369.813	17.706	387.519
16	21195190	326.123	118.800	444.923	47	28035060	380.511	5.507	386.018
17	21205012	295.450	35.742	331.192	48	28035070	50.846	101.933	152.779
18	21205791	204.202	21.049	225.251	49	29035000	236.747	58.447	295.194
19	21206600	227.289	4.072	231.361	50	29045000	166.282	17.313	183.595
20	21206790	593.210	28.188	621.398	51	29065130	435.123	19.858	454.981
21	21206920	317.667	88.134	405.801	52	35035130	344.964	27.700	372.664
22	21206950	520.923	83.256	604.179	53	35075080	482.250	55.961	538.211
23	21206960	434.638	18.088	452.726	54	35085060	518.240	40.694	558.934
24	21206990	325.131	61.930	387.061	55	35085070	541.541	47.728	589.269
25	21235030	499.678	52.549	552.227	56	35095120	604.509	5.6294	660.803
26	21255160	588.112	49.219	637.331	57	35095130	120.397	0	120.397
27	23035030	471.770	57.047	528.817	58	35215020	252.820	41.506	294.326
28	23065180	4767.12	123.989	600.701	59	36015020	258.135	151.513	409.648
29	23085260	345.363	40.116	385.479	60	46015030	372.153	16.535	388.688
30	23125160	375.236	155.103	530.339	61	52025080	333.739	130.649	464.388
31	24015110	532.623	97.076	629.699	62	52025090	425.735	83.352	509.087

3.3.2. Nivel 3: límite rígido

Tabla 3-16.: Dirección de viento - Nivel 3: límite rígido

	EMA	Válidos	Sospechosos	Total		EMA	Válidos	Sospechosos	Total
1	11159010	268.083	7.429	275.512	32	24035360	518.867	164	519.031
2	13035501	153.494	19	153.513	33	24035370	432.174	23.715	455.889
3	13055040	296.160	12.204	308.364	34	24035380	396.160	145	396.305
4	15015120	402.594	3.202	405.796	35	24035410	425.257	284	425.541
5	15065040	299.165	906	300.071	36	24035430	349.424	140	349.564
6	15075150	409.501	545	410.046	37	25025030	174.208	2	174.210
7	15075501	175.710	66	175.776	38	26015010	525.348	1.061	526.409
8	15085050	250.381	28.792	279.173	39	26155220	458.910	4.134	463.044
9	16015120	252.959	10	252.969	40	26155230	555.749	6.583	562.332
10	21015040	309.939	504	310.443	41	26155240	454.656	16	454.672
11	21055070	30.4281	1.886	306.167	42	27015280	509.964	607	510.571
12	21115170	454.150	3.397	457.547	43	27015290	462.658	490	463.148
13	21115180	325.045	12	325.057	44	27015310	402.577	15	402.592
14	21185090	421.783	5.565	427.348	45	27015320	469.060	4.839	473.899
15	21195170	567.149	2.814	569.963	46	28025130	369.014	799	369.813
16	21195190	326.108	15	326.123	47	28035060	367.550	12.961	380.511
17	21205012	286.063	9.387	295.450	48	28035070	50.826	20	50.846
18	21205791	204.202	0	204.202	49	29035000	236.143	604	236.747
19	21206600	227.194	95	227.289	50	29045000	166.011	271	166.282
20	21206790	593.092	118	593.210	51	29065130	424.873	10.250	435.123
21	21206920	317.654	13	317.667	52	35035130	344.962	2	344.964
22	21206950	519.176	1.747	520.923	53	35075080	478.426	3.824	482.250
23	21206960	434.622	16	434.638	54	35085060	513.528	4.712	518.240
24	21206990	324.940	191	325.131	55	35085070	541.163	378	541.541
25	21235030	493.274	6.404	499.678	56	35095120	602.661	1.848	604.509
26	21255160	585.151	2.961	588.112	57	35095130	116.663	3.734	120.397
27	23035030	460.800	10.970	471.770	58	35215020	247.168	5.652	252.820
28	23065180	476.381	331	476.712	59	36015020	258.096	39	258.135
29	23085260	345.328	35	345.363	60	46015030	362.208	9.945	372.153
30	23125160	375.184	52	375.236	61	52025080	333.736	3	333.739
31	24015110	524.635	7.988	532.623	62	52025090	425.683	52	425.735

