



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

CAMBIOS EN LOS VALORES EXTREMOS DE VARIABLES CLIMÁTICAS EN COLOMBIA ASOCIADOS A CAMBIO CLIMÁTICO.

Julián David Urán Zea

Tesis presentada como requisito para optar al título de:
Magister en Ingeniería de los Recursos hidráulicos

Director:
PhD. Carlos David Hoyos

línea de investigación:
2508.14 Ciencias de la Tierra y el espacio - Hidrología - Aguas superficiales.

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Escuela de Geociencias y Medio Ambiente
Medellín, Colombia
2015

Contenido

Resumen	IV
1. Introducción	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Antecedentes	4
1.3. Justificación	9
1.4. Objetivos	9
1.4.1. Objetivo general	9
1.4.2. Objetivos específicos	9
2. Datos y metodología	11
2.1. Datos	11
2.1.1. Datos medidos en tierra	11
2.1.2. Precipitación derivada de los datos satelitales del Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)	11
2.2. Metodología de Análisis de Tendencias de Largo Plazo	12
2.2.1. Detección de tendencias en valores extremos climáticos a partir de pruebas no paramétricas	12
3. Análisis del comportamiento de los valores extremos de precipitación a partir de datos medidos en tierra	16
3.1. Análisis de Tendencias de Largo Plazo de Precipitación a nivel mensual	16
3.2. Análisis de Tendencias de Largo Plazo de Precipitación a nivel subdiario: Estación Villa Hermosa	25
3.3. Cambios en la distribución de eventos secos Estación Villa Hermosa	32
3.4. Cambios en la Distribución Para Todas las Estaciones de Registro	34
4. Eventos Extremos de precipitación a partir de Información Satelital	42
4.1. Análisis de tendencia en los valores extremos de intensidad de precipitación para la región de Colombia	42
4.2. Análisis de los cambios en los valores extremos de intensidad de precipitación sobre dos puntos de referencia	45
5. Análisis del comportamiento de la temperatura medida en tierra	49
5.1. Comportamiento a largo plazo de la temperatura para estaciones en tierra	50

5.2. Escalamiento de la precipitación con respecto a la temperatura	61
5.2.1. Justificación teórica	61
5.2.2. Relación C-C para datos medidos en tierra	62
5.3. Análisis del escalamiento de la Relación C-C para datos Satelitales sobre la zona Colombiana	68
6. Conclusiones	79
A. Anexo: Tablas de significancia	81
B. Anexo: Mapas de tendencias significantes a diferentes escalas temporales	106
Bibliografía	113

Resumen

Se presenta un análisis detallado de lluvia en diferentes escalas temporales y espaciales sobre Colombia, también se lleva a cabo un análisis adicional del escalamiento entre la precipitación y la temperatura limitada por la relación de Clausius-Clapeyron, tratando de explicar el límite de intensificación de las precipitaciones extremas, los datos utilizados para hacer los análisis fue proporcionado por EPM, la base de datos tiene 86 estaciones de precipitación, además de 9 estaciones de temperatura en la región de Antioquia, ambas variables con registros temporales cada 15 minutos, para el análisis sobre Colombia se utilizaron los datos satelital TRMM (tropical rainfall measure mission) con intensidades de lluvia cada 3 horas y temperaturas de NCEP / NCAR cada 6 horas, los análisis muestran cambios en la intensidad, frecuencia y duración de los fenómenos extremos y la forma en la agregación temporal hace que sea imposible evaluar adecuadamente las tendencias a largo plazo; para la precipitación se encontró que para agregaciones temporales mayores de 12 horas las tendencias ya no son significativas, para agregaciones temporales menores las tendencias se vuelven significativas del decil 60 al decil 99, los análisis sobre las temperaturas no muestran un comportamiento homogéneo sobre Antioquia, pero relación entre la precipitación y la temperatura muestra una escalamiento similar a la relación Clausius-Clapeyron limitando la intensificación de la precipitación.

Palabras clave : Cambio climático, Eventos extremos , Ciclo hidrológico , Precipitación, Temperatura , Clausius -Clapeyron (CC) , técnicas estadísticas.

Abstract

Detailed analysis of rain at different temporal and spatial scales on Colombia is presented, an additional analysis of scaling between precipitation and temperature limited by the Clausius-Clapeyron relation is also carried out trying to explain the limit of growing of the extreme precipitations , the data used to made those analisis was provided by EPM, the data base have 86 stations of precipitation , in addition to 9 temperature stations over the Antioquia region, both variables with temporary records every 15 minutes, for the analysis over Colombia were used satelital TRMM data (tropical rainfall measure mission) with rainfall intensities every 3 hours and temperatures of NCEP / NCAR every 6 hours, the analisis show changes in intensity, frequency and duration of extreme events and how the temporal aggregation makes it impossible to adequately assess long-term trends; for the precipitation was found that for temporary aggregations greater than 12 hours the trends are no longer significant, for the smaller temporary agregation the trend changes become significant from decile 60 to decile 99, the analisis on the temperatures show no homogenous behavior over Antioquia, but relation between precipitation and temperature shows a close scaling due the Clausious-Clapeyron relation limiting the intensification of precipitation.

Keywords: climate change, extreme events, hydrological cycle, rainfall, Temperature, Clausius-Clapeyron (CC), Statistical techniques.

Agradecimientos

Dedico esta tesis a mis padres, a mi esposa Natalia y mi hijo Miguel Angel, quienes con su amor incondicional ayudaron a que todo fuera mas fácil y llevadero, a mis amigos quienes me acompañaron sin importar las dificultades que tuvieran, al SIATA que me permitió terminar mis estudios, a Carlos David que siempre confió en mis capacidades. y a todas las personas que alguna vez me escucharon alegrarme, entristecerme y hasta odiar la existencia mientras realizaba este proceso de aprendizaje.

1. Introducción

1.1. Generalidades

El cambio climático se refiere a los cambios en las condiciones medias climáticas, lo cual se manifiesta en el cambio permanente y significativo de la variabilidad entorno a los datos promedio, el cual se puede asociar a la actividad humana directa o indirectamente.

Una de las variables que evidencia el cambio climático es la temperatura media global, la cual para el periodo 1880 a 2012 registro un calentamiento promedio mundial de 0.85°C [IPCC, 2013], en el estudio realizado por [Marcott et al., 2013] se compara la temperatura media global del último siglo contra las temperaturas medias globales de la actual era geológica con una longitud de registro de 11300 años, los resultados indican que la temperatura en la década 2000-2009 no ha excedido la temperatura pico interglaciar alcanzada en el holoceno pero ha sido más cálida que el 75 % de todo el periodo, en contraste en el periodo 1900-1909 fue más frío que el 95 % del periodo estudiado, concluyendo que la temperatura ha pasado del periodo más frío al más cálido en solo un siglo, con estos resultados lo más probable es que el calentamiento global sea a causa de la acción del hombre principalmente a causa del incremento en la concentración de gases de efecto invernadero y a otros forzadores como la deforestación y las emisiones de metano/óxido nitroso, esta sobrecarga de gases dispara el efecto invernadero generando una retroalimentación positiva de radiación solar a la tierra aumentando las temperaturas.

En este contexto se han estudiado los efectos debido los cambios de la temperatura, tales como aumento en los tiempos y frecuencia de olas de calor, cambios en los eventos extremos de precipitación, cambios en los patrones de vientos, frecuencia e intensidad de huracanes, teniendo en cuenta que no todos los eventos extremos son atribuibles a cambio climático sino a la variabilidad natural de eventos macro climáticos como lo son El niño (ENSO), o la oscilación del atlántico norte (NAO). En general las precipitaciones sobre el trópico han sido poco estudiadas debido principalmente a la escases de datos en la zona, varios estudios realizados sobre resultados de modelos han presentado un incremento mayor de temperatura en el hemisferio norte, aumentando la diferencia de temperaturas entre el norte y el sur debido principalmente a la cantidad de masa continental presente en el norte, esto puede generar cambios en los patrones de vientos ([Friedman et al., 2013]).

Autores como ([Lenderink and van Meijgaard, 2008], [Utsumi et al., 2011]) a partir de datos medidos en tierra prevén un aumento en la intensidad de la lluvia a partir de la relación de Clausius Clapeyron, esta relación es el cambio en el incremento de la presión de vapor de saturación con respecto a la temperatura, este efecto sugiere que a mayor temperatura la atmósfera incrementa la capacidad de almacenar agua por lo que se prevé un aumento del $7\%/^{\circ}\text{C}$ en la intensidad de

precipitación por grado centígrado, para poder concluir este incremento respecto a la temperatura se hacen varias simplificaciones a la relación CC, entre las cuales esta que los patrones de vientos ascendentes que producen la lluvia no han cambiado significativamente y el contenido de humedad relativa en la atmosfera permanece constante.

En estudios recientes ([Groisman et al., 1999], [Easterling et al., 2000], [Alexander et al., 2006]) los eventos extremos se definen a partir de umbrales definidos estadísticamente los cuales se subdividen en 5 categorías, basados en percentiles, mínimos y máximos por temporadas del año, basados en umbrales diarios y basados en la duración de los eventos. en este contexto los eventos extremos se pueden definir como lluvias de cualquier duración mayores al percentil 90 de la serie, los datos pueden tener una resolución temporal diaria ó menores a 1 hora, debido a la arbitrariedad de estos umbrales no se ha podido establecer una congruencia espacial en los resultados lo que a causado que cada estudio lleve a conclusiones diferentes sobre las zonas que se han visto mayor mente afectadas, algunos resultados mostraron incremento en eventos extremos incluso cuando los cambios en la media anual no eran significativos, en algunos casos a pesar de que los percentiles altos de la serie de precipitación presentaban tendencias crecientes la precipitación media multianual tenia tendencia decreciente.

El IPCC usan una lista de 27 índices desarrollados por el (Expert Team on Climate Change Detection Monitoring and Indices) ETCCDMI de estos índices 16 están relacionados con la temperatura, y 11 con la precipitación, la resolución temporal necesaria para cuantificar estos índices son los registros diarios de temperatura y precipitación, algunos índices de mayor importancia son:

índices basados en percentiles: incluyen ocurrencia de noches frías (TN10p) , la ocurrencia de las noches cálidas (TN90p) , la ocurrencia de días fríos (TX10p) , la ocurrencia de días cálidos (TX90p) , días muy húmedos (R95p) y los días muy húmedos (R99P) . Los índices basados en la temperatura se sacan a partir de los máximos y mínimos de temperatura diaria, nos permiten evaluar el grado en que los extremos están cambiando. Los índices de precipitación en esta categoría representan la cantidad de lluvia que caen encima de los percentiles 95 (R95p) y 99 (R99P) , pero no se limita a los episodios de precipitaciones más extremas en un año.

Índices absolutos anuales: representan los valores máximos y mínimos dentro de una temporada o año. Ellos incluyen la temperatura máxima diaria máxima (TXx) , la temperatura mínima diaria máxima (TNx) , el máximo diario mínimo de temperatura (TXn) , la temperatura mínima diaria mínima (TNn) , máxima cantidad de precipitación de 1 día (RX1day) y máximo 5 días de la cantidad de precipitación (RX5day) .

Índices basados en umbrales se define como el número de días en que un valor de temperatura o la precipitación cae encima o por debajo de un umbral fijo, incluyendo ocurrencia anual de días con heladas (FD) , la aparición anual de días de hielo (ID) , la aparición anual de los días de verano (SU), la aparición anual de noches tropicales (TR), el número de días de precipitación pesados ≥ 10 mm (R10) y el número de días de precipitación muy pesada ≥ 20 mm (R20) . Estos índices no son necesariamente significativos para todos los climas.

Índices basados en la duración: se definen como los períodos de calor excesivo, de frío excesivo, de humedad o sequedad excesivos. Incluyen indicador de la duración de la ola de frío (ICDS), el indicador de duración de ola de calor (WSDI), crecimiento en la duración de la temporada (GSL), los días secos consecutivos (CDD) y los días húmedos consecutivos (CWD).

A partir de información medida en terreno recopilada desde el año 1900 en estudios sobre cambio climático ([Ren et al., 2013],[Liu et al., 2012], [Noake et al., 2012]) han servido como soporte para los diferentes reportes climáticos del panel intergubernamental sobre el cambio climático (IPCC), han evidenciado cambios en los valores extremos de algunas variables climáticas para algunas regiones del planeta, una de las preguntas más frecuentes encontradas es si los cambios en los valores extremos de variables climáticas como precipitación y temperatura, son producto de fluctuaciones normales del planeta o son a causa de factores antropogénicos.

Actualmente los Modelos de Circulación Atmosférica Global (ACGMs) son la fuente principal de estimativos cuantitativos de cambios en el clima atribuibles al incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero; a partir de las proyecciones globales y regionales se espera que la mayoría de regiones que han experimentado un incremento o disminución de la precipitación media anual o mensual, también tengan un cambio significativo en los eventos extremos, sin embargo un incremento en la media no necesariamente lleva a un incremento en los eventos extremos. En algunas regiones del planeta aunque no se espera cambios en los valores medios se esperan incrementos en la frecuencia de eventos extremos [Easterling et al., 2000], por tal motivo es importante tener en cuenta la variabilidad regional que presenta la precipitación según la zona de estudio.

En la actualidad las características de los fenómenos climáticos extremos y sus cambios de intensidad, frecuencia y duración son evaluados a partir de índices climáticos ([Frich et al., 2002]; [IPCC, 2013]), estos índices en general analizan los datos que están por encima o por debajo de un cierto umbral (percentil 95, percentil 10 de la serie), la limitación de estos radica en que se basan en datos con resolución diaria lo cual no permite un análisis extenso de los valores extremos, sin embargo estos índices representan la variabilidad de la temperatura y la precipitación a escala temporal diaria en la diferentes regiones a escala global lo que permite generar hipótesis acerca de las condiciones actuales climáticas y sus principales causantes.

Para la región colombiana [Pabón Caicedo, 2012], sintetizó los resultados de varios trabajos de investigación realizados en la región colombiana, donde se muestra que para la segunda mitad del siglo XX se han presenciado cambios en la temperatura 0.1°C a 0.2°C por década, la reducción de los fenómenos de heladas y el incremento de la frecuencia de las temperaturas máximas; así mismo, se señalan cambios (reducciones y aumentos) en la precipitación la cual a sufrido cambios en los extremos anuales entre -4% y 6% por década. Lo más notorio del análisis es la falta de congruencia espacial de los resultados obtenidos para la precipitación, los cuales no generan patrones espaciales coherentes.

1.2. Antecedentes

- **Análisis de cambios en los valores extremos históricos a resolución temporal diaria.**

La mayoría de los estudios que abordan los cambios en los valores extremos con datos diarios históricos toman de referencia a lo encontrado por [Frich et al., 2002], el cual analizó las tendencias en 10 índices climáticos para gran parte de norte América, Europa, Asia, y el Pacífico, no consideró la región de Latinoamérica por la falta de datos digitales. De los resultados se concluyó un incremento en los percentiles 90 de temperatura mínima en la mayoría de la zona analizada, especialmente en las latitudes medias y subtropicales, acompañado de la disminución de número de días fríos, y un incremento en las duraciones de las estaciones climáticas para los extratropicos. También se muestra un incremento en la frecuencia de eventos de precipitación correspondientes a las lluvias que sobrepasan el umbral de 10 mm/día, pero los patrones presentan una combinación de tendencias positivas y negativas evidenciado también la falta de coherencia espacial de los resultados de precipitación comparados contra los resultados obtenidos para la temperatura.

[Plummer et al., 1999] evaluó los cambios extremos de precipitación y temperatura sobre Australia y nueva Zelanda definiendo umbrales tales como el percentil 99 de los datos diarios. Se evidenció un aumento no significativo en el número anual de días con una precipitación total mayor al percentil 90 aumentando para el verano y el otoño, con disminuciones en invierno y primavera; para las temperaturas se evidencio un aumento en la frecuencia de días y noches cálidos, y una disminución de los días y noches frías.

Para Centro América y Norte de América del Sur [Aguilar et al., 2005], se calcularon un total de 21 índices, 11 relacionados con la temperatura y 10 con la precipitación, El periodo de análisis fue a 1971-2000, se encontró que para los índices calculados por medio de los umbrales de temperatura los porcentajes anuales de días y noches cálidas se han incrementado mientras el número de días y noches frías han decrecido, los tendencias más claras se encuentran para los meses de (Junio-Julio-Agosto) y (Septiembre-Octubre-Noviembre). Para las temperaturas máximas se encuentra un incremento y para las temperaturas mínimas un decremento significando un incremento en los rangos de temperatura diario. Para los índices calculados a partir de la precipitación, no se encuentran tendencias significativas, aun así el número de estaciones con tendencias positivas es mayor, la coherencia espacial de la temperatura es mucho mayor a la encontrada con la precipitación.

Para el sur de América del sur ([Vincent et al., 2005]; [Haylock et al., 2006]) resumen los resultados obtenidos para los índices de temperatura y precipitación para el sur de la línea ecuatorial, se analizaron 11 índices relacionados con la temperatura y 12 índices relacionados con la precipitación para el periodo 1960-2000, para la temperatura se encontró poca coherencia espacial y pocas estaciones con tendencias significativas, para la precipitación se encontró lo contrario y la mayoría de las estaciones de precipitación con las tendencias más

significativas se encontraron para la región central y sur oeste del continente, para la temperatura la mayoría de las estaciones con tendencias significativas estaban ubicadas en las costas este y oeste del continente. Además se analizaron los índices por épocas del año invierno (Jun-Jul-Ago), primavera (Sep-Oct-Nov), verano (Dic-Ene-Feb), y otoño (Mar-Abr-May), de las que se concluye que el porcentaje de noches cálidas está creciendo y el porcentaje de noches frías está decreciendo y se nota mayormente durante las estaciones de verano y otoño, con el fin de explicar estos patrones espaciales se realizó un análisis por correlaciones canónicas, encontrando dos patrones generales, el primero con un patrón dominado por condiciones El Niño el cual explica las tendencias creciente en la parte central y norte del continente, y el otro patrón ocurre generalmente por un debilitamiento de la zona de bajas presiones continentales, provocando un desplazamiento hacia el sur de las trayectorias de las tormentas lo cual explica las variaciones en el sur de Chile.

[Alexander et al., 2006], reunió todos los estudios mencionados anteriormente y presento un análisis global usando 2223 estaciones de temperatura y 5948 estaciones de precipitación, Examino las tendencias en cada estación y luego interpolo los resultados de las estaciones y la distribuyo como puntos de una cuadrícula regular con el fin de dar resultados promedios a nivel global sin que hubiera sesgo en los lugares con mayor densidad de estaciones, para esto se usó una metodología similar a la de [Kiktev et al., 2003]. Además se examinaron funciones de distribución de probabilidad para tres periodos de análisis 1901–1950, 1951–1978 and 1979–2003. Para las regiones analizadas, entre 1951 y 2003 el 77 % del área muestreada presenta un incremento significativo en la ocurrencia de noches cálidas, y la ocurrencia de noches frías decrece en el 51 % de área, para la distribución de probabilidades el periodo de 1979-2003 es mayor al presentado de 1951-1978, indicando un cambio positivo a condiciones más cálidas, para la distribución de probabilidad de lluvia todos los periodos muestran condiciones similares a las encontradas en el periodo 1901-1950, pero estos resultados se ven afectados por la distribución no gaussiana de los datos y la variabilidad presente en cada región. Los días de lluvia extrema asociados a los índices de precipitación máxima de un día, 5 días de precipitación y días lluviosos, tienen los mayores incrementos de las tendencias indicando condiciones mucho más húmedas los últimos 50 años lo cual es coherente con el incremento en la temperatura mostrado en la función de distribución de probabilidad, Además se mostró como los cambios espaciales en la temperatura son mucho más coherentes que los cambios espaciales en la lluvia los cuales no permitían concluir las razones de su comportamiento.

- **Análisis de cambios a futuro en los valores extremos a resolución temporal diaria.**

En estudios recientes con el fin de evaluar el comportamiento de las condiciones climáticas actuales y futuras, se toman las condiciones del siglo XX determinadas a partir de datos observados y las condiciones futuras del siglo XXI son tomados a partir de simulaciones procedentes de ACGMs (CMIP 3, CMIP 5) basados en modelos climáticos acoplados con forzadores externos entre los cuales se destacan incremento de gases de efecto invernadero, eventos naturales como erupciones volcánicas o llamaradas solares, y una combinación de los

dos, los resultados de estos modelos se encuentran en varios estudios ([Kiktev et al., 2003]; [Tebaldi et al., 2006]; [Kharin et al., 2007]; [Min et al., 2011]).