3.3.3. Nivel 5: coherencia temporal

Tabla 3-17.: Dirección de viento - Nivel 5: coherencia temporal

	EMA	Válidos	Sospechosos	Total		EMA	Válidos	Sospechosos	Total
1	11159010	268.083	0	268.083	32	24035360	518.867	0	518.867
2	13035501	153.494	0	153.494	33	24035370	432.174	0	432.174
3	13055040	296.160	0	296.160	34	24035380	396.160	0	396.160
4	15015120	402.594	0	402.594	35	24035410	425.257	0	425.257
5	15065040	299.165	0	299.165	36	24035430	349.424	0	349.424
6	15075150	409.501	0	409.501	37	25025030	174.208	0	174.208
7	15075501	175.710	0	175.710	38	26015010	525.348	0	525.348
8	15085050	250.381	0	250.381	39	26155220	458.910	0	458.910
9	16015120	252.959	0	252.959	40	26155230	555.749	0	555.749
10	21015040	309.939	0	309.939	41	26155240	454.656	0	454.656
11	21055070	304.281	0	304.281	42	27015280	509.964	0	509.964
12	21115170	454.150	0	454.150	43	27015290	462.658	0	462.658
13	21115180	325.045	0	325.045	44	27015310	402.577	0	402.577
14	21185090	421.783	0	421.783	45	27015320	469.060	0	469.060
15	21195170	567.149	0	567.149	46	28025130	369.014	0	369.014
16	21195190	326.108	0	326.108	47	28035060	367.550	0	367.550
17	21205012	286.063	0	286.063	48	28035070	50.826	0	50.826
18	21205791	204.202	0	204.202	49	29035000	236.143	0	236.143
19	21206600	227.194	0	227.194	50	29045000	166.011	0	166.011
20	21206790	593.092	0	593.092	51	29065130	424.873	0	424.873
21	21206920	317.654	0	317.654	52	35035130	344.962	0	344.962
22	21206950	519.176	0	519.176	53	35075080	478.426	0	478.426
23	21206960	434.622	0	434.622	54	35085060	513.528	0	513.528
24	21206990	324.940	0	324.940	55	35085070	541.163	0	541.163
25	21235030	493.274	0	493.274	56	35095120	602.661	0	602.661
26	21255160	585.151	0	585.151	57	35095130	116.663	0	116.663
27	23035030	460.800	0	460.800	58	35215020	247.168	0	247.168
28	23065180	476.381	0	476.381	59	36015020	258.096	0	258.096
29	23085260	345.328	0	345.328	60	46015030	362.208	0	362.208
30	23125160	375.184	0	375.184	61	52025080	333.736	0	333.736
31	24015110	524.635	0	524.635	62	52025090	425.683	0	425.683

3.3.4. Nivel 6: coherencia interna

Tabla 3-18.: Dirección de viento - Nivel 6: coherencia interna

	EMA	Válidos	Sospechosos	Total		EMA	Válidos	Sospechosos	Total
1	11159010	268.082	1	268.083	32	24035360	518.666	201	518.867
2	13035501	153.494	0	153.494	33	24035370	432.173	1	432.174
3	13055040	296.128	32	296.160	34	24035380	396.138	22	396.160
4	15015120	402.591	3	402.594	35	24035410	420.595	4.662	425.257
5	15065040	295.672	3.493	299.165	36	24035430	349.104	320	349.424
6	15075150	409.469	32	409.501	37	25025030	172.595	1613	174.208
7	15075501	175.655	55	175.710	38	26015010	524.780	568	525.348
8	15085050	250.093	288	250.381	39	26155220	458.873	37	458.910
9	16015120	252.954	5	252.959	40	26155230	555.702	47	555.749
10	21015040	309.833	106	309.939	41	26155240	454.498	158	454.656
11	21055070	304.276	5	304.281	42	27015280	509.862	102	509.964
12	21115170	453.689	461	454.150	43	27015290	462.633	25	462.658
13	21115180	324.710	335	325.045	44	27015310	402.117	460	402.577
14	21185090	421.747	36	421.783	45	27015320	468.910	150	469.060
15	21195170	566.268	881	567.149	46	28025130	368.887	127	369.014
16	21195190	326.069	39	326.108	47	28035060	367.541	9	367.550
17	21205012	286.063	0	286.063	48	28035070	50.826	0	50.826
18	21205791	204.166	36	204.202	49	29035000	236.115	28	236.143
19	21206600	220.117	7.077	227.194	50	29045000	165.962	49	166.011
20	21206790	593.007	85	593.092	51	29065130	424.869	4	424.873
21	21206920	317.654	0	317.654	52	35035130	344.947	15	344.962
22	21206950	519.128	48	519.176	53	35075080	478.327	99	478.426
23	21206960	434.620	2	434.622	54	35085060	513.494	34	513.528
24	21206990	324.705	235	324.940	55	35085070	541.163	0	541.163
25	21235030	493.153	121	493.274	56	35095120	602.548	113	602.661
26	21255160	585.135	16	585.151	57	35095130	116.298	365	116.663
27	23035030	460.290	510	460.800	58	35215020	246.571	597	247.168
28	23065180	475.761	620	476.381	59	36015020	257.801	295	258.096
29	23085260	345.325	3	345.328	60	46015030	361.950	258	362.208
30	23125160	375.114	70	375.184	61	52025080	333.736	0	333.736
31	24015110	521.767	2.868	524.635	62	52025090	425.577	106	425.683