Para comparar los datos observados contra los arrojados por los modelos acoplados [Kiktev et al., 2003], usando los resultados de [Frich et al., 2002], interpolo los valores extremos para todas las estaciones disponibles a una malla mucho más regular distribuida uniformemente en la latitud y en la longitud usando la metodología modificada de [Shepard and Hurwitz, 1984], “Angular-Distance-Weighting” (ADW), se usaron las series sintéticas de 3 modelos de circulación general, forzados con la SST y una combinación de forzadores antrópicos. (SSTNAT, GSOT, GSOTI). Para comprobar si los datos simulados representaban bien la variabilidad de los datos observados se realizaron análisis de distribución de probabilidad comprobando 4 medidas: congruencia, regresión, correlación y amplitud. De lo que se concluye que las simulaciones representa muy bien la variabilidad en la temperatura, pero en los extremos de precipitación se encuentra poca congruencia espacial además de los resultados obtenidos se espera una disminución en el número de días fríos y un aumento en las noches cálidas, también se espera un incremento significativo en los extremos de precipitación asociados a umbrales mayores a 10 mm.

([Tebaldi et al., 2006]; [Kharin et al., 2007]) inspeccionaron las proyecciones provenientes de AOGCM (Atmospheric-Ocean General Circulation Models) usadas para el cuarto reporte del IPCC-AR4, los modelos estudiados tiene tres principales forzadores de emisiones SRES A2 (incremento de 1% CO₂ por año), A1B (rango medio 720 ppm) y B1 (bajo 550 ppm), se enfocaron en determinar si las simulaciones de los modelos climáticos sirven como soporte en términos de tendencias para el cambio climático futuro evaluando los últimos 40 años del siglo XX y las tendencias del siglo XXI enfocándose en la significancia estadística del cambio de signo y comparaciones contra estimados de 4 modelos de reanálisis NCEP-NCAR, ERA-15, NCEP-DOE AMIP II, ERA 40, para la temperatura se encuentra una congruencia entre los estadísticos medidos y simulados, las tendencias del siglo XXI son del mismo signo a las encontradas en el siglo XX pero mayores en magnitud siendo congruente con el incremento en gases de efecto invernadero, para las precipitaciones hay menor congruencia espacial con lo observado por lo que se espera halla un incremento en la frecuencia de precipitación extrema con una variabilidad geográfica mayor a la de la temperatura. Para el hemisferio norte se presentan las mayores congruencias tanto en precipitación como en temperatura comparadas contra la zona tropical.

En general para las temperaturas el rendimiento de los modelos del IPCC para el cuarto reporte es comparables con los resultados de AMIP2 en los extratropicos, los modelos representan los extremos cálidos razonablemente bien a escala global, en las áreas cubiertas por hielo se presentan discrepancias. Las precipitaciones decrecen en solo una pequeña parte subtropical, donde las precipitaciones medias decrecen. Para las proyecciones de la precipitación el promedio global para el escenario B1 tiene incrementos del 10%, A1B del 16% y A2 del 20%. Comparando los incrementos contra la temperatura correspondientes, se traduce en

+6 % K consistente con la relación Clausius Clapeyron.

[Min et al., 2011], hace énfasis en las condiciones de cambio climático causadas por el hombre todo como producto del aumento en las temperaturas, que conllevan a una mayor capacidad de absorción de agua por parte de la atmosfera lo que ocasiona eventos de extremos de mayor magnitud. Los resultados obtenidos están basados en la comparación de cambios en precipitaciones extremas de datos observados y simulaciones multi-modelos. Se usaron datos de HadEX basados en observaciones de 6000 estaciones, las simulaciones multi-modelo se obtuvieron del CMIP3, se usaron simulaciones con y sin forzadores para control. Las observaciones muestran un incremento en las tendencias entre el 60 %-65 % para las precipitaciones máximas de 1 día y cinco días, las simulaciones con forzadores antrópicos muestran incremento en las tendencias de menor magnitud a las observadas mostrando que los modelos climáticos globales subestiman las tendencias observadas, lo cual implica que eventos extremos de precipitación pueden volverse más fuertes más rápido que lo previsto.

- **Cambios en los valores extremos a resoluciones temporales menores a la diaria.**

[Kiely, 1999] estudió la precipitación sobre Irlanda para un periodo de análisis de 1940-1993 a diferentes escalas temporales encontrando un incremento anual entre el 8,8 % y el 13 %; a nivel mensual encontró que los meses de marzo y octubre son lo que presentaban mayor incremento. Para evidenciar los cambios en los valores extremos, analizó precipitaciones de 1,3,4,6,8,12,18,24 horas, evidenciando un incremento en la cantidad de precipitación, y en el frecuencia de eventos extremos. También se construyeron curvas de intensidad-frecuencia-duración, encontrando que lo que solía ser una tormenta para un periodo de retorno de 30 años ahora es una lluvia para un periodo de retorno de 10 años.

Otros investigan el comportamiento termodinámico de las precipitaciones mediante la relación de Clausius Clapeyron (C-C). En general se presentan precipitaciones con intensidades horarias a las que se asocian temperaturas medias diarias con el fin de explicar el comportamiento encontrado, [Lenderink and van Meijgaard, 2008], [Lenderink and Van Meijgaard, 2010], [Utsumi et al., 2011] se basan en que la relación de C-C, puede limitar cambios futuros en la precipitación extrema bajo las hipótesis que la humedad relativa de la atmósfera permanece relativamente constante y los movimientos ascendentes que producen la precipitación, no cambia considerablemente con el cambio climático, encontrando que para temperaturas medias por debajo de 12°C, los percentiles altos 99 y 99,9 de precipitación muestran una dependencia cercana a la relación (C-C). Para las temperaturas altas la dependencia se incrementa a dos veces la relación (C-C), los percentiles bajos del 75 y 90, muestran relaciones escalares menos claras. Los resultados para el verano evidencian factores de escalamiento mucho mayores, y para el invierno se dan escalamientos cercanos a la relación (C-C). Comparando las intensidades horarias con las diarias se tiene un escalamiento menor definido para las diarias.

Para verificar si estas relaciones eran reproducidas por los modelos de alta resolución, se

analizaron simulaciones del modelo climático RACMO2. El percentil 99,9 de precipitación modelado con temperaturas por debajo de los 12°C escala de manera similar a los datos observados, y escala al doble de la relación para temperaturas por encima de 12°C. Para temperaturas por encima de 20°C y para percentiles bajos el modelo falla, adicional a esto [Hardwick Jones et al., 2010], encontró que para la región Australiana, el escalamiento de la relación (C-C) decrece rápidamente para precipitaciones mayores a 30 minutos y no parece ser constante con la temperatura. Además encontró que hay escalamientos negativos después de los rangos de 20°C y 26°C, un análisis en la humedad relativa también muestra una disminución similar, lo cual indica que es un factor dominante en el comportamiento de la precipitación. Según los resultados anteriores los modelos subestiman la dependencia de la precipitación con la temperatura, además las modelaciones no está representada por completo la física de las variables climáticas extremas.

En general los resultados obtenidos de los diferentes análisis evidencian las necesidades de analizar las precipitaciones a escalas menores a la resolución temporal diaria con el fin de evaluar los cambios en los valores extremos ya que está subestimando la intensidad, frecuencia y duración de los mismos como respuesta al cambio climático.

Otros estudios realizados sobre cambios en los valores extremos se presentan por [Goswami et al., 2006] y [Elsner et al., 2008], presenta para la región de la india como durante las épocas de monzón el incremento en la temperatura global ha afectado las lluvias para lo cual realizó un análisis del coeficiente de variación de la serie encontrando que los eventos poco frecuentes y de mayor intensidad tengan tendencias al incremento, mientras que los eventos de mayor frecuencia y menor intensidad tienen una tendencia a decrecer demostrando también que los eventos medios sobre la región no muestran tendencias significativas.

[Elsner et al., 2008], presenta como los deciles superiores mayores al decil 60(D60) de las velocidades del viento de los ciclones tropicales del atlántico se han incrementando y están relacionados directamente a los deciles superiores de la SST, esta relación la encontró analizando los deciles superiores al D70, también muestra como para los deciles inferiores al D60 la tendencia en los datos no es significativa, esta relación con la SST no implica causalidad y por lo tanto concluye que los resultados obtenidos son cualitativamente consistentes con la hipótesis que si el océano se calienta, este tiene más energía para generar vientos de ciclones tropicales.

■ Cambios en los valores extremos de precipitación sobre la región Antioqueña y Colombia

varios estudios sobre la región colombiana muestran evidencias de cambio climático aplicando diversas técnicas estadísticas, por lo cual es complicado homogeneizar un resultado sobre la región, debido a la similitud de los análisis se encontraron varios trabajos que se asemejan a las técnicas usadas en el presente trabajo en los principales trabajos se encuentran

[Cantor, 2011a], [Cantor, 2011b], [Carmona and Poveda, 2014], [Hurtado-Montoya, 2015], resumiendo los resultados encontrados en estos trabajos se encuentran con tendencias crecientes en la temperatura a nivel regional, para la precipitación se encontraron tendencias mezcladas entre crecientes y decrecientes sin que se presenten campos homogéneos con resultados crecientes o decrecientes estadísticamente significativos, las estaciones con mayor longitud de registro presentan tendencias crecientes, a pesar de no identificar zonas con resultados homogéneos, en todos los estudios resalta la zona del pacifico por tener el mayor numero de estaciones con precipitación creciente y estadísticamente significativa.

1.3. Justificación

Comprender los mecanismos por los cuales la precipitación y la temperatura a escalas temporales más finas (menores a 24 horas), presentan tendencias a largo plazo, las cuales pueden tener mayor significancia que las tendencias encontradas a nivel diario, generando impactos negativos en los sectores económicos y sociales mayores a los esperados, además de poder generar hipótesis sobre los sistemas productivos asociados con los resultados obtenidos tanto para la precipitación como la temperatura y su relación con el cambio climático.

Sobre la región colombiana no existe una evidencia clara en cuanto a biota o tendencias en el comportamiento de variables climáticas que indique que hay una afectación debido al cambio climático, los estudios que se tienen de la zona no muestran resultados homogéneos basados en precipitaciones y temperaturas con resoluciones temporales diarias, con modelos de circulación general a varias escalas espaciales y temporales, pese a que los resultados pueden representar un insumo importante para los toma de decisiones de políticas ambientales, a nivel de mesoescala o a escala local, esta información es insuficiente y presenta resultados heterogéneos. Por otro lado, la información recopilada y los análisis a realizar pueden servir de insumo para orientar las acciones de investigación en el tema, así como para el diseño de medidas de adaptación y mitigación, además de representar la variabilidad climática de la zona que permita realizar conclusiones de cambio climático no solo para Colombia sino también para la región tropical la cual carece de muchos más estudios relacionados con cambios en los valores extremos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar y entender el comportamiento de los valores extremos en términos de frecuencia, intensidad y duración para las variables climáticas disponibles en Colombia, a diferentes resoluciones temporales y espaciales.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar y definir la línea base de las condiciones normales de clima para la zona estudio con el fin de cuantificar los cambios actuales en las diferentes variables.

-
- Cuantificar y analizar los cambios en los valores extremos de cada variable climática, para diferentes escalas temporales, mediante diferentes técnicas estadísticas, maximizando el número de estaciones con periodos de tiempo adecuados para el análisis.
 - Evaluar la significancia estadística y determinar si los resultados obtenidos son producto de la variabilidad normal de los datos o si por el contrario los cambios evidenciados son producto de forzadores externos.
 - Establecer una relación espaciotemporal entre las variables disponibles para la zona de estudio y determinar a qué escalas de análisis siguen siendo relevantes estas relaciones.
 - Comparar lo obtenido contra diferentes índices usados a nivel mundial determinados a partir de datos diarios, y presentar un análisis crítico de la importancia de cada índice estudiado a las diferentes escalas de tiempo.
 - Entender la dinámica y la termodinámica de las variables climáticas disponibles en la zona de estudio con el fin de determinar cuáles son los mecanismos que producen las condiciones climáticas de la zona.

2. Datos y metodología

2.1. Datos

2.1.1. Datos medidos en tierra

La base de datos usada en este trabajo proviene de la información que EPM tiene en Antioquia, la cual esta compuesta de 149 estaciones de precipitación, 16 estaciones de temperatura y 10 estaciones de caudal, los datos tienen una resolución temporal de 15 minutos para toda la zona, lo cual fue ideal para el análisis, la información se concentra en el Valle de aburra, oriente Antioqueño y la zona nordeste, que coincide con las zonas donde EPM tiene sus mayores desarrollos de energía hidroeléctrica.

De 149 estaciones de precipitación, se eligieron las que tuvieran una longitud de registro mayor a 15 años a partir de 1996 y que tuvieran un porcentaje de datos mayor al 90 %, lo que asegura que se estén considerando las intensidades máximas dentro de este periodo de tiempo, realizado este filtro se analizaron 86 estaciones para los eventos extremos.

De 16 estaciones de temperatura, solo 10 estaciones presentaban registros desde 1996 hasta el 2014, 2 estaciones presentaban registros posteriores al año 2000, 3 estaciones presentaban registros posteriores al 2007 y solo una estación presentaba medidas desde el 2014. para el análisis se usaron solo las estaciones con mas de 15 años de registro, por lo que se usaron un total de 10 estaciones.

De 10 estaciones de caudal se analizaron en su totalidad sin importar la continuidad en el registro, esto debido a que con anterioridad se sabe que los registros son sacados a partir de curvas de calibración las cuales a su vez varían mucho en el tiempo, por tanto solo nos interesa para validación de lo encontrado con los demás variables.

2.1.2. Precipitación derivada de los datos satelitales del Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)

Los datos de precipitación derivados de satélite TRMM, se obtuvieron de la página <http://disc2.nascom.nasa.gov:80/dods/3B42V7rainrate>, los cuales tienen una resolución espacial de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$, equivalentes a aproximadamente 25 Km x 25 Km en latitudes tropicales y con una cobertura espacial que abarca desde la longitud 180°W hasta 180°E y una latitudinal de 50°S hasta 50°N .

De acuerdo con los objetivos, se acota una zona comprendida entre 80°W a 65°W y 13°N a 5°S , la cual cubre toda la región de Colombia. La resolución temporal es de tres horas; el rango de los

datos va desde el 1 de enero de 1998 hasta 31 de diciembre de 2014, los datos tienen unidades de intensidad expresado en $[mm/hora]$.

Con el fin de analizar los comportamientos dinámicos en el trópico se muestran los resultados obtenidos en todo el trópico entre una latitud de 30 norte a 30 sur, lo cual se complementa con la información obtenida del análisis del comportamiento dinámico de la atmósfera en esta zona.

2.2. Metodología de Análisis de Tendencias de Largo Plazo

Para analizar las variaciones en los valores extremos se realiza una división de la serie por años, y se analiza solo los datos dado que llueve, es decir, no se tienen en cuenta los días donde no hubo ningún evento de precipitación, una vez determinadas las series anuales, se analiza el comportamiento de los deciles 10 al 90, y los percentiles 95 y 99 de los datos, de la misma manera se analiza para las agregaciones temporales de 1 , 2 , 4 , 8, 12, 24 y 48 horas, los análisis se realizan mediante el uso de pruebas no paramétricas, indicando un resultado robusto y aplicable a cualquier variable.

2.2.1. Detección de tendencias en valores extremos climáticos a partir de pruebas no paramétricas

En la actualidad las características de los fenómenos climáticos extremos son evaluados a partir de índices donde se analizan los datos que están por encima de un cierto umbral, o eventos asociados a periodos de retorno, la limitación de los mismos radica en que se basan en datos con resoluciones temporales mayores o igual a la diaria. Por lo que los eventos extremos menos frecuentes y de menor duración no han tenido resultados robustos o concluyentes, con el fin de evaluar estos eventos se presenta a continuación una metodología que permite evaluar el comportamiento de eventos atípicos año a año, y a diferentes escalas temporales, lo cual nos puede dar una idea de lo importancia que tiene la resolución de los datos a la hora de concluir en los comportamientos a largo plazo sobre la precipitación en diferentes zonas.

Con el fin de estudiar estas variables climáticas con distribuciones que no pueden ser definidas previamente, se hizo uso de estadísticas no paramétricas las cuales basan en la ordenación y el recuento de los valores de la variable (Ranking). para este trabajo se usaron los test no paramétricos de Mann-Whitney y Mann-Kendall, además se usaron métodos para cuantificar la tendencia en los datos, el ajuste lineal se optimizó mediante mínimos cuadrados (LS) y desviación mínima absoluta (LAD) el cual es más robusto y no se ve afectado por valores atípicos.

Mann-Kendall

Es un test no paramétrico, estadísticamente basado en el ranking (o número de orden) de dos variables [Gilbert, 1987], se basa en el cálculo del estadístico S definido como sigue:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(X_j - X_k) \quad (2-1)$$

$$\text{sgn}(X_j - X_k) = \begin{cases} 1 & \text{si } X_j - X_k > 0 \\ 0 & \text{si } X_j - X_k = 0 \\ -1 & \text{si } X_j - X_k < 0 \end{cases} \quad (2-2)$$

Donde n es el número de datos y X_j y X_i , datos secuenciales. Si el valor de S es muy alto, se convierte en un indicador de tendencia creciente y significativa, por su parte, un valor muy bajo negativo indica una tendencia decreciente significativa.

Es necesario calcular la probabilidad asociada con S y el tamaño de la muestra n para estimar la significancia exacta. Para esto se usan los resultados teóricos que indican que el estadístico S describe una aproximación normal siempre y cuando la serie de datos tenga más de 10 elementos. En este caso la varianza esta dada por:

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i(i-1)(2i+5)}{18} \quad (2-3)$$

$$Z_c = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{si } S > 0 \\ 0 & \text{si } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{si } S < 0 \end{cases} \quad (2-4)$$

Z_c se ajusta a una distribución normalizada, por lo cual se calcula su probabilidad mediante la función de distribución de probabilidad normal con media 0 y desviación estándar 1. Bajo un nivel de significancia típicamente del 95 %.

De acuerdo a este test, la hipótesis nula H_0 asume que no hay tendencia en los datos, esta hipótesis se prueba contra la hipótesis alternativa H_1 la cual asume que hay tendencia.

Si el estadístico p es menor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$, H_0 es rechazada indicando que hay una tendencia en la serie de tiempo, mientras que aceptar H_0 indica que no se a detectado una tendencia, al rechazar la hipótesis nula, el resultado es estadísticamente significativo.

Mann-Whitney

En estadística la prueba U de Mann-Whitney (también llamada de Mann-Whitney-Wilcoxon, prueba de suma de rangos Wilcoxon, o prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney) es una prueba no paramétrica aplicada a dos muestras independientes. Es, de hecho, la versión no paramétrica de la habitual prueba t de Student.

Fue propuesto inicialmente en 1945 por Frank Wilcoxon para muestras de igual tamaño y extendido a muestras de tamaño arbitrario como en otros sentidos por Henry B. Mann y D. R. Whitney en 1947. Para calcular el estadístico U se asigna a cada uno de los valores de las dos muestras su rango para construir.

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1 \quad (2-5)$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2 \quad (2-6)$$

Donde n_1 y n_2 son los tamaños respectivos de cada muestra; R_1 y R_2 es la suma de los rangos de las observaciones de las muestras 1 y 2 respectivamente, El estadístico U se define como el mínimo de U_1 y U_2 . Este método se usa principalmente para encontrar cambios significativos en la media y periodos de registro con datos similares y homogéneos, las muestras U_1 y U_2 se toman año a año y se comparan esto se realiza para cada año del periodo de registro comparando los datos con el periodo inicial, como resultado de esta prueba se obtiene los periodos de registro mas largos con datos homogéneos para el posterior análisis en las tendencias.

Ajuste lineal a las intensidades de precipitación

Para cuantificar la tendencia a largo plazo en la intensidad de precipitación se estimó un ajuste lineal de los datos y se optimizó el resultado usando el método de mínimos cuadrados (LS por sus siglas en ingles, *Least Squares*) y el método de la menor desviación absoluta (LAD; *Least Absolute Deviation*)([Bloomfield and Steiger, 1980],[Ellis, 1998]). En ambos casos, la pendiente de la línea ajustada, en caso de ser estadísticamente significativa, representa la magnitud de la tendencia multianual de los cambios de largo plazo de la intensidad de precipitación.

El método de menor desviación absoluta es una alternativa similar al método de mínimos cuadrado en la que, en lugar de minimizar la suma de errores cuadráticos, se minimiza la suma de los valores absolutos de los errores. En ambos métodos se busca ajustar una función lineal de la forma $\hat{y}_i = ax_i + b$, en donde el valor estimado, \hat{y}_i depende de los datos x_i y de los parámetros a (pendiente) y b (intercepto). Estos parámetros se ajustan, en el caso del método LAD, minimizando la suma

de los errores absolutos como lo muestra la ecuación 2-7, y para LS, minimizando la suma de los errores cuadráticos medios como lo muestra la ecuación 2-8.

$$S = \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (2-7)$$

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (2-8)$$

En general, el método de mínimos cuadrados, el cual en su forma más simple consiste en minimizar la suma de cuadrados de las diferencias entre los puntos generados por la función polinómica elegida y los valores medidos, tiene poca robustez estadística frente a valores atípicos (outliers). En este caso, si la distribución de los atípicos es asimétrica, los estimadores pueden resultar sesgados. La metodología LAD, es una técnica de optimización similar a mínimos cuadrados, mucho más robusta y resistente estadísticamente en presencia de valores atípicos, generando estimados más confiables en caso de asimetría en la distribución de los mismos. Desde el punto de vista práctico es importante estimar el ajuste lineal por diferentes métodos y comparar la pendientes resultado, analizando de manera detallada los casos donde ambas pendientes sean considerablemente diferentes.

3. Análisis del comportamiento de los valores extremos de precipitación a partir de datos medidos en tierra

3.1. Análisis de Tendencias de Largo Plazo de Precipitación a nivel mensual

Los informes del IPCC muestran como, a partir de las proyecciones globales y regionales obtenidas de Modelos de Circulación Atmosférica Global, varios grupos de científicos han encontrado regiones del planeta que presentan cambios a largo plazo en la precipitación media anual (incremento o disminución de dicha variable), en ocasiones asociados a cambios significativos en los eventos extremos. En algunas regiones del planeta, aunque no se esperan cambios en los valores medios, se proyectan incrementos en la frecuencia de eventos extremos [Easterling et al., 2000]; por tal motivo, es importante tener en cuenta la variabilidad regional de las tendencias que se evidencian en la precipitación según la zona de estudio.

Para la región colombiana, [Pabón Caicedo, 2012] sintetizó los resultados de varios trabajos, en los cuales se sugiere que durante la segunda mitad del siglo XX se han presenciado cambios en la precipitación entre -4% y 6% por década. Estos resultados tienen sin embargo, poca coherencia espacial, con alta variabilidad de las tendencias en las diferentes subregiones. Cabe anotar que las metodologías empleadas no fueron las mismas en los diferentes estudios y por tal motivo se dificulta la comparación de los mismos.

Para Antioquia [Cantor, 2011b] analizó la lluvia de 46 estaciones de precipitación diaria, encontrando poca coherencia espacial en las tendencias crecientes y decrecientes significantes, a pesar de la poca coherencia los resultados mostraban un comportamiento a la baja en la intensidad de precipitación y un leve aumento en la lamina de agua así mismo un leve aumento en el número de días lluviosos.

Para el desarrollo del presente capítulo se estimaron las tendencias de la precipitación a escala sub-diaria, diaria y mensual para las estaciones de EPM (ver **3-1** y **3-2**), con el fin de evaluar la coherencia espacial de los cambios de largo plazo observados en la región de interés. Por coherencia espacial se hace referencia a la homogeneidad, representatividad y significancia de las tendencias observadas en los registros históricos. La base de datos de precipitaciones suministrada por EPM consta de 149 estaciones de medición de precipitación distribuidas principalmente en el territorio Antioqueño de las cuales debido a lo explicado en la sección 2.2 se usaron solo 86 estaciones, todas las estaciones se muestran en la Figura **3-1**.

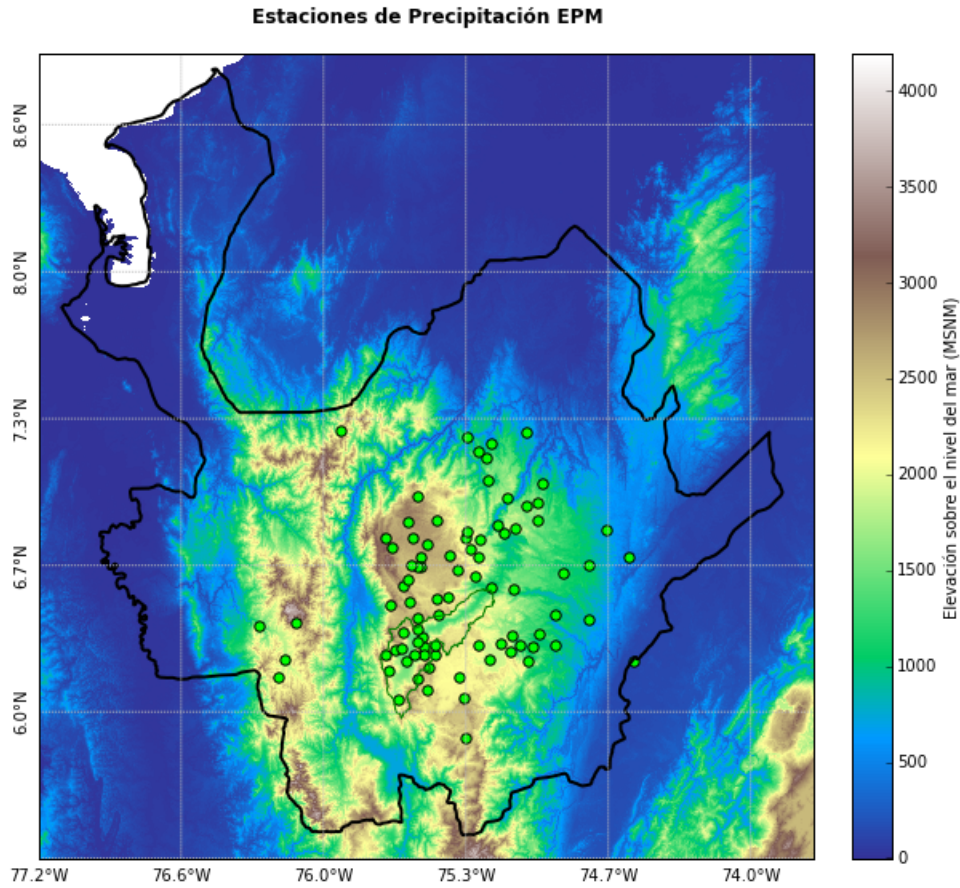


Figura 3-1.: Estaciones de precipitación de EPM

Antes de presentar el análisis de tendencias a escalas sub-diarias, es importante hacer énfasis en la alta variabilidad interanual presente en los registros históricos. A manera de ejemplo, las Figuras **3-6** a la **3-9** son evidencia de dicha variabilidad a escala mensual y de posibles tendencias de largo plazo en las series.

En la mayoría de las estaciones analizadas en el presente trabajo, la variabilidad interanual es, en términos de varianza asociada, mucho más importante que los cambios observados de largo plazo en el periodo de registro, para eliminar algo de esta varianza en las series mensuales, se estandarizan removiendo el ciclo anual, la ganancia al realizar este paso es la identificación de tendencias significantes en las cuales podía haber un cambio brusco en la media dando como resultados tendencias significantes donde no las había, esto actúa como un filtro para los posteriores análisis.

Tabla 3-1.: Estaciones de precipitación analizadas

Codigo	Año Ini	Año Fin	L. Años	% Datos	Nombre	Lon	Lat	Elevación	Tipo	Municipio	Cuenca
2308084	1996	2015	20	99 %	TOCAIMA	-75.1078	6,3495	1716	PVM	Alejandría	Bizcocho
2618008	1996	2015	20	95 %	MESOPOTAMIA	-75.3222	5,889	2430	PVM	La Unión	Buey
2701101	1996	2015	20	99 %	ALTO DE LA SIERRA	-75.6005	6,5676	2750	PVM	Belmira	Chico
2701522	1996	2015	20	98 %	SAN PEDRO RG-10 LA Y	-75.5714	6,4965	2452	CLM	San Pedro	Chico
2623023	1996	2015	20	98 %	ESP. SANTO YARUMAL	-75.5332	6,9696	2240	PVM	Yarumal	Espiritu Santo
2701523	1996	2015	20	98 %	CUCURUCHO	-75.5199	6,6533	2580	CLM	Santa Rosa de Osos	Grande
2701108	1996	2015	20	99 %	LA SIRENA	-75.2999	6,7346	1925	PVM	Carolina	Guadalupe
2701518	1996	2015	20	97 %	TRONERAS - G-2D	-75.2524	6,7801	1809	CLM	Carolina	Guadalupe
2308046	1996	2015	20	99 %	LA PRADERA	-75.6594	6,4828	1302	PVM	San Rafael	Guatapé
2308754	1996	2015	20	99 %	RN-31 EL BIZCOCHO	-75.0715	6,3021	1054	LM	San Rafael	Guatapé
2308057	1996	2015	20	98 %	EL PITAL	-74.9135	6,3021	1110	PVM	San Rafael	Guatapé
2308083	1996	2015	20	95 %	LA RAPIDA	-75.0387	6,2327	1372	PVM	San Rafael	Guatapé
2308086	1996	2015	20	99 %	SAMARIA	-75.1151	6,2735	1380	PVM	San Rafael	Guatapé
2309502	1996	2015	20	94 %	LA SIERRA	-74.5607	6,2327	138	CLM	Puerto Nare	Magdalena
2701046	1996	2013	18	98 %	SAN CRISTOBAL	-75.639	6,2837	1890	PVM	Medellín	Medellín
2701122	1996	2013	18	98 %	EL CONVENTO	-75.5163	6,3378	1580	PVM	Copacabana	Medellín
2701076	1996	2015	20	95 %	NIQUIA	-75.5363	6,3764	2150	PVM	Bello	Medellín
2701045	1996	2015	20	99 %	VILLA HERMOSA PLANTA	-75.5506	6,2608	1690	PVM	Medellín	Medellín
2701038	1996	2013	18	99 %	SAN ANTONIO DE PRADO	-75.6649	6,1877	2000	PVM	Medellín	Medellín
2701053	1996	2015	20	96 %	ALTO SAN ANDRES	-75.4445	6,4365	2240	PVM	Girardota	Medellín
2701036	1996	2013	18	99 %	CALDAS	-75.6251	6,0605	1930	PVM	Caldas	Medellín
2701114	1996	2013	18	98 %	CUCARACHO	-75.6119	6,2869	1830	PVM	Medellín	Medellín
2701115	1996	2015	20	99 %	ASTILLERO	-75.6788	6,2596	2420	PVM	Medellín	Medellín
2701517	1996	2013	18	96 %	MEDELLIN	-75.5849	6,2292	1491	CLM	Medellín	Medellín
2701037	1996	2015	20	98 %	FABRICATO	-75.6002	6,3619	2422	PVM	Bello	Medellín
2701950	1996	2013	18	99 %	MANANTIALES	-75.5375	6,3177	1730	LM	Bello	Medellín
2308951	1998	2015	18	97 %	DESCARGA JAGUAS	-74.9898	6,3523	975	PVM	San Rafael	Nare
2308021	1996	2013	18	99 %	LA FE	-75.4945	6,0988	2150	PVM	Retiro	Nare
2308517	1996	2015	20	99 %	EL PENOL	-75.2133	6,2359	1929	CLM	Peñol	Nare
2308044	1996	2015	20	99 %	CORRIENTES	-75.2619	6,3067	2003	PVM	San Vicente	Nare
2308022	1996	2015	20	99 %	SEVERA LA	-75.457	6,2622	2170	PVM	Guarne	Nare
2308505	1996	2015	20	99 %	SANTA RITA	-75.1624	6,3129	1922	CLM	Alejandría	Nare
2702041	1996	2012	17	96 %	LA PLANCHA	-75.2257	7,1399	1225	PVM	Anorí	Nechí
2702013	1996	2015	20	97 %	LA TERESITA	-75.4528	6,8625	2590	PVM	Yarumal	Nechí
2701514	1996	2015	20	98 %	EL MANGO	-75.1476	6,8082	948	CLM	Amalfi	Nechí
2702599	1998	2012	15	91 %	NECHÍ	-75.3132	7,234	680	CLM	Anorí	Nechí
2702724	1996	2015	20	90 %	EMBALSE MIRAFLORES	-75.3214	6,7811	2062	LM	Carolina	Nechí
2701736	1996	2015	20	99 %	RMS-15 GABINO	-75.207	6,5608	1055	LM	Santa Rosa de Osos	Nechí
2701805	2001	2015	15	98 %	DESCARGA PORCE II	-75.1765	6,8395	713	LM	Amalfi	Nechí
2702040	1996	2012	17	94 %	ESPIRITU SANTO	-75.2039	7,2039	1130	PVM	Anorí	Nechí
2702039	1996	2011	16	97 %	SAN JOSE - ANORI	-75.2627	7,1687	1310	PVM	Anorí	Nechí
2702024	1996	2011	16	95 %	MADRESECA	-75.0452	7,2584	650	PVM	Anorí	Nechí
2702035	1996	2011	16	92 %	SOLEIDAD	-75.2185	7,0419	1100	PVM	Anorí	Nechí
2308023	1996	2015	20	99 %	PALMAS LAS	-75.5394	6,155	2495	PVM	Envigado	Negro
2308026	1996	2015	20	99 %	LA MOSCA	-75.4601	6,3062	2205	PVM	Guarne	Negro
2308024	1996	2015	20	99 %	VASCONIA	-75.4883	6,2049	2510	PVM	Rionegro	Negro
2308030	1997	2015	19	91 %	EL CARMEN	-75.3249	6,068	2180	PVM	Carmen de Viboral	Negro
2308027	1996	2015	20	99 %	RIONEGRO LA MACARENA	-75.3499	6,157	2131	PVM	Rionegro	Negro
2308087	1996	2015	20	97 %	PALMAS - SAN ROQUE	-74.9123	6,4404	1100	PVM	San Roque	Nus
2308071	1996	2015	20	97 %	BELLALINA	-75.104	6,5511	1460	PVM	Cisneros	Nus
2308053	1996	2015	20	99 %	CARACOLI	-74.7612	6,4156	600	PVM	Caracolí	Nus
1107010	1996	2015	20	98 %	EL SIRENO	-76.2543	6,3925	1210	PVM	Urreao	Penderisco
1107015	1996	2015	20	98 %	LA PALMERA	-75.8807	7,2667	2506	PVM	Urreao	Penderisco
1107017	1996	2015	20	96 %	SAN JOSE DE URRAO	-76.1353	6,2378	1870	PVM	Urreao	Penderisco
1107009	1996	2015	20	93 %	SANTA BARBARA	-76.0819	6,4072	2595	PVM	Urreao	Penderisco
1107012	1996	2015	20	93 %	PABON	-76.162	6,158	1920	PVM	Urreao	Penderisco
2701035	1996	2015	20	98 %	CHORRILLOS	-75.5061	6,2991	2370	PVM	Medellín	Piedras Blancas
2701034	1996	2015	20	95 %	MAZO	-75.5091	6,2628	2455	PVM	Guarne	Piedras Blancas
2701713	1998	2015	18	98 %	G-8 PALMICHAL	-75.2637	6,6955	1780	LM	Carolina	Porce
2701763	1996	2013	18	98 %	EMBALSE QUEBRADONA	-75.4019	6,5181	2121	LM	Santa Rosa de Osos	Porce
2701712	1996	2015	20	98 %	G-6 RIONEGRITO	-75.3559	6,6371	2415	LM	Santa Rosa de Osos	Porce
2701501	1996	2015	20	98 %	EL ROBLE	-75.1321	6,9616	1175	CLM	Anorí	Porce
2701707	1998	2013	16	99 %	RG-6 PUENTE BELMIRA	-75.5364	6,652	2415	LM	Enterrios	Porce
2701100	1996	2015	20	96 %	CAJAMARCA	-75.0988	6,8254	1780	PVM	Amalfi	Porce
2701706	1996	2015	20	98 %	RG-7 EL BOTON	-75.5652	6,6656	2490	LM	Santa Rosa de Osos	Porce

Tabla 3-2.: Estaciones de precipitación analizadas

Codigo	Año Ini	Año Fin	L. Años	% Datos	Nombre	Lon	Lat	Elevación	Tipo	Municipio	Cuenca
2701102	1996	2015	20	95 %	EL SILENCIO	-74.9971	6.9402	1600	PVM	Amalfí	Porce
2701525	1996	2015	20	94 %	AMALFI	-75.0419	6.9281	1554	CLM	Amalfí	Riachón
2701099	1996	2015	20	99 %	BOQUERON AMALFI	-74.9948	6.8613	1600	PVM	Amalfí	Riachón
2701118	1996	2015	20	98 %	LOS ATAJOES	-75.5231	6.6983	2575	PVM	Santa Rosa de Osos	Riogrande
2701055	1996	2015	20	98 %	ARAGON	-75.5607	6.7829	2638	PVM	Santa Rosa de Osos	Riogrande
2701095	1996	2013	18	98 %	PRESA RIOGRANDE II	-75.4521	6.5089	2280	PVM	Don Matías	Riogrande
2701070	1996	2015	20	99 %	HAITON	-75.2781	6.6146	2120	PVM	Santa Rosa de Osos	Riogrande
2701059	1996	2015	20	98 %	EL CHAQUIRO	-75.4905	6.7549	2750	PVM	Santa Rosa de Osos	Riogrande
2701072	1996	2015	20	99 %	EL GOMEZ	-75.655	6.7413	2675	PVM	Belmira	Riogrande
2701116	1996	2015	20	96 %	EL TURURO	-75.5778	6.5963	2450	PVM	Enterrios	Riogrande
2701094	1996	2015	20	97 %	SAN BERNARDO	-75.5772	6.8564	2740	PVM	San José de la Montaña	Riogrande
2701073	1996	2015	20	98 %	MEDINA	-75.5352	6.4259	2620	PVM	San Pedro	Riogrande
2308790	1998	2015	18	98 %	RN-9B EL SILENCIO	-75.0163	6.2971	1021	LM	San Rafael	Samaná Norte
2623025	1999	2015	17	99 %	EL CARIBE	-75.6787	6.7808	2750	PVM	San José de la Montaña	SAN ANDRES
2310505	1996	2015	20	94 %	LA HONDA SAN BARTOLO	-74.5834	6.7004	540	CLM	Yolombó	San Bartolomé
2310010	1996	2015	20	94 %	TERESA LA	-74.6848	6.8191	782	PVM	Vegachí	San Bartolomé
2310504	1996	2015	20	98 %	LA GUAIRA	-74.7641	6.6635	927	CLM	Yalí	San Bartolomé
2310009	1996	2015	20	95 %	CEIBA LA FLORESTA	-74.8776	6.629	1260	PVM	Yolombó	San Bartolomé
2702029	1996	2015	20	99 %	MONTANITAS	-75.3943	6.7037	2659	PVM	Santa Rosa de Osos	Ténche
2702703	1998	2015	18	99 %	TC-4 LA INDIA	-75.3132	6.8101	1845	LM	Angostura	Ténche
2701484	1998	2015	18	92 %	LA GOTERA	-74.9734	7.0264	1130	PVM	Amalfí	Tinitá

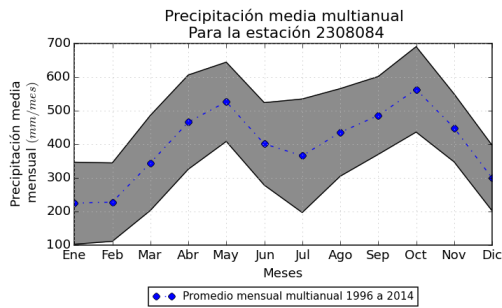


Figura 3-2.: Ciclo anual estación 2308084

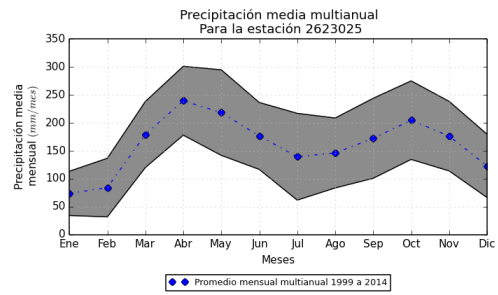


Figura 3-3.: Ciclo anual estación 2623025

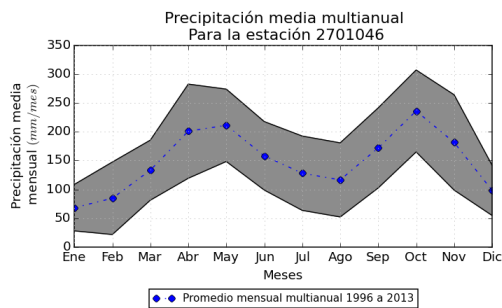


Figura 3-4.: Ciclo anual estación 2701046

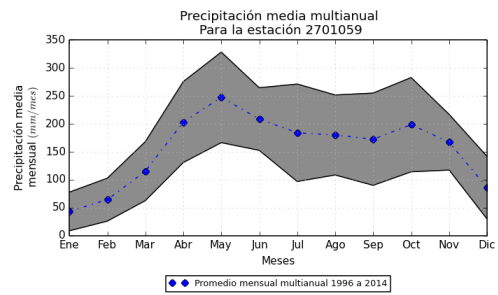


Figura 3-5.: Ciclo anual estación 2701059

los ciclos anuales de cada estación se muestra de la figura 3-2 a la figura 3-5, en ellos se puede observar como en algunas estaciones como la 2308084 y 2701046 se ven altamente influenciadas por la zona de convergencia intertropical (ZCIT) (región del globo terrestre donde convergen los vientos alisios del hemisferio norte con los del hemisferio sur). presentando un marcado ciclo bimodal con lluvias ligeras los meses de dic-ene-feb y presentando precipitaciones maximas los meses de mar-abr-may y sep-oct-nov.