3.3.5. Nivel 9: inspección visual

Tabla 3-19.: Dirección de viento - Nivel 9: inspección visual

	EMA	Iniciales	Nuevos	Invalidos		EMA	Iniciales	Nuevos	Invalidos
1	11159010	1	177267	177267	32	24035360	201	0	201
2	13035501	0	0	0	33	24035370	1	0	1
3	13055040	32	0	32	34	24035380	22	0	22
4	15015120	3	0	3	35	24035410	4.662	0	4.662
5	15065040	3.493	0	3.493	36	24035430	320	0	320
6	15075150	32	0	32	37	25025030	1613	0	1613
7	15075501	55	0	55	38	26015010	568	0	568
8	15085050	288	0	288	39	26155220	37	0	37
9	16015120	5	0	5	40	26155230	47	0	47
10	21015040	106	0	106	41	26155240	158	0	158
11	21055070	5	0	5	42	27015280	102	0	102
12	21115170	461	0	461	43	27015290	25	0	25
13	21115180	335	0	335	44	27015310	460	0	460
14	21185090	36	0	36	45	27015320	150	0	150
15	21195170	881	0	881	46	28025130	127	0	127
16	21195190	39	0	39	47	28035060	9	0	9
17	21205012	0	0	0	48	28035070	0	0	0
18	21205791	36	0	36	49	29035000	28	0	28
19	21206600	7.077	0	7.077	50	29045000	49	0	49
20	21206790	85	0	85	51	29065130	4	0	4
21	21206920	0	0	0	52	35035130	15	0	15
22	21206950	48	0	48	53	35075080	99	0	99
23	21206960	2	0	2	54	35085060	34	0	34
24	21206990	235	0	235	55	35085070	0	0	0
25	21235030	121	0	121	56	35095120	113	0	113
26	21255160	16	0	16	57	35095130	365	0	365
27	23035030	510	0	510	58	35215020	597	0	597
28	23065180	620	0	620	59	36015020	295	0	295
29	23085260	3	0	3	60	46015030	258	0	258
30	23125160	70	0	70	61	52025080	0	0	0
31	24015110	2.868	0	2.868	62	52025090	106	0	106

A. Anexo - Lista de EMA para validar los registros de radiación solar, velocidad de viento y dirección de viento

Tabla A-1.: EMA seleccionadas para realizar el proceso de validación de radiación solar

Número	Código	Estación	Latitud	Longitud	Altitud [m]	Municipio Departamento	Fecha inicio 1er FC	Fecha inicio 2do FC
1	48015010	Aeropuerto Cobo	Vásquez -4,18	-69,93	84	Leticia Amazonas	ago - 14 0,99959	--
2	23105070	Maceo	6,57	-74,79	1112	Maceo Antioquia	abr - 06 0,8426	--
3	27015310	Metromedellin	6,33	-75,55	1456	Medellin Antioquia	jul - 05 0,9946	ago - 14 1,0820
4	23085260	La Selva	6,12	-75,40	2090	Rio Negro Antioquia	may - 05 0,8869	--
5	26185050	Santa Bárbara	5,85	-75,56	1677	Santa Bárbara Antioquia	abr - 06 0,9370	--
6	27015320	Aragón	6,78	-75,56	530	Santa Rosa Antioquia	ene - 05 0,9070	--
7	26225060	Hacienda Cotové	6,53	-75,82	2600	Santafé de Antioquia Antioquia	may - 05 0,8781	--
8	26255030	Santa Isabel	7,16	-75,44	567	Valdivia Antioquia	may - 05 0,8425	--
9	23105060	Vegachí	6,77	-74,80	554	Vegachí Antioquia	may-05 0,9679	--
10	29045180	Las Flores (ENAVAL)	11,04	-74,82	2	Barranquilla Atlántico	nov-09 0,9405	--
11	29035200	Repelón	10,50	-75,12	10	Repelón Atlántico	abr - 09 0,8937	--
12	29045190	Apto, Ernesto	10,88	-74,77	31	Soledad Atlántico	mar - 14 1,0012	--
13	29015040	Carmen de Bolívar	9,63	-75,10	190	Carmen de B, Bolívar	feb - 12 0,7140	--
14	35095120	Aquitania	5,53	-72,88	3058	Aquitania Boyacá	abr - 05 0,8969	--
15	35075070	Chinavita	5,15	-73,33	2012	Chinavita Boyacá	mar - 05 0,8814	--
16	35085080	La Capilla	5,08	-73,43	1917	La capilla Boyacá	mar - 05 0,8223	--
17	24035430	Tunguavita	5,75	-73,12	2470	Paipa Boyacá	abr - 05 0,8011	--
18	23125160	San Pablo de Borbur	5,67	-74,08	742	San Pablo de Borbur Boyacá	jun - 08 0,8182	--