Para cada estación se calcularon las tendencias mensuales a partir de un ajuste lineal optimizado por medio de mínimos cuadrados y de mínimas desviaciones absolutas, y se evaluó su significancia por medio del test no paramétrico de Mann-kendall, los calculos se realizaron tanto para las anomalias de precipitación como para los acumulados mensuales esto con el fin de determinar los efectos de remover el ciclo anual y trabajar las precipitaciones no como acumulados sino como anomalias de precipitación y los efectos que tiene el usar este método para la detección de tendencias a largo plazo con series mensuales.

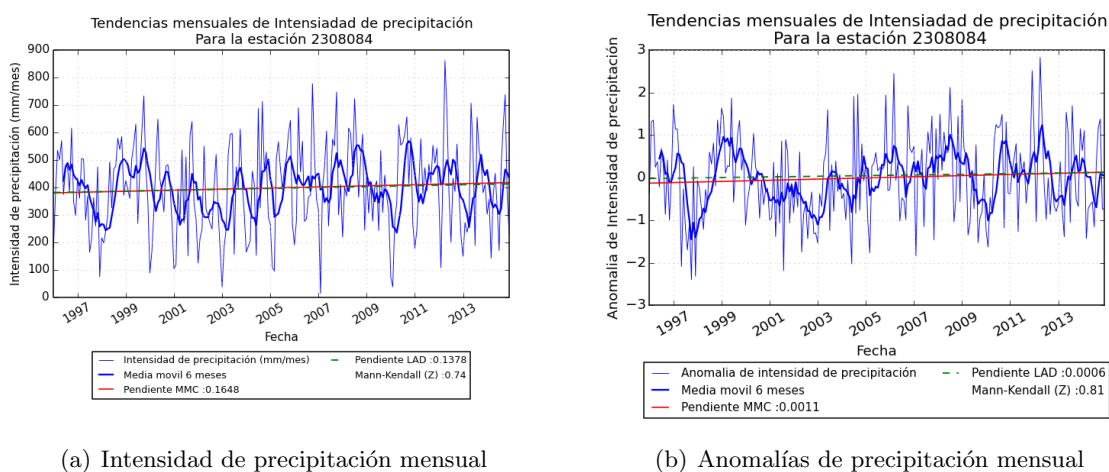
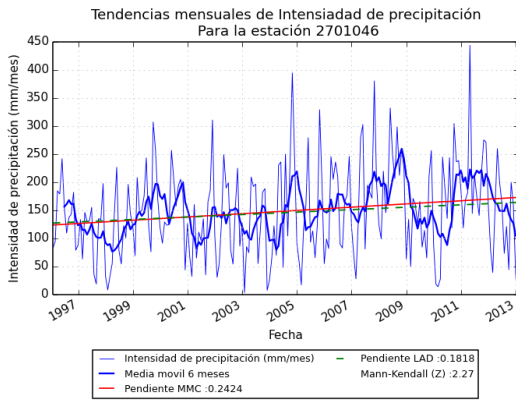


Figura 3-6.: Tendencia mensual de precipitación para la estación 2308084, (izquierda) la serie de acumulados mensuales de precipitación, (derecha) la serie estandarizada a la cual se le a removido el ciclo anual.

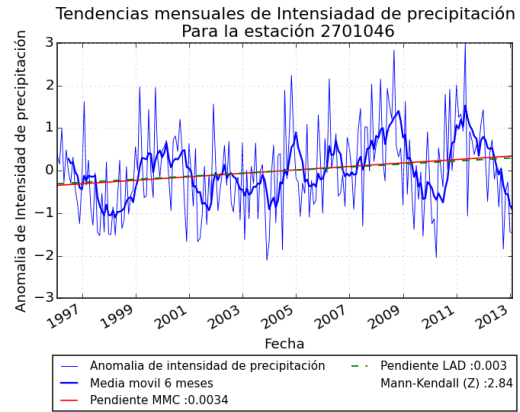
En la Figura 3-6 Se observa que las tendencias calculadas a partir del ajuste lineal con la metodología (LAD) y (LS) presentan una pendiente positiva poco pronunciada y no presenta diferencias apreciables entre ambos resultados, para evaluar su significancia se hace uso del test no paramétrico de Mann-Kendall, el cual nos da la posibilidad de rechazar la hipótesis nula que establece que no hay tendencia en la serie de tiempo, los resultados sugieren que no se puede rechazar dicha hipótesis con una certeza de mas del 95 %. por tanto la tendencia encontrada no es estadísticamente significativa.

En la figura 3-7 se observa un comportamiento similar a la estación 2308084 en la cual hay una pendiente positiva, en este caso los resultados de la prueba no paramétrica (M-K) nos permite rechazar la hipótesis nula, por lo tanto la tendencia encontrada es estadísticamente significativa, En estos dos casos, las tendencias son de $17,5mm$ y de $25mm$ por década respectivamente, lo que corresponde aproximadamente a 20 % y a 25 % de la desviación estándar una vez removida la tendencia. Esto evidencia que aun en casos de tendencias positivas significativas, la variabilidad interanual es mucho más alta que las tendencias de largo plazo.

Por otro lado, Las Figuras 3-8 y la 3-9 presentan pendientes de largo plazo decrecientes, solo

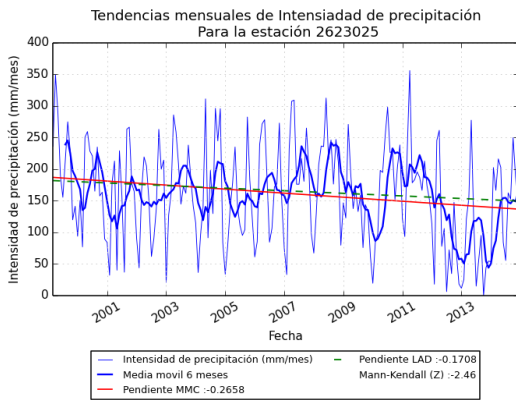


(a) Intensidad de precipitación mensual

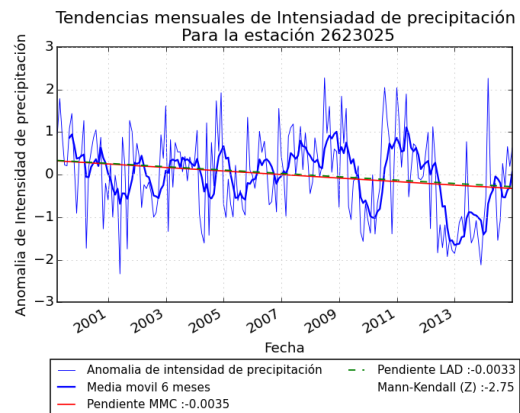


(b) Anomalías de precipitación mensual

Figura 3-7.: Tendencia mensual de precipitación para la estación 2701046, (izquierda) la serie de acumulados mensuales de precipitación, (derecha) la serie estandarizada a la cual se le a removido el ciclo anual.



(a) Intensidad de precipitación mensual



(b) Anomalías de precipitación mensual

Figura 3-8.: Tendencia mensual de precipitación para la estación 2623025, (izquierda) la serie de acumulados mensuales de precipitación, (derecha) la serie estandarizada a la cual se le a removido el ciclo anual.

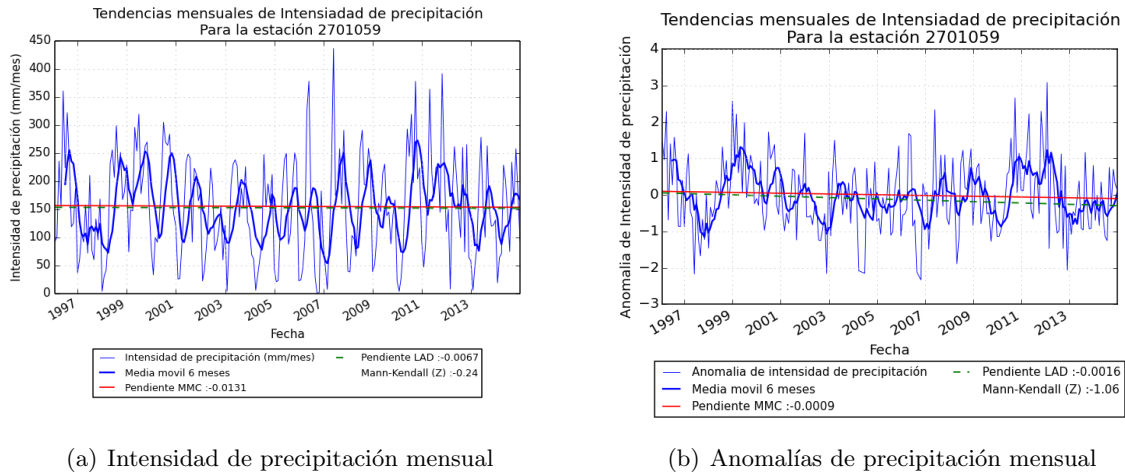


Figura 3-9.: Tendencia mensual de precipitación para la estación 2701059, (izquierda) la serie de acumulados mensuales de precipitación, (derecha) la serie estandarizada a la cual se le a removido el ciclo anual.

la estación 2623025 presenta tendencias estadísticamente significativas en el periodo comprendido entre 1999 y 2015, en este caso la tendencia es de $-20,5mm$ por década.

El mismo análisis fue llevado a cabo para todas las estaciones suministradas por EPM, para el periodo de tiempo comprendido entre 1996 y 2015, obteniendo la tendencia y la significancia de cada estación. Los resultados obtenidos se resumen en las tablas **A-1** a la **A-3**. Las Tablas incluyen el código de la estación, los estadísticos S y Z de Mann-Kendall y los indicadores de significancia. Las Tablas muestran gráficamente, con flechas ascendentes y descendentes de colores azul, rojo y negro si la estación presenta tendencias crecientes significativas, decrecientes significativas o tendencias no significativas de acuerdo al test no paramétrico de Mann-Kendall.

Los resultados obtenidos a partir de las intensidades de precipitación mensual para cada una de las 86 estaciones consideradas, indican la existencia de 81 estaciones, correspondiente al 94% de estaciones, sin tendencias significativas, de las cuales 59 muestran tendencias crecientes no significativas, 2 estaciones tienen tendencias crecientes significativas al 95% y 3 estaciones muestran tendencias decrecientes significativas al mismo nivel de confianza. En la Figura **3-10** se muestra la escala de colores que representa la magnitud de las tendencias mensuales (mm/mes) significativas siendo la máxima observada un poco menos de $0.23 mm/mes$, y la mínima observada de $0.37 mm/mes$

Los resultados obtenidos a partir de anomalías de precipitación mensual, indican la existencia de 72 estaciones, sin tendencias significativas, de las cuales 53 muestran tendencias crecientes no significativas, 6 estaciones tienen tendencias crecientes significativas al 95% y 8 estaciones muestran tendencias decrecientes significativas al mismo nivel de confianza.

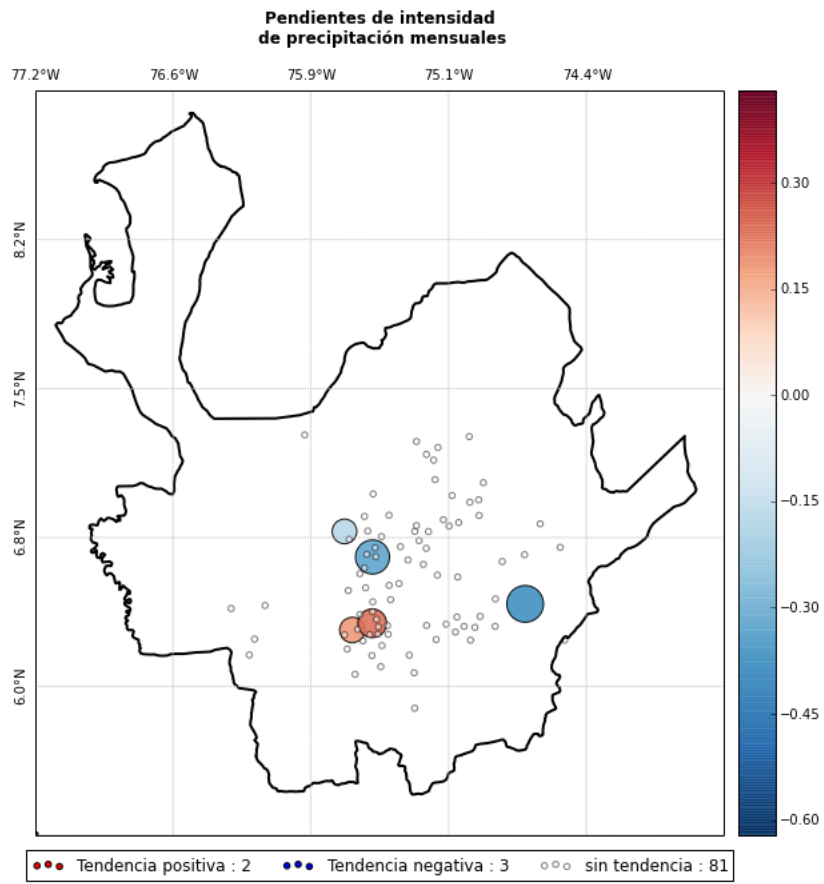


Figura 3-10.: Tendencias significantes de intensidad de precipitación mensual

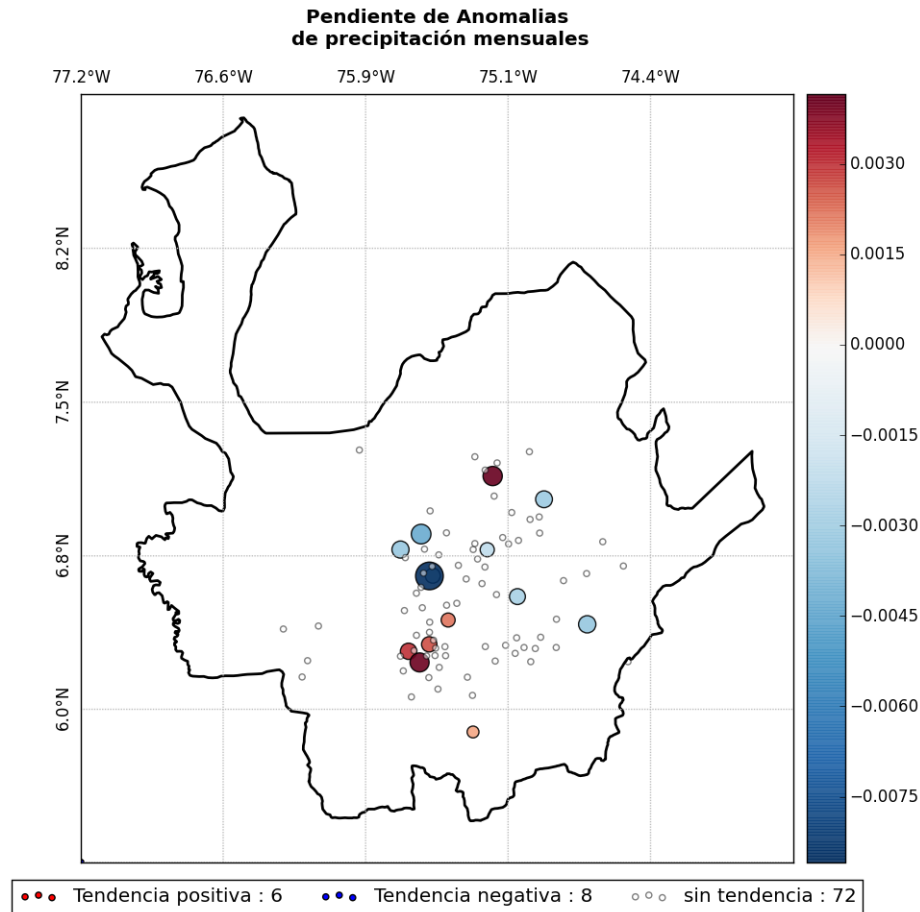


Figura 3-11.: Tendencias significantes de las anomalías de precipitación

Las Figuras 3-10 y la 3-11 resumen de manera gráfica los resultados del análisis de tendencias mensuales de largo plazo tanto para los acumulados de precipitación como para las anomalías de precipitación respectivamente. Es de resaltar que los resultados obtenidos a partir de anomalías de precipitación son más robustos ya que permiten cuantificar los cambios independiente de la unidad de medida y muestran un incremento en el número de estaciones significantes, aun así las tendencias no significantes representan un 84% de las estaciones analizadas y no muestran una congruencia espacial muy clara, a pesar de esto la mayoría de estaciones con tendencias positivas se encuentran en una misma franja latitudinal entre $5^{\circ}50'N$ y $6^{\circ}20'N$, en la parte alta de la cuenca de Porco (Valle de Aburrá).

A pesar de no haber tendencias generalizadas y homogéneas desde el punto de vista espacial en las anomalías mensuales, es importante considerar los posibles cambios en la distribución estadística de la precipitación, incluyendo análisis de cambios en los eventos extremos, los cuales pueden presentar tendencias en frecuencia de ocurrencia o magnitud, sin necesariamente estar asociados a cambios en la media mensual. Las siguientes secciones exploran las tendencias de largo plazo en los diferentes Percentiles de la distribución (histograma) de los datos.

3.2. Análisis de Tendencias de Largo Plazo de Precipitación a nivel subdiario: Estación Villa Hermosa

El objetivo de la presente sección es evaluar potenciales cambios en la distribución de precipitación, en otras palabras, se pretende con este análisis, evaluar si los patrones de distribución temporal y de intensidad de precipitación han cambiado aun en casos donde no se observen cambios en los acumulados mensuales. En primera instancia se estimaron los histogramas de intensidad de lluvia para diferentes acumulados temporales en ventanas temporales de 6 años con el fin de examinar, visualmente, cambios en los diferentes Percentiles de la distribución.

La figura **3-12** y la **3-13** muestran para la estación Villa Hermosa (2701045) la distribución de probabilidades (histogramas) estimada para diferentes acumulados temporales (1, 2, 4, 8 y 24 horas) para las ventanas temporales de 6 años, iniciando desde el año 1996 hasta 2013, con el fin de determinar los cambios en los valores extremos y su variabilidad según la resolución temporal de los datos.

Los acumulados temporales corresponden, para cualquier tamaño de ventana, a los acumulados de lluvia en periodos determinados por el tamaño de ventana con superposición: por ejemplo, para un tamaño de ventana de 8 horas, y una resolución temporal de 15 minutos, el primer dato de acumulados móviles para un año cualquiera corresponde a la suma de la precipitación entre las 00:00 del primero de Enero, hasta 08:00 del mismo día, mientras el segundo dato acumulado móvil a la suma entre las 00:15 hasta las 08:15.

La distribución de probabilidades, en este caso el histograma, se estima en 8 intervalos distribuidos exponencialmente entre el valor mínimo y máximo obtenido de la serie agregada a 1 hora. Para la lluvia agregada cada 1 hora se puede observar como existe un desplazamiento a la derecha del histograma, además de una disminución en la frecuencia de eventos menor intensidad y un aumento en la frecuencia de las demás intensidades. se logra identificar un comportamiento similar para las series agregadas cada 2, 4 y cada 8 horas, caso contrario en la precipitación agregada cada 24 horas en la cual ya no se aprecian diferencias entre las distribuciones.

Las Figuras **3-14** a la **3-16** presentan, para un periodo comprendido entre 1996 y 2014, la evolución anual de los percentiles 10, 50, 70, 90, 95 y 99 de los acumulados móviles de lluvia para diferentes horas, y las pendientes estimadas usando ajuste lineal por mínimos cuadrados (LS) y desviaciones mínimas absolutas (LAD-línea punteada). Cada percentil puede ser entendido como una intensidad de lluvia específica, así, percentiles mayores están asociados a intensidades más altas, estos percentiles se calculan como el valor rankeado de la serie de precipitación eliminando los días donde no hubo lluvia.

En la Figura **3-14** es evidente que los percentiles 10, 50 y 70 presentan pendientes positivas aun así los aumentos son mínimos comparados contra el percentil 99 de los datos, el aumento en el

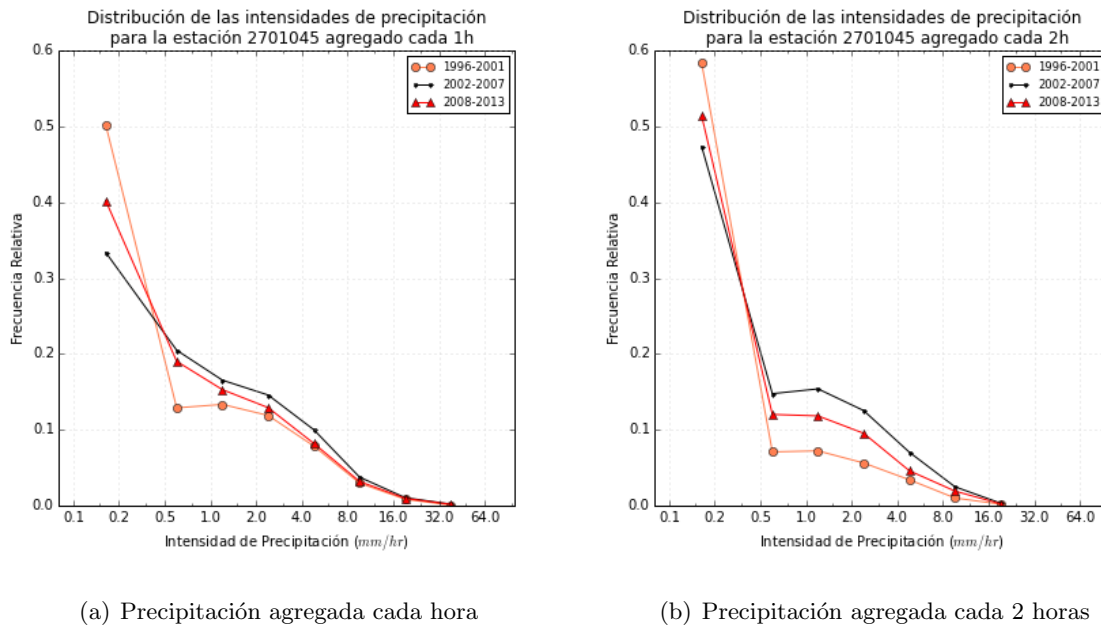


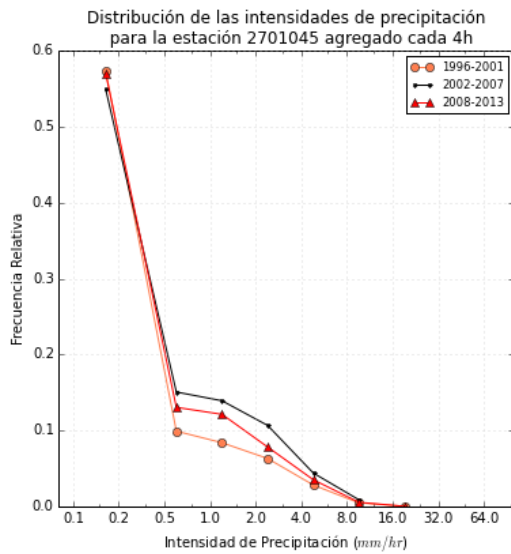
Figura 3-12.: Distribución de probabilidades estación Villa Hermosa agregada 1 hora y 2 horas

percentil 70 es 0.2 mm por década mientras que el incremento en el percentil 99 es de 2 mm por década, lo que sugiere que la frecuencia de eventos de mayor intensidad tiende a aumentar, en la gráfica también se logra apreciar una de las principales ventajas que tiene el método de LAD sobre LS, ya que la pendiente punteada del percentil 99 tiene una pendiente menor, y esta menormente influenciada por los outlier en comparación con el método LS.

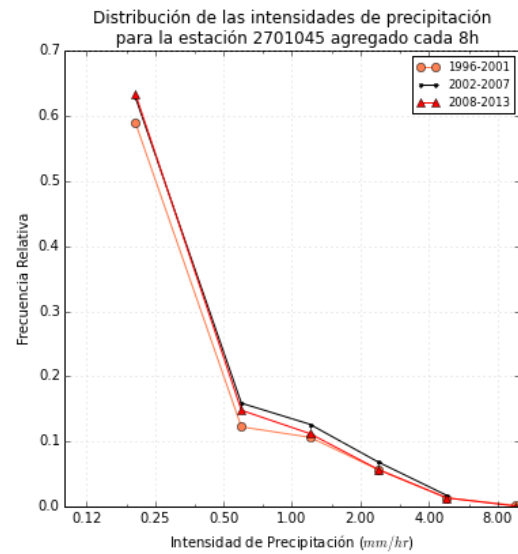
Para la agregación temporal de 8 horas presentada en la figura 3-15 se presentan resultados similares a los encontrados en la serie agregada a 1 hora, en este caso es evidente que las pendientes de los deciles bajos presentan incrementos muy bajos de 0.1 mm por década, mientras que para el percentil 99 presenta incrementos de 0.5 mm/hr, esto quiere decir que para eventos de precipitación con una duración de 8 horas no existe alta variabilidad en los extremos como lo están los eventos de 1 hora, aun así se presentan pendientes crecientes para los percentiles altos desde el 50 en adelante, indicando un aumento en la frecuencia de eventos de mayor intensidad.

Para la agregación temporal cada 24 horas presentada en la figura 3-16, se evidencian pendientes decrecientes desde el percentil 10 al percentil 99, indicando que eventos de una duración de 24 horas se volverán menos frecuentes y menos intensos en el futuro.

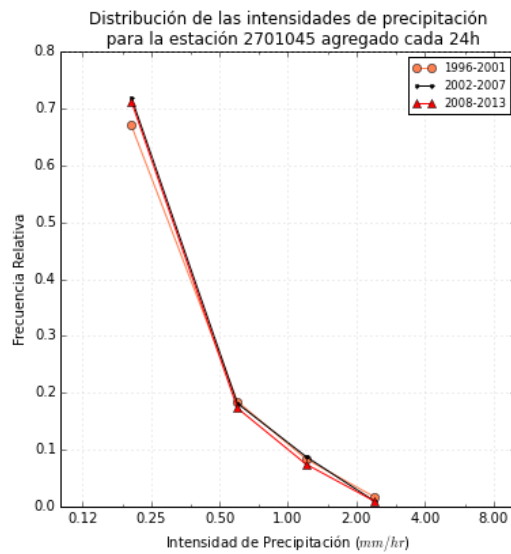
A partir de los resultados presentados en las series agregadas de 1 hora y 8 horas las cuales presentan pendientes crecientes, se puede concluir que los eventos de precipitación de una duración menor a la diaria serán más frecuentes y de mayor intensidad, caso contrario a lo observado en las series agregadas cada 24 horas las cuales pierden toda la variabilidad observada en las otras series, y da resultados contrarios indicando un decremento en las intensidades de precipitación.



(a) Precipitación agregada cada 4 horas



(b) Precipitación agregada cada 8 horas



(c) Precipitación agregada cada 24 horas

Figura 3-13.: Distribución de probabilidades estación Villa Hermosa agregada 4 horas, 8 horas y 24 horas.

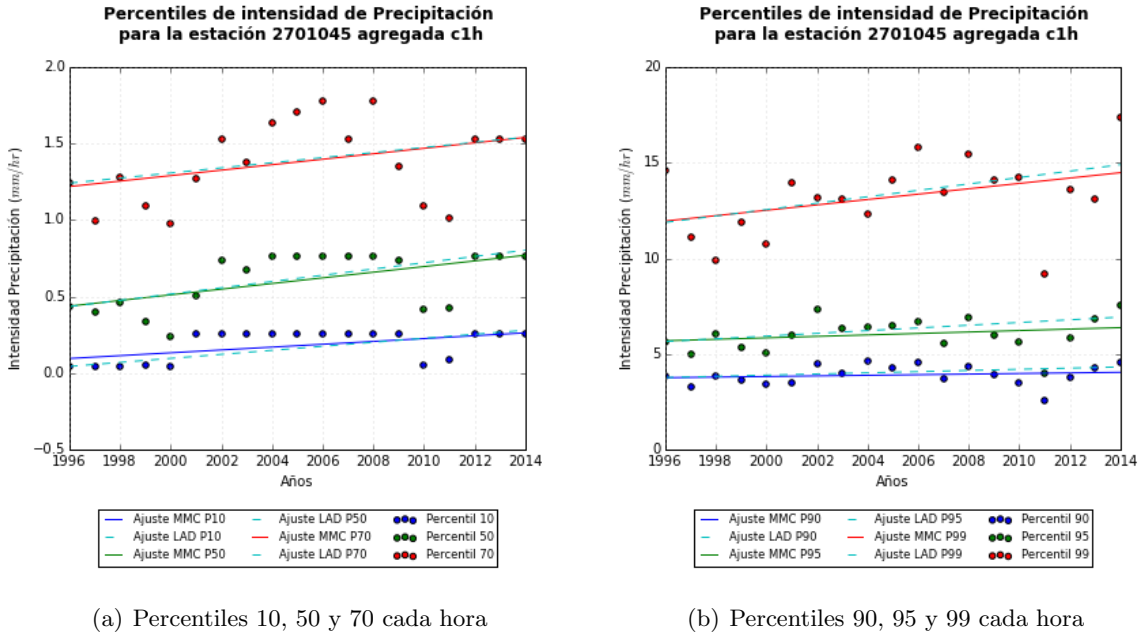


Figura 3-14.: Evolución anual de los percentiles 10, 50, 70, 90, 95 y 99 de la lluvia acumulada 1 hora.

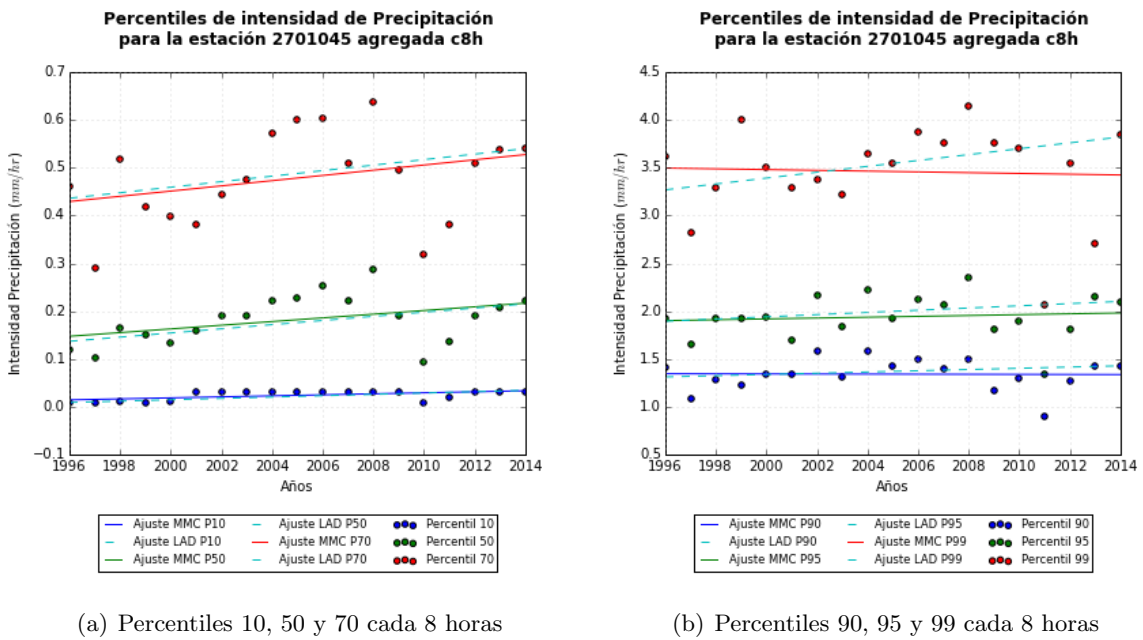
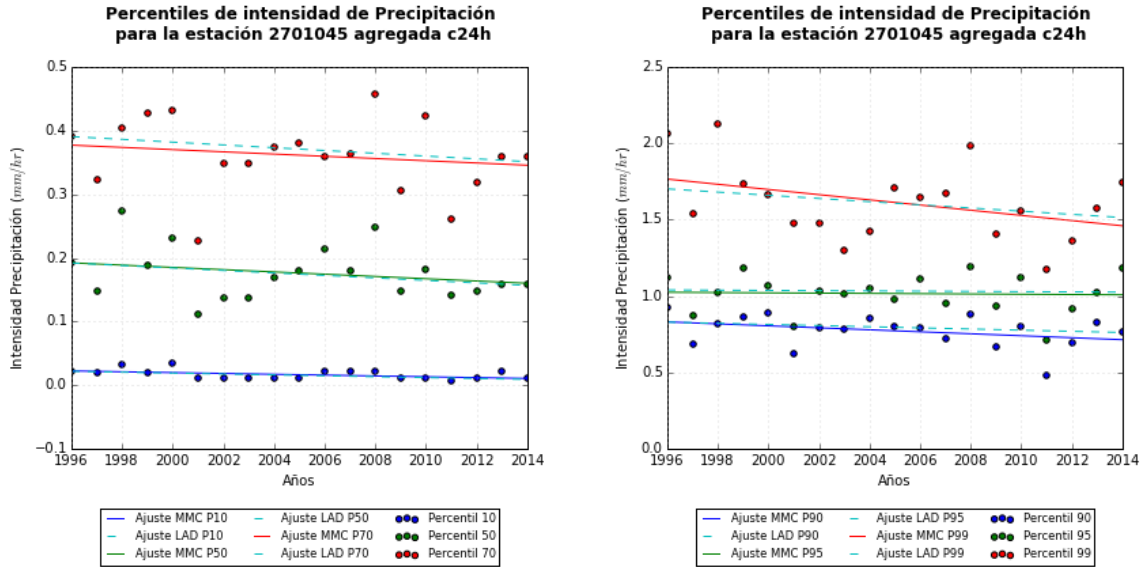


Figura 3-15.: Evolución anual de los percentiles 10, 50, 70, 90, 95 y 99 de la lluvia acumulada 8 horas.



(a) Percentiles 10, 50 y 70 cada 24 horas

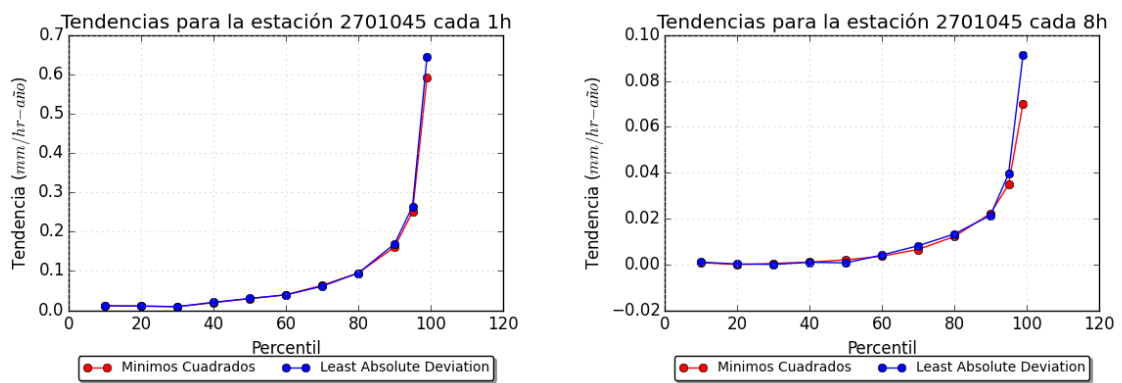
(b) Percentiles 90, 95 y 99 cada 24 horas

Figura 3-16.: Evolución anual de los percetiles 10, 50, 70, 90, 95 y 99 de la lluvia acumulada 24 horas.

Lo presentado anteriormente es aun más evidente en la Figura 3-17, donde la pendiente de la línea de tendencia estimada, tanto por el método de mínimos cuadrados (LS) como mediante el método de mínima desviación absoluta (LAD) para cada Percentil, presenta un crecimiento acelerado no lineal para los percentiles más altos, en el cual la pendiente estimada para el percentil 99 es aproximadamente el doble en magnitud que la correspondiente al Percentil 95. Dicha evidencia nuevamente sugiere que la tendencia de crecimiento es mucho más marcada para las intensidades altas, además se evidencia como pasa de pendientes crecientes en las agregaciones de 1 y 8 horas, mientras que para la agregación temporal de 24 horas presenta pendientes negativas con incrementos similares pero negativos a los encontrados en las series de 1 y 8 horas.

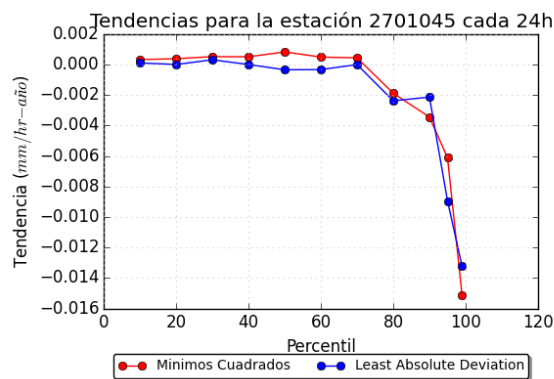
En la Figura 3-18 se presenta un resumen del análisis de tendencias de los diferentes percentiles para diferentes tamaños de ventana de acumulados 1 hora, 8 horas y 24 horas. El panel superior muestra las pendientes estimadas usando (LAD) de las tendencias anuales para los Percentiles 10 al 99 para cada uno de los acumulados seleccionados. Para las duraciones entre 1 hora y 8 horas la pendiente del percentil 90 presenta un incremento importante de la intensidad del evento, mientras que a partir de las 12 horas de acumulado las tendencias desaparecen.