Continúa en la siguiente página

Tabla A-1 – Continuación

Número	Código	Estación	Latitud	Longitud	Altitud [m]	Municipio Departamento	Fecha inicio 1er FC	Fecha inicio 2do FC
19	35085070	Santa Maria	4,84	-73,25	1300	Santa Maria Boyacá	abr - 05 0,9058	--
20	24035360	Socha	5,99	-72,71	2492	Socha Boyacá	abr - 05 0,8887	--
21	24035410	Sogamoso	5,75	-72,91	2495	Sogamoso Boyacá	sep - 12 80,8549	--
22	35085060	Zetaquira	5,30	-73,17	1434	Zetaquira Boyacá	abr - 05 0,9071	--
23	26155230	E,M,A,S,	5,09	-75,51	2207	Manizales Caldas	may - 05 0,8616	--
24	26155220	Villamaría	5,05	-75,51	1898	Villamaría Caldas	may - 05 0,9092	--
25	44035040	Florencia - desliza- miento	1,72	-75,63	626	Florencia Caquetá	feb - 06 1,0028	ago - 17 1,0100
26	44035050	Macagual - Florencia	1,50	-75,66	257	Florencia Caqueta	jul - 05 1,0371	--
27	46015030	San Vicente del Ca- guan	2,16	-74,75	275	San Vicente del Caguan Caqueta	jul - 09 0,7389	oct - 16 0,9400
28	36015020	El Diamante	5,82	-71,42	160	Paz de Ariporo Casanare	oct - 05 0,9054	--
29	35215020	Apto, Yopal (El Alca- raván)	5,32	-72,38	330	Yopal Casanare	nov - 09 0,8906	--
30	53075020	El Diviso	2,31	-77,26	1750	Argelia Cauca	oct - 05 0,8940	--
31	53045040	Apto, Guapi	2,58	-77,90	17	Guapi Cauca	oct - 05 1,0309	--
32	21055070	Inza	2,55	-76,06	1896	Inza Cauca	dic - 05 0,8965	--
33	52025090	La Sierra	2,19	-76,75	1930	La Sierra Cauca	oct - 05 0,8560	--
34	52025080	Estrecho Patía	2,07	-77,05	646	Patía Cauca	oct - 05 0,9494	--
35	23195240	Aguachica	8,28	-73,68	120	Aguachica Cesar	sep - 05 0,8090	--
36	28035060	Fedearroz	10,46	-73,25	184	Valledupar Cesar	sep - 05 0,9384	--
37	11159010	Capurgana	8,51	-77,32	20	Acandi	abr - 07	--

Continúa en la siguiente página

Tabla A-1 – Continuación

Número	Código	Estación	Latitud	Longitud	Altitud [m]	Municipio Departamento	Fecha inicio 1er FC	Fecha inicio 2do FC
38	21206960	IDEAM Bogotá Centro	4, 61	-74, 07	2644	Chocò Bogotá Cundinamarca	0, 8366 <i>dic</i> – 13 1, 0023	--
39	21205012	Universidad Nacional	4, 64	-74, 09	2556	Bogotá Cundinamarca	<i>jun</i> – 12 0, 9890	<i>oct</i> – 16 1, 0006
40	21206600	Nueva Generación	4, 78	-74, 09	2570	Cota Cundinamarca	<i>feb</i> – 15 1, 0000	--
41	21235030	Universidad de Cundi- namarca	4, 31	-74, 81	314	Girardot Cundinamarca	<i>abr</i> – 05 1, 0329	--
42	21206980	Santa Cruz de Siecha	4, 78	-73, 87	3174	Guasca Cundinamarca	<i>abr</i> – 05 0, 8433	--
43	21206990	Tibaitatá	4, 69	-74, 21	2593	Mosquera Cundinamarca	<i>feb</i> – 05 0, 7963	<i>nov</i> – 16 1, 0001
44	21206790	Hacienda Santa Ana	5, 10	-73, 87	2581	Nemocón Cundinamarca	<i>mar</i> – 05 0, 8784	<i>oct</i> – 16 1, 0370
45	21195190	Pasca	4, 33	-74, 30	2250	Pasca Cundinamarca	<i>jul</i> – 08 0, 8339	--
46	23065190	Quebrada Negra	5, 14	-74, 48	1105	Quebrada Negra Cundinamarca	<i>abr</i> – 05 0, 8720	--
47	23125170	San Cayetano	5, 33	-74, 02	1105	San Cayetano Cundinamarca	<i>feb</i> – 05 0, 9260	--
48	21206920	Villa Teresa	4, 21	-74, 09	2807	Sumapaz Cundinamarca	<i>may</i> – 07 0, 8180	--
49	24015110	La Boyera	5, 31	-73, 85	2610	Villa de San Diego de Ubaté Cundinamarca	<i>ago</i> – 05 0, 8969	<i>oct</i> – 16 1, 0170
50	23065180	Villeta	5, 02	-74, 47	880	Villeta Cundinamarca	<i>may</i> – 05 0, 9182	--
51	21115180	Hacienda Manila	3, 13	-75, 08	566, 8	Baraya Huila	<i>jul</i> – 05 0, 8355	--
52	21015070	Los Guacharos	1, 68	-76, 11	1970	La Palestina Huila	<i>jun</i> – 06 0, 9566	--
53	21115170	La Plata	2, 33	-75, 83	2114	La Plata Huila	<i>jul</i> – 05 0, 8485	--
54	21015060	Marengo	1, 85	-76, 09	1313	Pitalito Huila	<i>oct</i> – 08 0, 6706	--
55	21015040	La Primavera	2, 02	-76, 11	1925	Salado Blanco HUila	<i>jul</i> – 05 0, 8485	--