Para los percentiles 10 al 60 no se observan tendencias importantes para ninguna ventana de acumulados. En el caso de los percentiles 90 al 99, las tendencias para ventanas de tiempo cortas son superiores a las presentes para ventanas más largas, lo que es de esperarse en caso de aumento de la intensidad de eventos extremos puesto que a medida que se alarga la ventana temporal se diluye



(a) Precipitación agregada cada hora

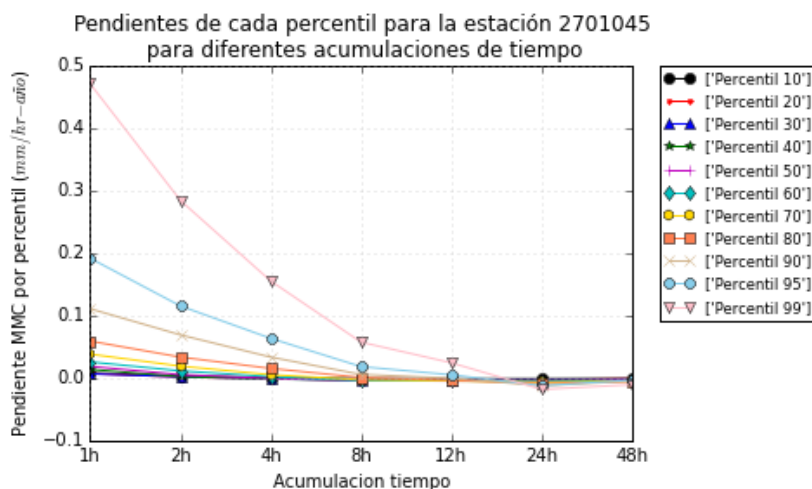
(b) Precipitación agregada cada 8 horas



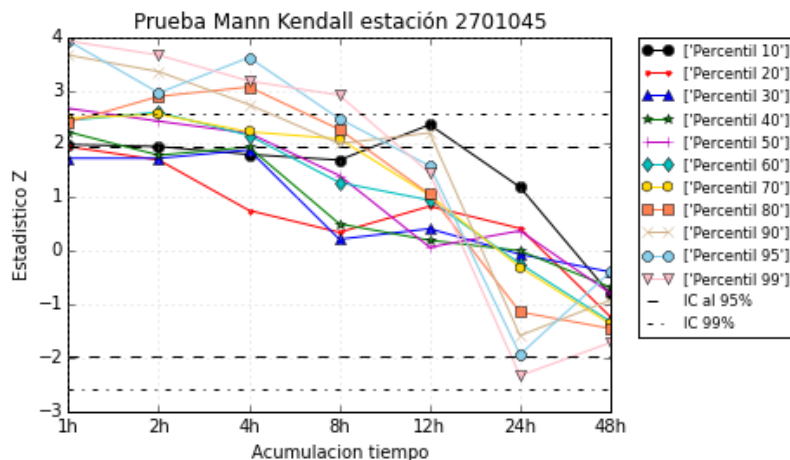
(c) Precipitación agregada cada 24 horas

Figura 3-17.: Pendiente de la línea de tendencia estimada, tanto por mínimos cuadrados como mediante el método de mínima desviación media absoluta para cada Percentil.

el efecto incremental de la intensidad por ser un fenómeno de relativo corto plazo.



(a) Pendiente para cada percentil



(b) Test Mann-kendall todas las agregaciones

Figura 3-18.: Pendientes estimadas usando (LAD) para los Percentiles 10, al 99 para cada uno de los acumulados seleccionado (panel superior). Prueba de tendencias de Mann-Kendall para los percentiles 10 al 99 (panel inferior)

El panel inferior de la Figura 3-18 presenta un resumen de la prueba de tendencias de Mann-Kendall, en la cual la hipótesis nula corresponde a la no existencia de tendencia en una serie determinada. Los resultados de dicha prueba sugieren que para los acumulados entre 1 hora y 8 horas se puede rechazar la hipótesis nula de no tendencia con una confiabilidad de mínimo el 95 % para los percentiles superiores al 60, sugiriendo la posible existencia de una tendencia estadísticamente significativa y creciente en dichos percentiles.

Con el fin de determinar el comportamiento de la precipitación a largo plazo en los diferentes Percentiles de la distribución, el método descrito para Villa Hermosa (2701045) fue replicado para todas las estaciones, generándose así series de tormenta (dado que llueve, las cuales se construyen a partir de las series originales y así determinar los diferentes Percentiles a escala temporal anual y luego determinar su pendiente a largo plazo a partir del ajuste lineal optimizado por LS y LAD los resultados se muestran en la sección 3.4, con el fin de garantizar la robustez de los resultados la significancia fue evaluada usando el método no paramétrico de Mann-Kendall.

Este análisis es comparable a la metodología presentada en los estudios de [Goswami et al., 2006] y [Elsner et al., 2008], en los cuales se estudiaron tendencias en valores extremos de precipitación en la India, y huracanes en el Atlántico. [Goswami et al., 2006] muestran, mediante análisis de coeficiente de variación de la serie, como durante las épocas de monzón el incremento en la temperatura global ha afectado las lluvias, encontrando tendencias al incremento de los eventos poco frecuentes y de mayor intensidad, mientras que los eventos de mayor frecuencia y menor intensidad tienen una tendencia a decrecer, sugiriendo también que los eventos medios sobre la región no muestran tendencias significativas. Este resultado es similar a lo evidenciado en la estación de Villa Hermosa. En el trabajo de [Elsner et al., 2008] se presenta como las velocidades del viento de los ciclones han ido incrementando (tendencias positivas en los Percentiles superiores al 70 %) mientras que en los cuantiles inferiores la tendencia en los datos no es significativa. Elsner et al (2008) concluyen que los resultados obtenidos son cualitativamente consistentes con la hipótesis que si el océano se calienta, este tiene más energía para generar las condiciones propicias para el incremento de los vientos de ciclones tropicales.

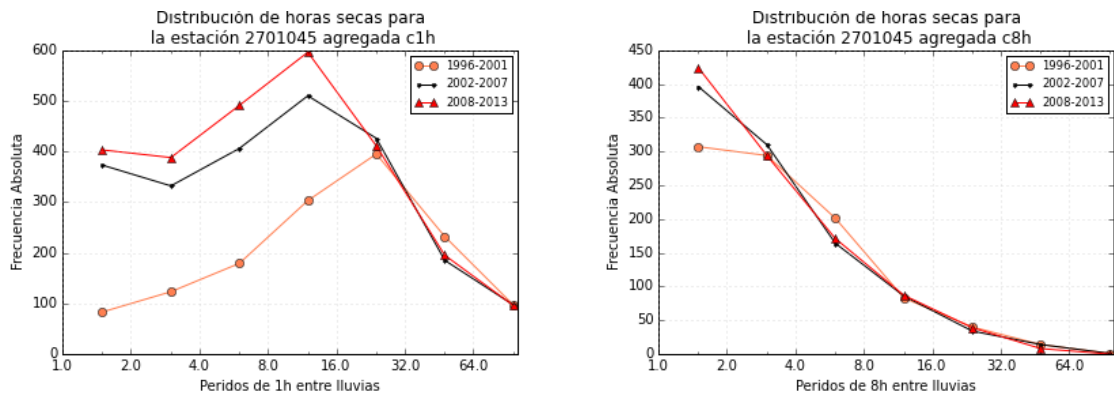
3.3. Cambios en la distribución de eventos secos Estación Villa Hermosa

De acuerdo con [Polade et al., 2014], Los cambios en la frecuencia de eventos secos por año puede reforzar o actuar en contra de las tendencias proyectadas en la intensidad de precipitación a medida que el clima se vuelve mas cálido, por tal motivo y con el fin de reforzar los resultados encontrados en las tendencias de precipitación, para la estación villa hermosa se evaluó el comportamiento de eventos secos que ocurren entre eventos de precipitación, para este caso en particular solo se tomaran eventos donde la precipitación sea menor a 0.01 mm/hora., estos eventos son determinados a partir de la limitante con las casuelas de medición ya que valores inferiores a este pueden ser debido a malos contatos de las casuelas por falta de precipitación de una duración suficiente.

La metodología consiste en construir histogramas de frecuencia absoluta de los eventos secos, y mirar su comportamiento en ventanas temporales de 6 años, esto para diferentes agregaciones temporales de 1 hora, 8 horas y 24 horas.

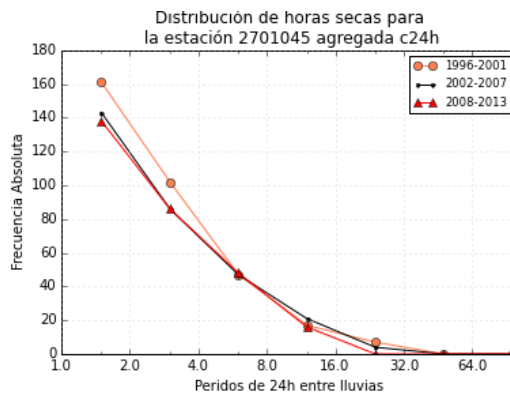
En la figura **3-19**, se muestran los histogramas de días secos para diferentes agregaciones temporales, en particular para el caso de 1 hora, se evidencia el incremento en la frecuencia de eventos

Figura 3-19.: Distribución de eventos secos entre periodos de lluvia para la estación Villa hermosa (2701045)



(a) Distribución de periodos de 1h entre lluvias

(b) Distribución de periodos de 8h entre lluvias



(c) Distribución de periodos de 24h entre lluvias

secos entre 1 y 2 horas, y se continua con esta tendencia hasta alcanzar las 24 horas, después de 24 horas las diferencias entre los diferentes años no es apreciable, otra manera de interpretar estos resultados hablando de balance diario significa un aumento en las precipitaciones de mayor intensidad en periodos de tiempo mas cortos.

Para la agregación temporal de 8 horas se evidencia que solo los eventos de 8 horas a 16 horas tienen un incremento en el numero de ocurrencias, después de 24 horas el comportamiento es similar al obtenido en la serie de 1 hora. Para agregaciones temporales de 24 horas, los cambios son contrarios a lo encontrado en las series de 1 hora y 8 horas, indicando que han disminuido los eventos secos de 1 día a 4 días lo que se puede interpretar como un aumento en días con lluvia.

En conclusión las tendencias en las series de precipitación a nivel subdiario sugieren un incremento en las probabilidades de ocurrencia de eventos de precipitación de menor duración y de mayor intensidad, y a su vez estos escenarios se ven opacados debido a la agregación temporal de las series.

Este análisis no se realizo para todas las estaciones debido a que cada estación presenta un comportamiento diferente para cada agregación temporal, y a pesar de presentar resultados similares carecen de robustez estadística que nos permita evaluar si los resultados obtenidos son significantes.

3.4. Cambios en la Distribución Para Todas las Estaciones de Registro

El análisis de cambios de largo plazo en los Percentiles presentado en las secciones anteriores se hizo para todas 86 estaciones entregadas por EPM con registros superiores a 15 años a partir de 1996. Las tablas **A-5** a la **A-24** muestran, para diferentes ventanas de acumulación (1, 2, 4, 8, 12, 24 y 48 horas), el valor del estadístico Z de la prueba no paramétrica de Mann-Kendall para los Percentiles anuales de cada una de las estaciones estudiadas. Adicionalmente, cada valor del estadístico Z está acompañado de una flecha ascendente o descendente que denota el sentido de la tendencia detectada, donde las flechas de color azul y rojo denotan tendencias significativas al 95 % de confianza.

Los resultados para todas las estaciones son coherentes con lo presentado en las secciones anteriores, indicando el aumento en la intensidad de los eventos extremos de precipitación a escala anual. En las ventanas de acumulación de 1 a 12 horas es evidente en el aumento de dichos eventos (Percentil 70 al 95) en la gran mayoría de estaciones, mientras a partir de los acumulados de 24 horas las dichas tendencias no aparecen significativamente. En las ventanas de 1 a 12 horas también se observa en menor medida una tendencia en los Percentiles inferiores, lo cual sugiere un desplazamiento de toda la distribución en los acumulados de pocas horas hacia mayores intensidades. Por otro lado, los acumulados de 24 y 48 horas muestran un decrecimiento de los Percentiles bajos, lo cual es coherente con aumento en la intensidad sin cambio en la media observado en algunas estaciones.

Las Figuras **3-20** a la **3-22** resumen de manera gráfica los resultados del análisis de tendencias de largo plazo para cada Percentil usando los registros a partir de 1996 con precipitaciones agregadas cada 8 horas. En dichas figuras, similar a la presentada para las tendencias mensuales, los círculos

verdes corresponden a estaciones con tendencias positivas significativas y los naranjas a tendencias negativas significativas. Los círculos sin color corresponden a casos donde la tendencia no es significativa al 95 %. En este caso, se puede observar que las estaciones con tendencias positivas en los Percentiles más altos, se presentan en toda la región sin patrón específico. Para los Percentiles inferiores, la zona que muestra tendencias positivas corresponde a la misma donde se observan tendencias en la precipitación acumulada mensual.

Resumiendo los resultados encontrados para las agregaciones temporales de 1 horas, 8 horas y 24 horas se muestran las figuras **3-23** a la figura **3-25** las cuales presentan una gráfica de significancia estadística contra pendiente en mm/hr-año para los percentiles 10, 60, 90 y 95.

En la figura **3-23** se muestra el resumen de la significancia estadística contra la pendiente obtenida por medio de LAD para lluvias agregadas cada hora, para el decil 10 se logra apreciar como las pendientes a pesar de ser significativas presentan ordenes de magnitud muy poco representativos, mientras que las pendientes del percentil 95 presentan pendientes que va desde 0.2 hasta 0.8 mm/hr-año además de esto presenta pocas estaciones sin tendencia estadísticamente significativa, indicando un resultado robusto para la zona de estudio.

- **Resumen cada 1 hora**

- Tendencias para datos agregados cada hora, Percentil 10: 68 estaciones tienen tendencias crecientes y significativas, 18 estaciones no tienen tendencia significativa, de las cuales 16 son crecientes.
- Tendencias para datos agregados cada hora, Percentil 60: 71 estaciones tienen tendencias crecientes y significativas, 15 no tenían tendencia significativa, de las cuales 11 tienen tendencias crecientes.
- Tendencia para datos agregados cada hora, Percentil 90: 77 estaciones tienen tendencia creciente y significativa, 8 estaciones no tienen tendencias significativas y 1 estaciones tienen tendencias decrecientes y significativas

En la figura **3-24** se muestra el resumen de la significancia estadística contra la pendiente obtenida por medio de LAD para lluvias agregadas cada 8 horas, presenta resultados similares a los obtenidos con la serie de 1 hora, con la diferencia que los valores del percentil 10 no muestran un número significativo de estaciones estadísticamente significantes, mientras que los percentiles 90 y 95 mantienen un número muy similar, indicando que los resultados a 8 horas pueden ser aceptables para concluir sobre el comportamiento de la lluvia.

Figura 3-20.: Mapas pendientes de precipitación para precipitaciones con resolución temporal 8 horas para los percentiles 10 al 40

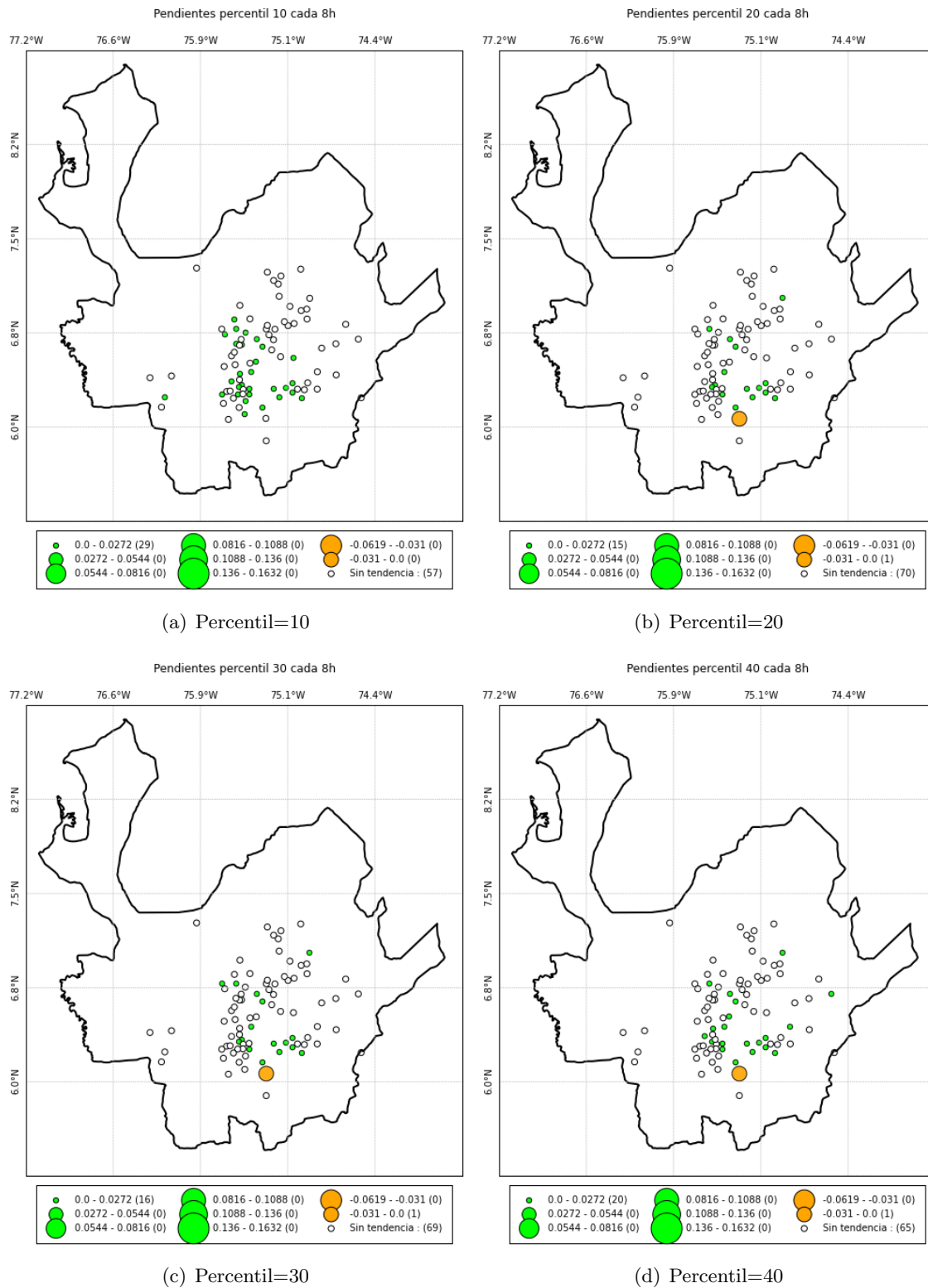


Figura 3-21.: Mapas pendientes de precipitación para precipitaciones con resolución temporal 8 horas para los percentiles 50 al 80