Continúa en la siguiente página

Tabla A-1 – Continuación

Número	Código	Estación	Latitud	Longitud	Altitud [m]	Municipio Departamento	Fecha inicio 1er FC	Fecha inicio 2do FC
56	15075150	Granja Paici	11,59	-72,32	15	Uribia Guajira	abr - 05 0,8927	--
57	29065130	La Gran Via	10,85	-74,13	30	Aracataca Magdalena	oct - 08 0,8320	--
58	29065120	Batallón No, 6	10,45	-73,92	1384	Fundación Magdalena	mar - 06 1,0650	--
59	15015120	Univ, Tecnológica de Magdalena	11,22	-74,19	7	Santa Marta Magdalena	sep - 07 0,8739	--
60	35185010	La Palomera	4,26	-72,56	196	Puerto Lopez Meta	sep - 05 0,9239	may - 17 0,9731
61	35035110	Salinas de Upin	4,27	-73,58	330	Restrepo Meta	jul - 08 1,0930	oct - 16 1,1190
62	35035100	ICA Villavicencio	4,14	-73,63	444	Villavicencio Meta	mar - 07 0,7296	--
63	35025110	La Libertad	4,05	-73,46	342	Villavicencio Meta	may - 11 0,7140	ago - 17 0,8170
64	52055170	La Josefina	0,93	-77,48	2449	Contadero Nariño	dic - 05 0,8551	nov - 16 0,9200
65	52055210	Botana	1,16	-77,28	2820	Pasto Nariño	may - 05 0,9250	--
66	52055150	Cerro Paramo-Puerres	0,84	-77,39	3577	Puerres Nariño	dic - 05 0,9036	--
67	52035040	Viento Libre	1,62	-77,34	1005	Taminango Nariño	nov - 05 0,9769	--
68	52055220	El Paraiso	1,07	-77,64	3030	Tuquerres Nariño	ene - 06 0,9209	--
69	16015110	Univ, F/co de Paula Santander	7,90	-72,49	311	Cucuta Nte. de Santander	ene - 06 0,7251	--
70	16055130	Alcaldía de Herrán	7,50	-72,49	2040	Herrán Nte, de Santander	nov - 06 1,0128	--
71	16015120	Unipamplona	7,38	-72,65	2362	Pamplona Nte, de Santander	oct - 09 1,0025	--
72	44015060	Acueducto Mocoa	1,15	-76,65	660	Mocoa Putumayo	ene - 11 1,0290	--
73	44015070	El Pepino	1,07	-76,67	738	Mocoa Putumayo	ago - 05 0,9721	--
74	26125290	Armenia	4,53	-75,69	1458	Armenia	feb - 06	--

Continúa en la siguiente página

Tabla A-1 – Continuación

Número	Código	Estación	Latitud	Longitud	Altitud [m]	Municipio Departamento	Fecha inicio 1er FC	Fecha inicio 2do FC
						Quindío	0,9206	
75	26125300	Calarcá	4,53	-75,60	2248	Calarcá	may – 05	--
						Quindío	1,0620	
76	26145090	Parque Santa Emilia	5,21	-75,90	2004	Belen de Umbria	oct – 05	--
						Risaralda	0,7634	
77	26135290	Marsella	4,93	-75,74	1649	Marsella	may – 05	--
						Risaralda	0,9247	
78	26135300	Parque Nacional Natural Quimbaya	4,73	-75,58	1881	Pereira	may – 05	--
						Risaralda	0,8312	
79	17015020	Apto, Sesquicentenario	12,58	-81,70	1	San Andrés	jul – 14	--
						San Andres y P.	1,0056	
80	24055070	Vizcaina-La Lizama	6,98	-73,71	129	Barrancabermeja	oct – 10	--
						Santander	0,7185	
81	24025090	Mogotes	6,48	-72,97	1674	Mogotes	abr – 05	--
						Santander	0,9181	
82	24055070	San Vicente de Chucurí	6,82	-73,47	1136	San Vicente de Chucurí	may – 05	--
						Santander	0,9707	
83	25025280	El Tesoro - IDEAM	9,33	-75,42	168	Sampuez	nov – 12	--
						Sucre	0,9968	
84	25025340	San Marcos	8,60	-75,14	27	San Marcos	oct – 05	--
						Sucre	0,9258	
85	25025270	Unisucre (Puerta Roja)	9,20	-75,39	221	Sincelejo	may – 05	--
						Sucre	0,9502	
86	21255160	Hacienda Pajonales	4,77	-74,78	255	Ambalema	abr – 05	--
						Tolima	0,9267	
87	21215190	Cajamarca	4,44	-75,50	2507	Cajamarca	dic – 06	--
						Tolima	0,8802	
88	21185090	Nataima	4,19	-74,96	416	Espinal	mar – 07	--
						Tolima	0,8800	
89	21215180	Batallón Rooke	4,43	-75,32	1200	Ibagué	dic – 06	--
						olima	0,8355	
90	21215160	Cerros Noroccidentales	4,47	-75,22	1947	Ibagué	nov – 05	--
						Tolima	0,8962	
91	21255170	Murillo	4,87	-75,17	3039	Murillo	nov – 05	--
						Tolima	0,9281	
92	26115090	Las Brisas	4,78	-76,14	1982	Ansermanuevo	jun – 05	--
						Valle del Cauca	0,7550	

Continúa en la siguiente página

Tabla A-1 – *Continuación*

Número	Código	Estación	Latitud	Longitud	Altitud [m]	Municipio Departamento	Fecha inicio 1er FC	Fecha inicio 2do FC
93	26085160	Siloe	3,43	-76,56	1234	Cali Valle del Cauca	<i>jul</i> – 07 0,9278	--
94	26055120	Univalle	3,38	-76,53	992	Cali Valle del Cauca	<i>nov</i> – 06 0,9174	--
95	26105250	Zaragoza	4,70	-75,93	935	Cartago Valle del Cauca	<i>jun</i> – 05 0,8993	--
96	26095230	El Vinculo	3,83	-76,29	949	Guadalajara de Buga Valle del Cauca	<i>jun</i> – 05 0,9998	--

Tabla A-2.: EMA seleccionadas para realizar el proceso de validación de velocidad de viento

Número	Código	Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Municipio	Departamento
1	27015290	Pajarito	6,29	-75,61	1.952	Medellín	Antioquia
2	27015280	Paramo Belimira	6,63	-75,64	3.221	Belmira	Antioquia
3	27015320	Aragón	6,53	-75,83	2.600	Santa Rosa de Osos	Antioquia
4	23085260	La Selva	6,13	-75,41	2.125	Rionegro	Antioquia
5	27015310	Metromedellin	6,33	-75,55	1.440	Medellín	Antioquia
6	35095130	Laguna de la Plaza	6,36	-72,28	4.378	Saravena	Arauca
7	29045000	Sabanalarga	10,64	-74,92	100	Sabanalarga	Atlántico
8	29035000	Sincerín	10,14	-75,28	10	Arjona	Bolívar
9	35095120	Aquitania	5,56	-72,88	3.021	Aquitania	Boyacá
10	24035380	Nevado El Cocuy	6,51	-72,31	4.676	Guican	Boyacá
11	24035360	Socha	5,99	-73,00	2.503	Socha	Boyacá
12	24035410	Sogamoso	5,75	-72,91	2.495	Sogamoso	Boyacá
13	24035370	El Espino	6,51	-72,45	3.510	El Espino	Boyacá
14	35075080	Paramo Rabanal	5,39	-73,56	3.398	Ventaquemada	Boyacá
15	35085070	Santa Maria	4,84	-73,26	1.300	Santa María	Boyacá
16	23125160	San Pablo de Borbur	5,65	-74,07	742	San Pablo de Borbur	Boyacá
17	24035430	Tunguavita	5,75	-73,12	2.470	Paipa	Boyacá
18	35085060	Zetaquirá	5,29	-73,17	1.436	Zetaquirá	Boyacá
19	26155230	E.M.A.S.	5,09	-75,51	2.211	Manizales	Caldas
20	26155240	PNN - Los Nevados	4,86	-75,38	3.641	Villamaría	Caldas
21	26155220	Villamaría	5,05	-75,51	1.906	Villamaría	Caldas
22	46015030	San Vicente del Caguán	2,06	-74,76	300	San Vicente del Caguán	Caqueta
23	35215020	Aeropuerto Yopal	5,32	-72,39	325	Yopal	Casanare
24	36015020	El Diamante	5,82	-71,42	160	Paz de Ariporo	Casanare
25	26015010	El Tablazo Planta	2,47	-76,58	1.837	Popayan	Cauca
26	52025080	Estrecho - Patia	1,96	-77,12	720	Patia (El Bordo)	Cauca
27	21055070	Inza	2,55	-76,06	1.800	Inza	Cauca
28	52025090	La Sierra	2,19	-76,75	1.870	La Sierra	Cauca
29	28025130	La Loma Carbones del Cesar	9,64	-73,52	60	El Paso	Cesar
30	28035060	Fedearroz Valledupar	10,46	-73,25	184	Valledupar	Cesar
31	28035070	Guatapuri	10,73	-73,39	1.315	Guatapuri	Cesar
32	11159010	Capurgana	8,62	-77,33	19	Acandí	Chocó
33	13035501	Apto. Los Garzones	8,83	-75,83	20	Monteria	Córdoba
34	25025030	Ayapel- La Mojana	8,30	-75,16	20	Ayapel	Córdoba
35	13055040	Incoder	8,75	-75,91	37	Monteria	Córdoba
36	21205791	Apto. Eldorado	4,71	-74,15	2.547	Bogotá	Cundinamarca
37	21206960	IDEAM Bogotá Edificio Central	4,60	-74,07	2.646	Bogotá	Cundinamarca
38	21235030	Universidad de Cundinamarca	4,31	-74,81	309	Girardot	Cundinamarca
39	21206920	Villa Teresa / Sumapaz	4,35	-74,15	3.624	Sumapaz	Cundinamarca