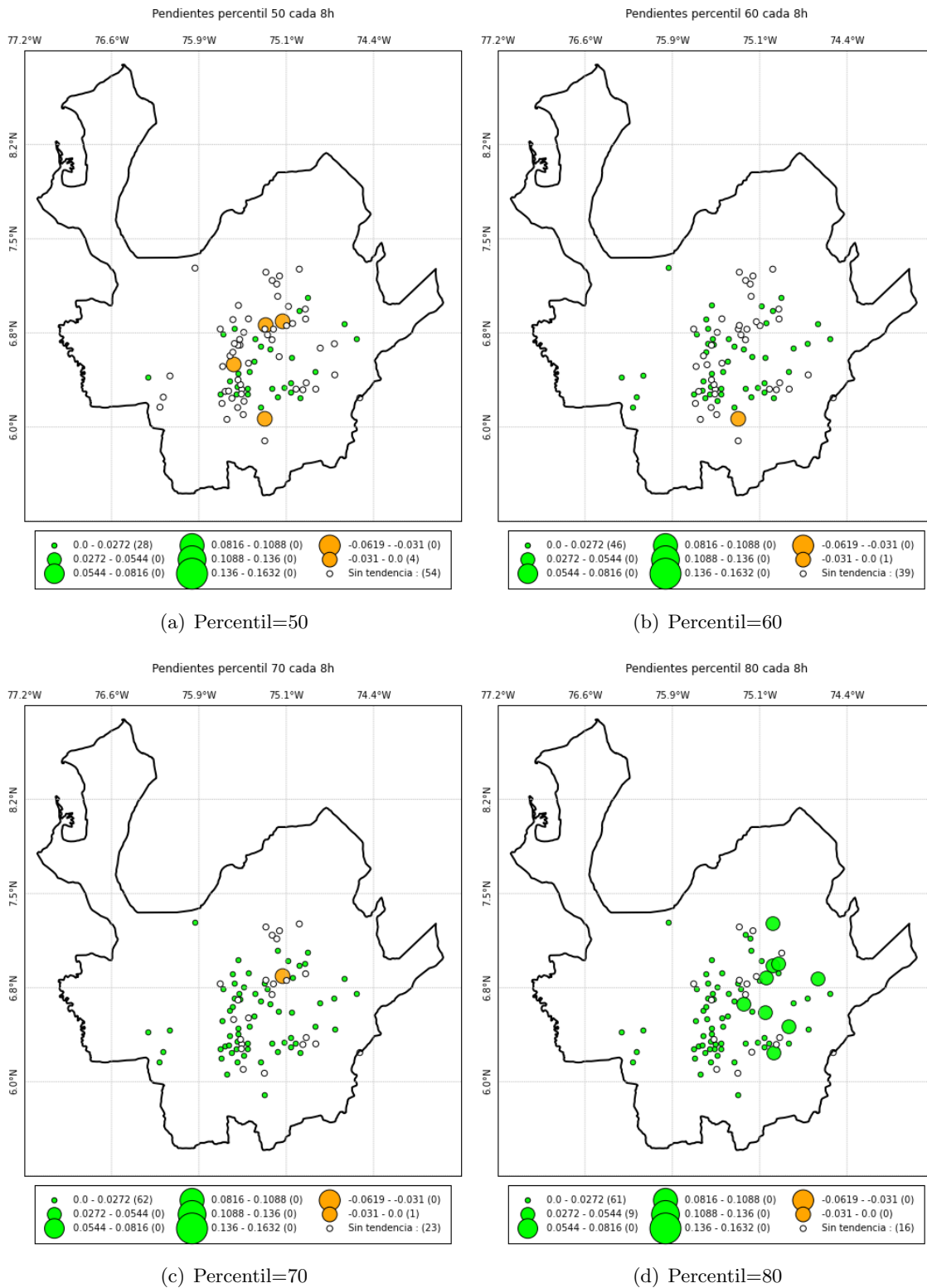
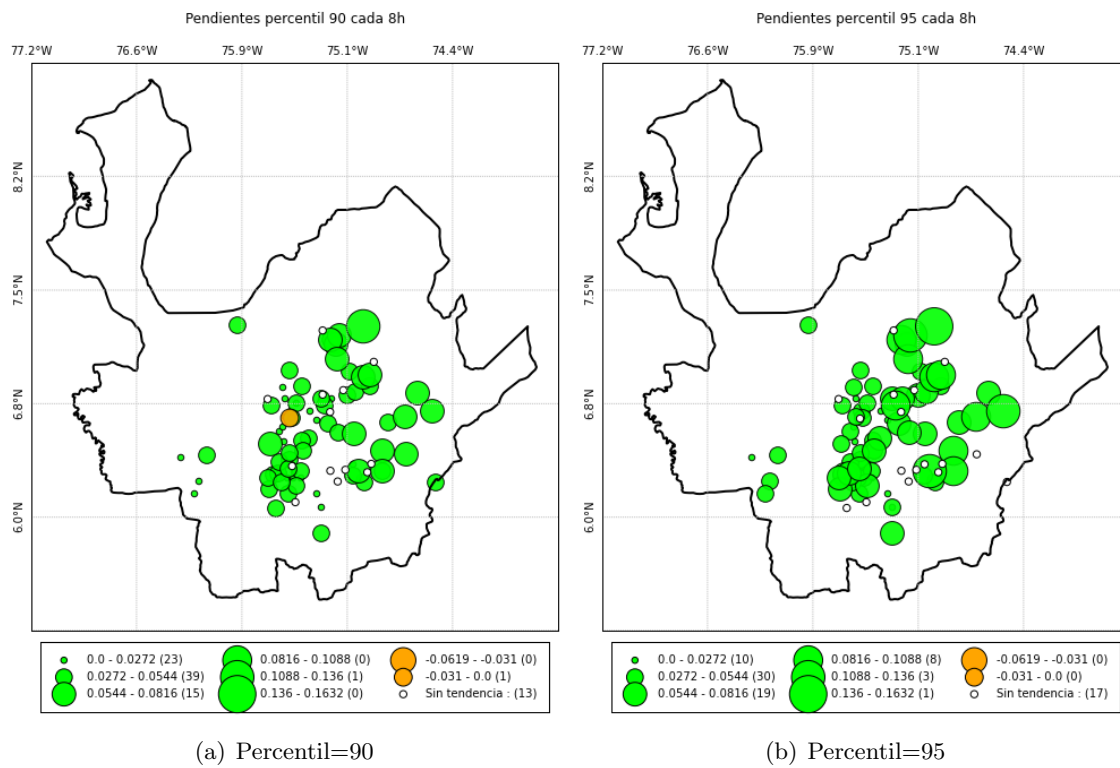


Figura 3-22.: Mapas pendientes de precipitación para precipitaciones con resolución temporal 8 horas para los percentiles 90 al 95



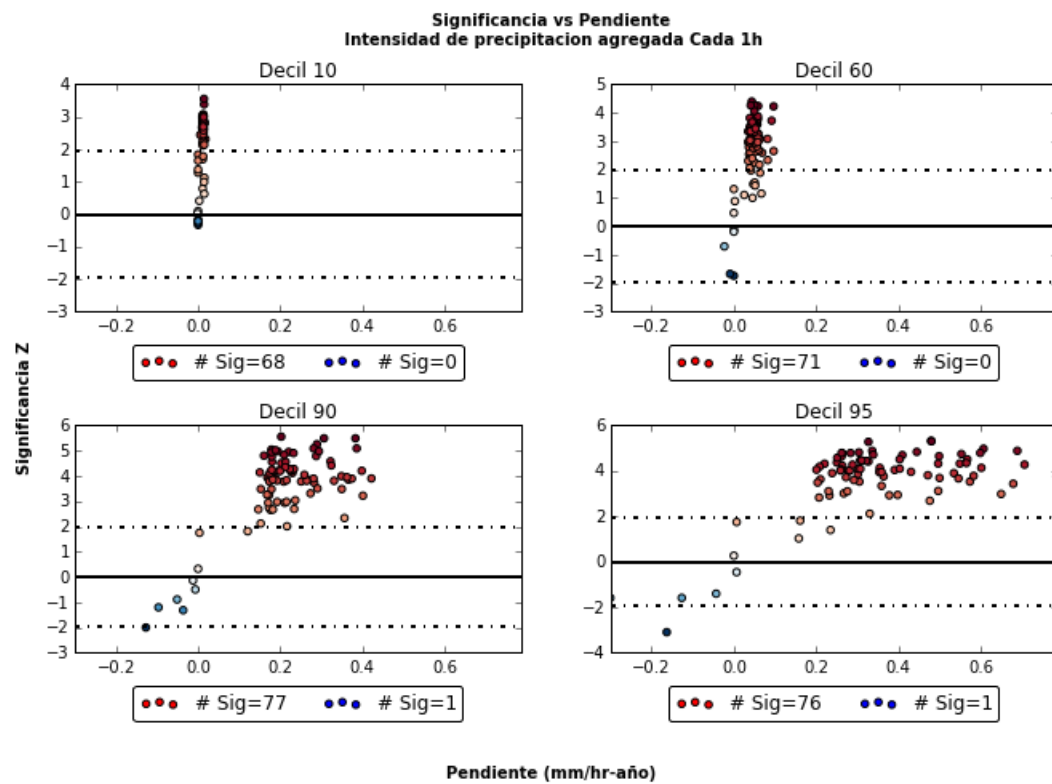


Figura 3-23.: Significancia de la prueba Mann-Kendall Vs la pendiente obtenida por LAD para lluvias agragadas cada hora

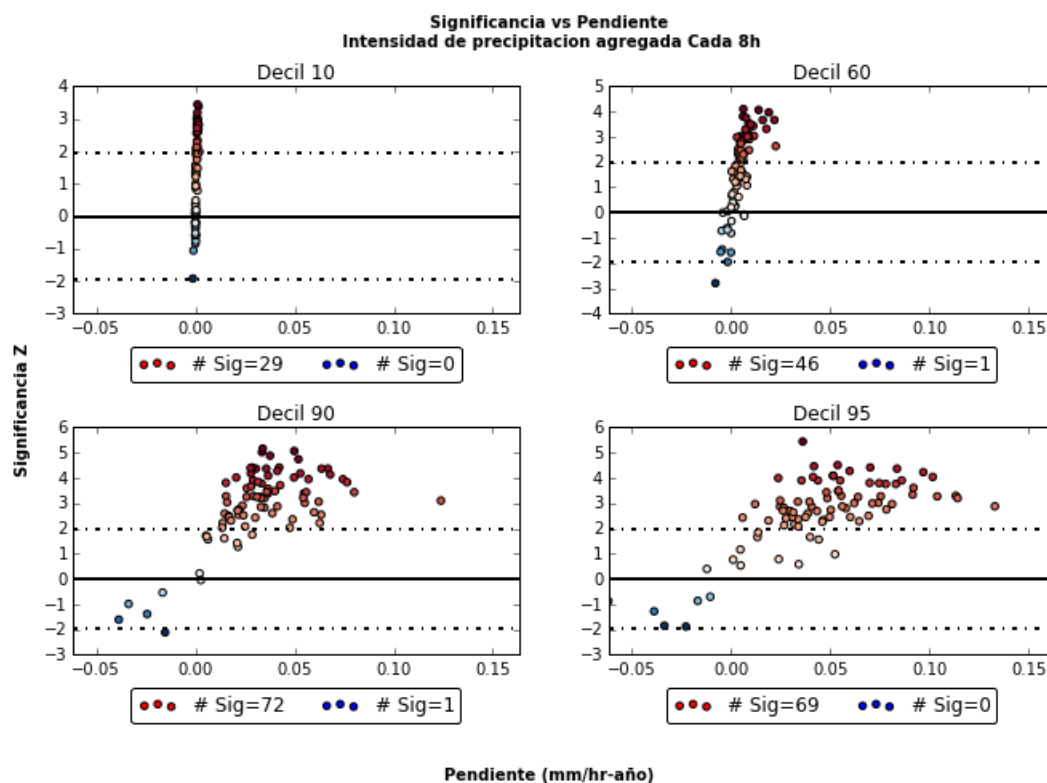


Figura 3-24.: Significancia de la prueba Mann-Kendall vs la pendiente obtenida por LAD para lluvias agragadas cada 8 horas

En la figura **3-25** se muestra el resumen de la significancia estadística contra la pendiente obtenida por medio de LAD, para la serie agregada cada 24 horas, de esta se puede apreciar que el numero de estaciones con tendencia creciente y estadísticamente significativa es máximo 1, mientras que el numero de estaciones con tendencia decreciente y estadísticamente significativa son mayores a cualquiera de las demas agregaciones temporales, indicando poca robustez a la hora de explicar fenomenos en los valores extremos de precipitación.

■ **Resumen cada 8 horas**

- Tendencia para datos agregados cada 8 horas, Percentil 10: 29 estaciones tienen tendencias crecientes significantes, 57 estaciones no tienen tendencias significantes de las cuales 47 son crecientes no significantes
- Tendencia para datos agregados cada 8 horas, Percentil 60: 46 estaciones tienen estaciones crecientes con tendencia significativa mientras que solo 1 estación tienen tendencias decrecientes y significantes, de las 39 estaciones restantes que tienen tendencia no significativa, 29 son crecientes.
- Tendencia para datos agregados cada 8 horas, Percentil 90: 72 estaciones de precipitación

tienen tendencias crecientes y significativas, de las 13 estaciones con tendencia no significativa 7 tienen tendencias crecientes, y solo 1 estación presenta tendencia decreciente significativa.

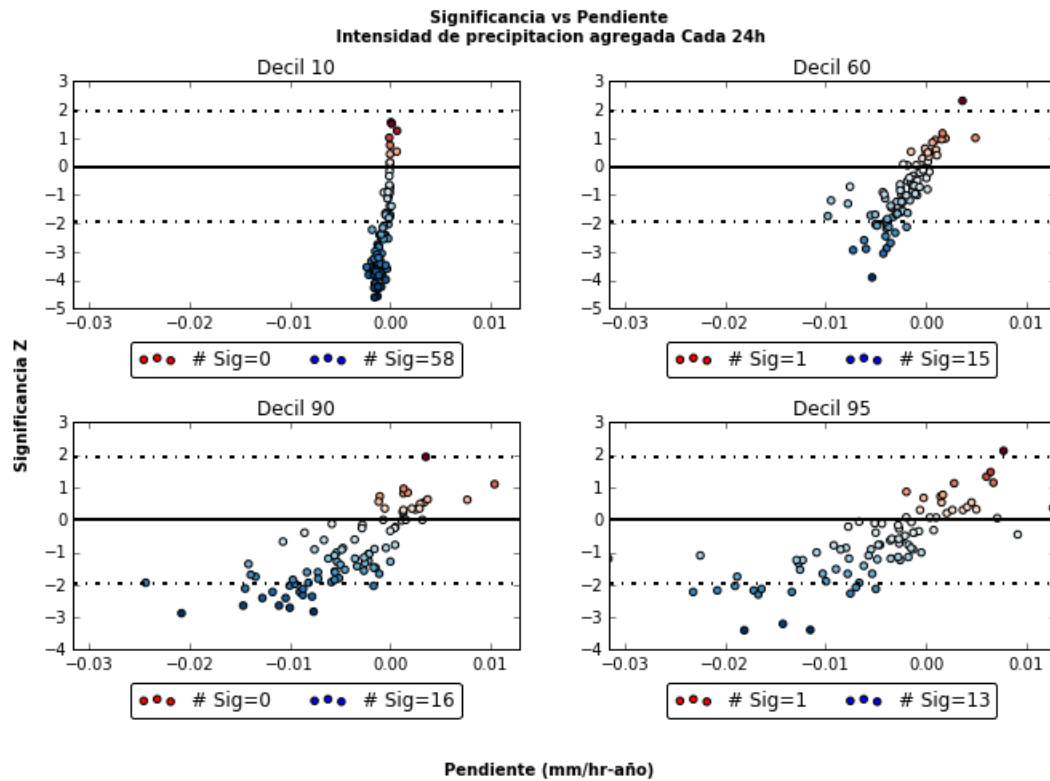


Figura 3-25.: Significancia de la prueba Mann-Kendall vs la pendiente obtenida por LAD para lluvias agragadas cada 24 horas

- **Resumen cada 24 horas**
- Tendencia para datos agregados cada 24 horas, Percentil 10: no existen estaciones con tendencia creciente y significativa, 58 estaciones con tendencia decreciente y significativa, y 28 estaciones sin tendencias significativas.
- Tendencia para datos agregados cada 24 horas, Percentil 60: 1 estación con tendencia creciente y significativa, 15 estaciones con tendencia decreciente y significativa, y 69 estaciones sin tendencias significativas.
- Tendencia para datos agregados cada 24 horas, Percentil 90: no hay estaciones con tendencia creciente y significativa, 16 estaciones tienen tendencia decreciente y significativa, 70 estaciones sin tendencias significativas.

4. Análisis de Eventos Extremos a Partir de Información Satelital

Los diferentes resultados presentados en la sección 3.4 sugieren la existencia de tendencias crecientes o decrecientes en los eventos extremos de precipitación. Estos cambios en los eventos extremos son coherentes con lo reportado por el IPCC en otras regiones, sin embargo, a la fecha no se ha presentado evidencia concreta sobre dichas tendencias en eventos extremos como la que se encontró en el presente estudio. Un ejemplo de los resultados actuales se presenta por [Hurtado-Montoya, 2015] en los que a pesar de encontrar homogeneidad en los resultados para la zona continental aun queda mucha pregunta mas concretamente sobre la zona andina.

Con el fin de presentar los cambios en la región colombiana se buscaron las bases de datos con mejor resolución espacial y temporal debido a que la metodología presentada solo es útil cuando se presentan resoluciones temporales sub-diarias. razón por la cual los datos del Tropical rainfall measurement mission (TRMM) son los adecuados, estos datos son construidos a partir de la composición de datos satelitales y complementados con datos medidos en tierra.

4.1. Análisis de tendencia en los valores extremos de intensidad de precipitación para la región de Colombia

Con el fin de comprender el comportamiento de la precipitación a diferentes escalas temporales (menores a 24 horas) y complementar los resultados encontrados para las estaciones de EPM, se analizaron los datos de intensidad de precipitación obtenidos del satélite TRMM, identificando cambios en la intensidad, frecuencia y duración de los eventos extremos, analizando la presencia de tendencias a largo plazo, y su significancia estadística. La metodología empleada sigue los lineamientos planteados en el capítulo 2.2. Los resultados obtenidos se presentan de la figura 4-1 a la figura 4-10 las cuales muestran la tendencia de los datos calculada por medio de LAD, solo si son significantes mediante la aplicación de la prueba no-parametrica de Mann-Kendall.