Continúa en la siguiente página

Tabla A-2 – Continuación

Número	Código	Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Municipio	Departamento
40	21195170	Paquilo	3,99	-74,40	2.957	Cabrera	Cundinamarca
41	35035130	Paramo de Chingaza	4,71	-73,80	3.863	La Calera	Cundinamarca
42	24015110	La Boyera	5,30	-73,85	2.610	Ubate	Cundinamarca
43	21206990	Tibaitatá	4,69	-74,21	2.543	Mosquera	Cundinamarca
44	23065180	Villeta	5,02	-74,47	878	Villeta	Cundinamarca
45	21206950	Paramo Guacheneche	5,24	-73,53	2.300	Villapinzón	Cundinamarca
46	21206790	Hacienda Santa Ana	5,09	-73,88	2.572	Nemocón	Cundinamarca
47	23035030	Base Palanquero	5,49	-74,66	170	Puerto Salgar	Cundinamarca
48	21206600	Nueva Generación	4,78	-74,09	2.590	Bogotá	Cundinamarca
49	21195190	Pasca	4,31	-74,31	2.256	Pasca	Cundinamarca
50	21205012	Universidad Nacional	4,64	-74,09	2.556	Bogotá	Cundinamarca
51	21015040	La Primavera	2,02	-76,11	1.919	Salado Blanco	Huila
52	21115180	Hacienda Manila	3,13	-75,08	600	Baraya	Huila
53	21115170	La Plata	2,76	-75,07	2.101	Neiva	Huila
54	15065080	Apto. Almirante Padilla	11,53	-72,92	4	Riohacha	La Guajira
55	15075501	Apto. Puerto Bolívar	12,22	-71,98	10	Uribia	La Guajira
56	15065040	La Paulina	10,90	-72,83	170	Fonseca	La Guajira
57	15085050	Toromana	12,08	-71,21	144	Uribia	La Guajira
58	15075150	Paici Granja	11,59	-72,33	45	Uribia	La Guajira
59	15015120	Universidad Tecnológica de Magdalena	11,22	-74,19	7	Santa Marta	Magdalena
60	29065130	La Gran Via	10,85	-74,13	30	Aracataca	Magdalena
61	35035100	ICA Villavicencio	4,14	-73,63	444	Villavicencio	Meta
62	35035110	Salinas de Upin	4,27	-73,59	690	Restrepo	Meta
63	35025110	La Libertad	4,06	-73,47	336	Villavicencio	Meta
64	52055210	Botana	1,16	-77,28	2.820	Pasto	Nariño
65	52055150	Cerro-Paramo -Puerres	0,84	-77,39	3.585	Puerres	Nariño
66	52055160	Volcán Chiles	0,85	-77,92	4.042	Cumbal	Nariño
67	52055220	El Paraiso	1,07	-77,64	3.120	Tuquerres	Nariño
68	52055170	La Josefina Tangua	0,93	-77,49	2.450	Contadero	Nariño
69	52045080	Uninariño	1,23	-77,28	2.626	San Juan de Pasto	Nariño
70	52035040	Viento Libre	1,62	-77,34	1.400	Taminango	Nariño
71	16015501	Apto. Camilo Daza	7,93	-72,51	313	Cúcuta	Norte de Santander
72	16015120	Unipamplona	7,36	-72,67	2.362	Pamplona	Norte de Santander
73	44015060	Acueducto Mocoa	1,16	-76,65	650	Mocoa	Putumayo
74	26145090	Sta Emilia	5,21	-75,90	1.748	Belen de Umbria	Risaralda
75	26135300	PNN - Quimbaya / Santuario de flora y fauna	4,76	-75,74	1.881	Pereira	Risaralda
76	23195502	Apto. Palonegro	7,12	-73,18	1.189	Lebrija	Santander
77	37015030	Berlin	7,19	-72,87	3.316	Tona	Santander
78	24055070	San Vicente de Chucuri	6,82	-73,47	1.073	San Vicente de Chucurí	Santander
79	25025380	San Benito Abad	9,16	-75,04	20	San Benito Abad	Sucre

Continúa en la siguiente página

Tabla A-2 – Continuación

Número	Código	Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Municipio	Departamento
80	13095010	Coveñas	9,38	-75,67	1	Tolú	Sucre
81	25025280	El Tesoro - IDEAM	9,36	-75,29	168	Morroa	Sucre
82	25025270	Puerta Roja - Unisucro	9,32	-75,39	160	Sincelejo	Sucre
83	21215180	Batallón Rooke	4,42	-75,25	1.323	Ibagué	Tolima
84	21255160	Hacienda Pajonales	4,76	-74,83	277	Ambalema	Tolima
85	21255170	Murillo	4,87	-75,17	3.023	Murillo	Tolima
86	21185090	Nataima	4,19	-74,96	393	Espinal	Tolima
87	21215150	Nevado El Tolima	4,67	-75,33	4.635	Ibagué	Tolima
88	22075050	Paramo Yerbabuena Las Hermosas	4,08	-75,70	3.394	Roncesvalles	Tolima
89	26135320	Nevado Santa Isabel- Glacial	4,80	-75,38	4.757	Santa Isabel	Tolima
90	26075150	Apto A. Bonilla Aragón	3,53	-76,38	961	Palmira	Valle del Cauca
91	26085170	Base Aerea Marco Fidel Suarez	3,45	-76,50	975	Cali	Valle del Cauca
92	26115090	Las Brisas	4,78	-76,14	1.971	Ansermanuevo	Valle del Cauca
93	26105250	Zaragoza	4,69	-75,93	943	Cartago	Valle del Cauca
94	26055100	Farallones	3,42	-76,65	227	Cali	Valle del Cauca
95	26055110	La Independencia	3,19	-76,57	997	Jamundi	Valle del Cauca
96	26105240	El Placer	3,88	-76,10	2.138	Buga	Valle del Cauca
97	26095320	El Vinculo	3,83	-76,29	949	Buga	Valle del Cauca
98	26075120	La Diana	3,31	-76,19	1.615	Florida	Valle del Cauca
99	26075120	La Diana	3,31	-76,19	1.615	Florida	Valle del Cauca
100	26055120	Univalle	3,38	-76,53	996	Cali	Valle del Cauca

B. Anexo: Radiación solar ideal diaria y horaria por estación

B.1. Estación 44015060-Acueducto Mocoa

B.2. Estación 48015010-Aeropuerto Vásquez Cobo

B.3. Estación 23195240-Aguachica

B.4. Estación 16015501-Alcaldía de Herrán

B.5. Estación 16015501-Aeropuerto Camilo Daza

B.6. Estación 29045190-Ernesto

B.7. Estación 53045040-Aeropuerto Guapi

B.8. Estación 15075501-Aeropuerto Puerto Bolívar

B.9. Estación 17015020-Aeropuerto Sesquicentenario

B.10. Estación 35215020-Aeropuerto Yopal

B.11. Estación 35095120-Aquitania

B.12. Estación 27015320-Aragón

B.13. Estación 26125290-Armenia

B.14. Estación 29065120-Batallón No. 6

B.15. Estación 21215180-Batallón Rooke

B.16. Estación 52055210-Botana

B.17. Estación 21215190-Cajamarca

B.18. Estación 26125300-Calarcá

B.19. Estación 29015040-Carmen de Bolívar

B.20. Estación 52055150-Cerro Paramo-Puerres

B.21. Estación 21215160-Cerro Noroccidentales

B.22. Estación 35075070-Chinavita

B.23. Estación 13095010-Coveñas

B.24. Estación 36015020-El Diamante

B.25. Estación 53075020-El Diviso

B.26. Estación 52055220-El Paraiso

B.27. Estación 44015070-El Pepino

B.28. Estación 25025280-El Tesoro

B.29. Estación 26095230-El Vinculo

B.30. Estación 26155230-E.M.A.S.

B.31. Estación 52025080-Estrecho Patia

B.32. Estación 28035060-Fedearroz

B.33. Estación 44035040-Florencia-Deslizamiento

Bibliografía

- [1] AENOR: *Redes de estaciones meteorológicas automáticas: directrices para la validación de registros meteorológicos procedentes de redes de estaciones automáticas. Validación en tiempo real.* sep 2004. – Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 176 Meteorología y Climatología cuya Secretaría desempeña AENOR.
- [2] DE ALDA; J. EGAÑA; S. GAZTELUMENDI, R. Hernández; M. Maruri; K. O.: Quality control procedures at Euskalmet data center. En: *Advances in Science and Research* 8 (2012), jun, p. 129–134
- [3] BADESCU, Viorel: *Modeling Solar Radiation at the Earth Surface.* first. Candida Oancea Institute, Polytechnic University of Bucharest, Spl. Independentei 313, Bucharest 060042, Romania. : Springer, 2008. – ISBN 978-3-540-77454-9 e-ISBN 978-3-540-77455-6
- [4] DEGAETANO, Arthur T.: Notes and correspondence - A quality-control routine for hourly wind observations. En: *Journal of atmospheric and oceanic technology* 14 (1996), jan, p. 308–317
- [5] ESTÉVEZ, J. ; GARCÍA-MARÍN, A.P ; MORÁBITO, J.A ; CAVAGNARO, M.: Quality assurance procedures for validating meteorological input variables of reference evapotranspiration in mendoza province (Argentina). En: *Agricultural Water Management* 172 (2016), p. 96 – 109. – ISSN 0378–3774
- [6] ESTÉVEZ, J. ; GAVILÁN, P. ; GIRÁLDEZ, J.V.: Guidelines on validation procedures for meteorological data from automatic weather stations. En: *Journal of Hydrology* 402 (2011), Nr. 1, p. 144 – 154. – ISSN 0022–1694
- [7] FIEBRICH;, Mark A. Shafer; Christopher A. ; ARNDT, Derek S.: Quality Assurance Procedures in the Oklahoma Mesonet. En: *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 17 (2000), apr, p. 474–494
- [8] GAVILÁN, Javier Estévez; P.: Procedimientos para la validación de datos de estaciones meteorológicas automáticas. Aplicación a la red de información agroclimática de Andalucía. En: *Documento en línea* (2008), dec, p. 12
- [9] KIPP & ZONEN: *Instruction Manual Pyranometer/ Albedometer CM11 e CM14*, 2000

-
- [10] SEN, Zekai: *Solar Energy Fundamentals and Modeling Techniques - Atmosphere, Environment, Climate Change and Renewable Energy*. first. Istanbul Technical University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Dept. Meteorology, Campus Ayazaga, 34469 Istanbul, Turkey. : Springer, 2008. – ISBN 978-1-84800-133-6 e-ISBN 978-1-84800-134-3
- [11] SERRANO, A. ; SANCHEZ, G. ; CANCELLO, M. L.: Correcting daytime thermal offset in unventilated pyranometers. En: *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 32 (2015), Nr. 11, p. 2088–2099. – ISSN 15200426
- [12] ZAHUMENSKÝ, Igor: *Guidelines on quality control procedures for data from automatic weather stations*. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization - Commission for Basic Systems - Open Programme Area Group on Integrated Observing Systems, jun 2004. – Expert team on requirements for data from automatic weather stations - Third session - Geneva, Switzerland, 28 June - 2 July 2004. CBS/OPAG-OIS/ET AWS-3/Doc. 4(1) (25.V.2004) - Item: 4
- [13] ZONEN, Kipp ` *Brochure - Piranómetros*