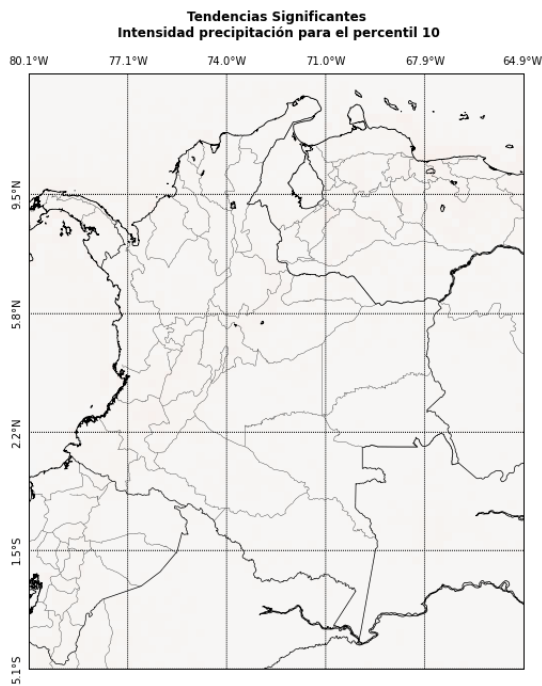


Figura 4-1.: Tendencia Percentil 10

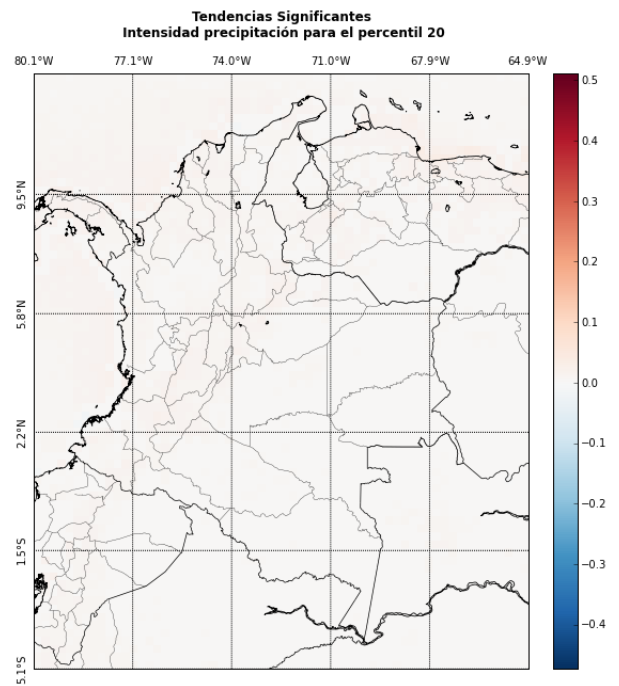


Figura 4-2.: Tendencia Percentil 20

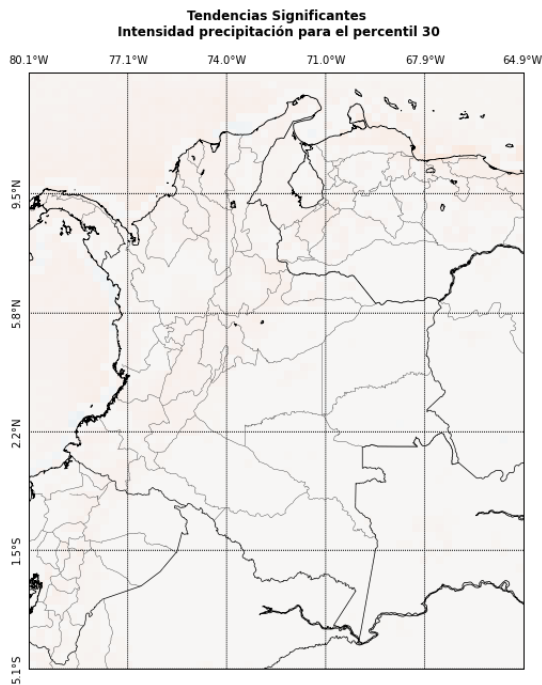


Figura 4-3.: Tendencia Percentil 30

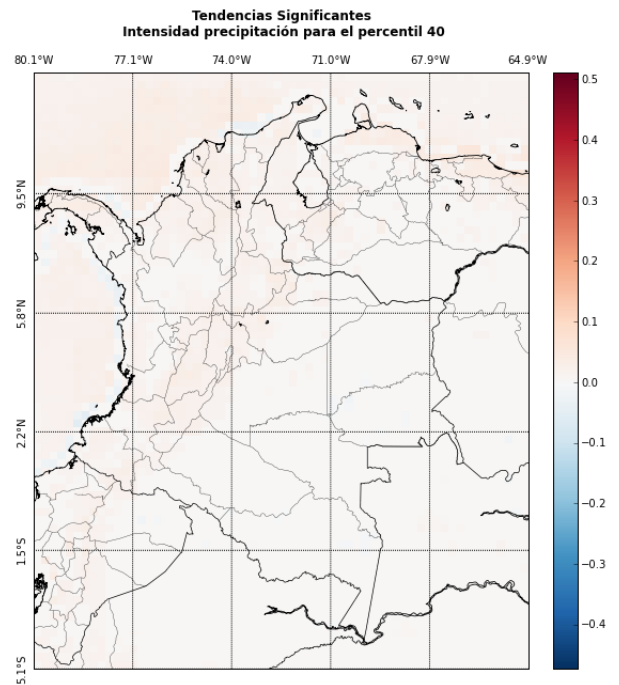


Figura 4-4.: Tendencia Percentil 40

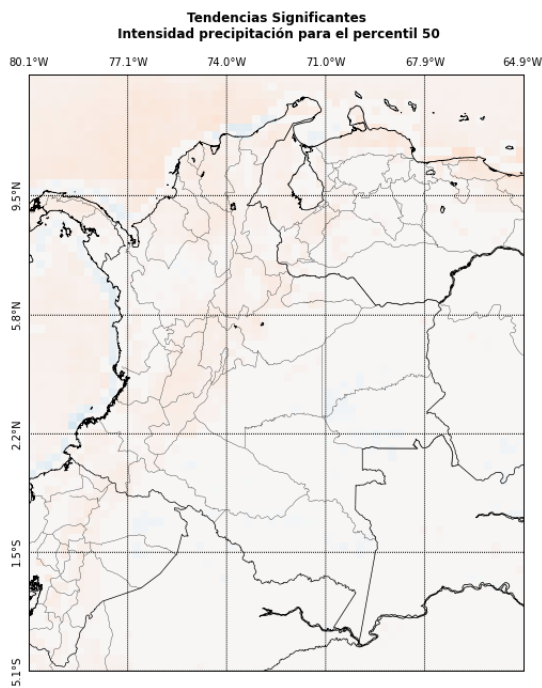


Figura 4-5.: Tendencia Percentil 50

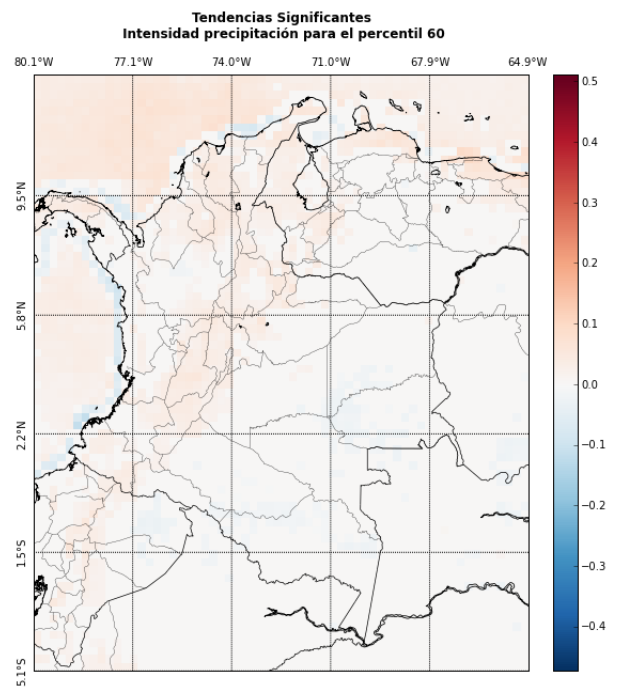


Figura 4-6.: Tendencia Percentil 60

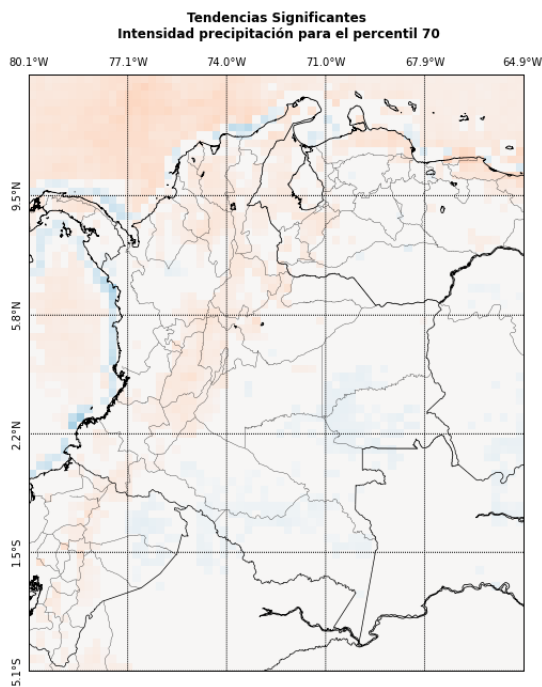


Figura 4-7.: Tendencia Percentil 70

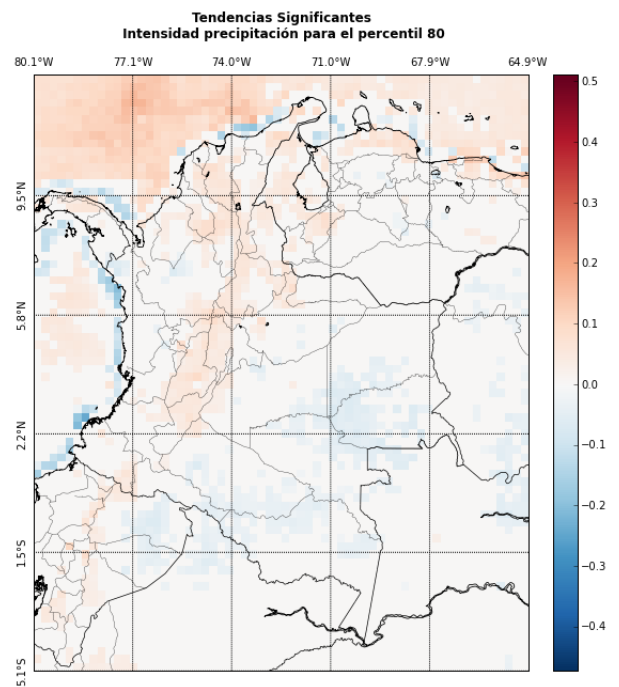


Figura 4-8.: Tendencia Percentil 80

De las figuras 4-1 a la figura 4-10, es posible observar que a pesar de que los resultados no son homogéneos para toda la región, hay zonas donde hay prevalencia de tendencias crecientes como lo la llanura del caribe, el valle del magdalena y el mar caribe Colombiano, igualmente se obser-

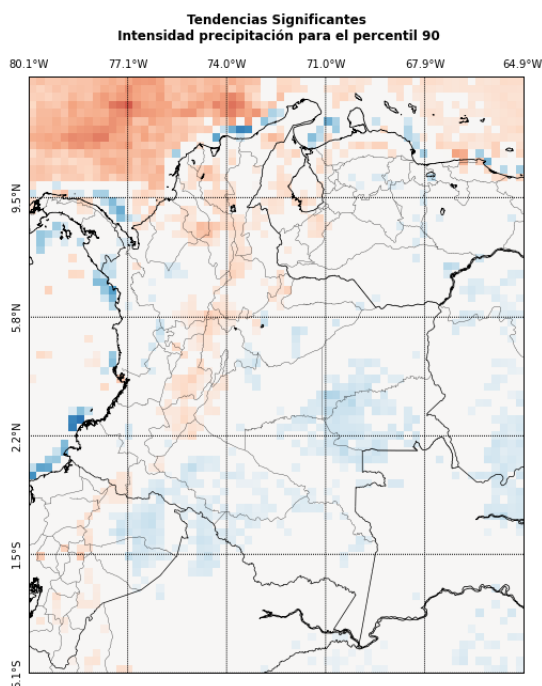


Figura 4-9.: Tendencia Percentil 90

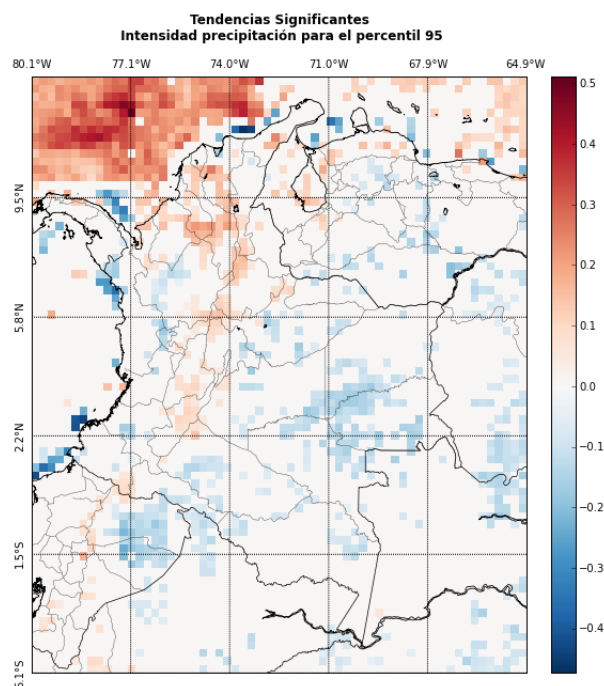


Figura 4-10.: Tendencia Percentil 95

van tendencias decrecientes en la intensidad de precipitación sobre la llanura Amazónica. Además de estas zonas también se identifica una marcada línea de costa, probablemente ocasionada por problemas de delimitación entre el continente y el océano generados por la composición de datos realizada por la misión TRMM, esto debido principalmente a la calibración que se realiza con los datos en tierra y con los datos en el océano.

Del percentil 10 figura 4-1 al percentil 60 figura 4-6 no se logran apreciar con claridad las tendencias ya que son muy pequeñas, esto a pesar de ser significantes, dándonos a entender que las precipitaciones bajas incluso medias no sufren mayores cambios en su comportamiento, mientras que a partir del percentil 70 las tendencias calculadas por LAD tienen un mayor orden de magnitud por lo que son fácilmente identificables las zonas donde se han presentado los mayores cambios en los valores extremos de precipitación.

4.2. Análisis de los cambios en los valores extremos de intensidad de precipitación sobre dos puntos de referencia

Con el fin de explicar mejor las tendencias en los valores extremos de los datos de intensidad de precipitación del TRMM, se llevó a cabo el procedimiento descrito en el capítulo 2.2. sobre dos puntos uno con tendencia creciente y otro con tendencia decreciente.

El Punto 1 de referencia seleccionado está localizado en el departamento de Antioquia (74.875°W, 5.875°N); su ubicación se muestra en la mapa de la figura 4-11, al lado derecho en la gráfica superior

se muestra los percentiles 10, 50 y 90 de intensidad de precipitación para cada año, estos percentiles son calculados a partir de la serie de precipitación dado que llueve (valores por encima del umbral de 0.01 mm/hr), ya que solo se tienen en cuenta eventos de precipitación es decir dado que llueve, además se muestran las tendencias calculadas por medio de (LAD) para los percentiles 10, 50 y 90, en la grafica inferior se muestra las pendientes para cada percentil calculadas a partir de (LAD).

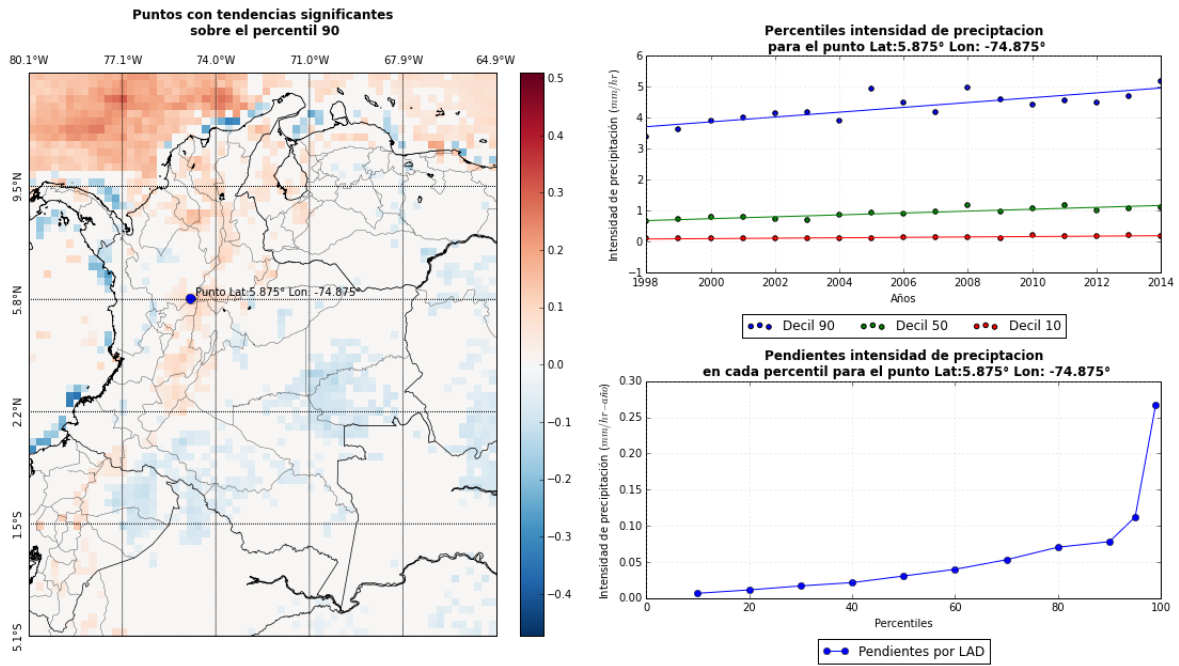


Figura 4-11.: Localización del Punto 1 tendencias crecientes

El Punto 2 de referencia seleccionado está localizado en (76.125°W, 0.125°S); su ubicación se muestra en la mapa de la figura 4-12, al lado derecho en la gráfica superior se muestra los percentiles 10, 50 y 90 de intensidad de precipitación para cada año, estos percentiles son calculados a partir de la serie de precipitación filtrada, ya que solo se tienen en cuenta eventos de precipitación es decir dado que llueve, además se muestran las tendencias calculadas por medio de (LAD) para los percentiles 10, 50 y 90, en la grafica inferior se muestra las pendientes para cada percentil calculadas a partir de (LAD).

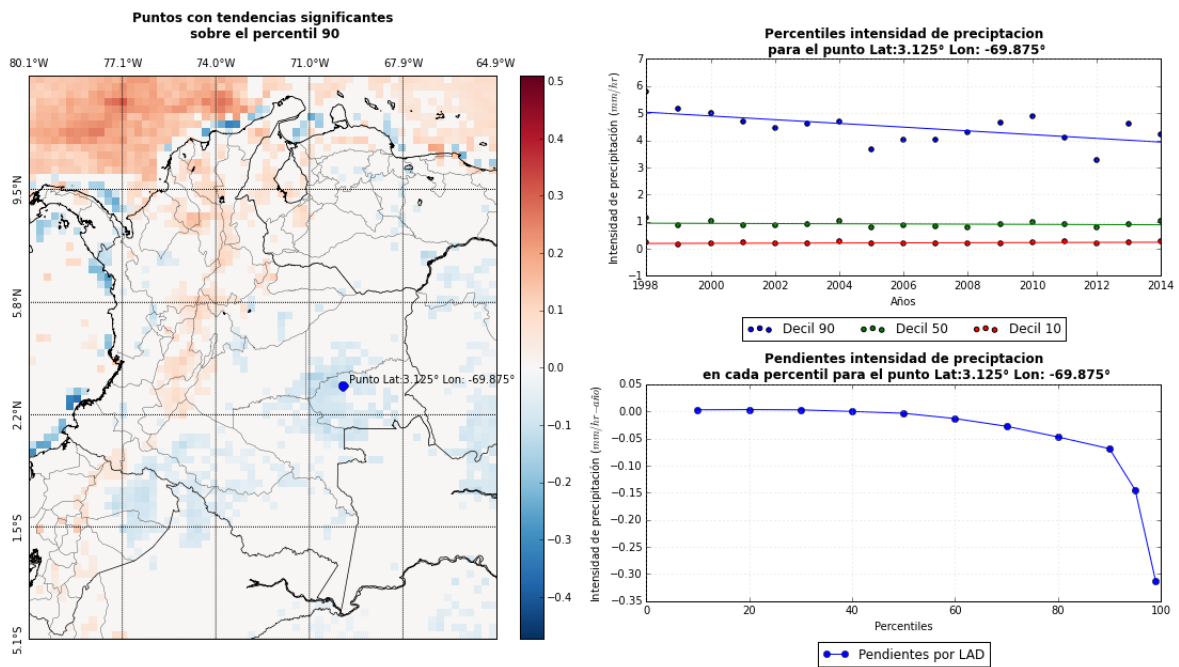


Figura 4-12.: Localización del punto 2 tendencias decrecientes

La significancia de la tendencia se evaluó mediante la prueba no paramétrica de Mann-Kendall con un nivel de significancia del 95 %, los resultados para cada punto y para cada percentil se muestran en la figura 4-13 y figura 4-14.

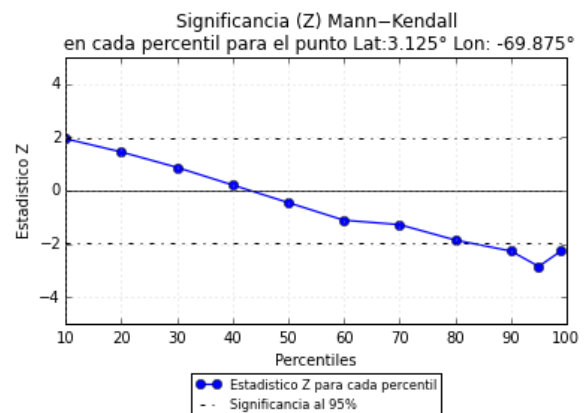
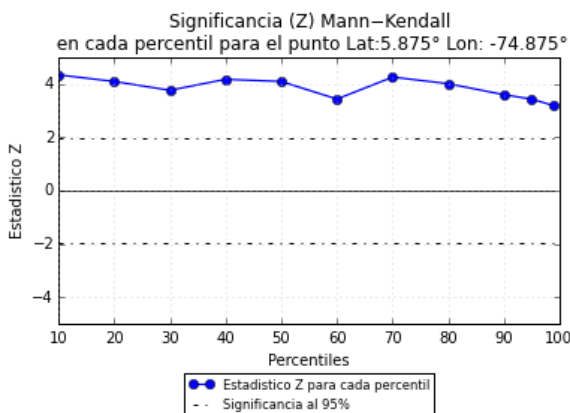


Figura 4-13.: Resultados de la prueba Mann-Kendall para cada Percentil

Figura 4-14.: Resultados de la prueba Mann-Kendall para cada Percentil

Para el punto 1 sobre la región Antioqueña (ver figura 4-11), se evidencia una tendencia creciente desde el percentil 10 al 99, en la figura 4-13 se muestran los resultados de la prueba no paramétrica Mann-Kendall donde se muestran los resultados del estadístico Z los cuales desde el percentil 10

son significantes. Los cambios mas grandes en la tendencia se notan a partir del percentil 60 donde las pendientes pasan de ser de 0.05 mm/hr-año a 0.25 mm/hr-año en el percentil 99. A modo de ejemplo y suponiendo que esta incremento se presente en el valle de aburra, el cual posee un área aproximada de 1077 km^2 un incremento de 0.25 mm/hr en todo el valle tendría una respuesta en caudal de aproximadamente $74 \text{ m}^3/\text{s}$, lo cual es mas del 700% el caudal medio del río Medellín a la altura de aula ambiental.

Para el punto 2 ubicado en la región de la Guainía (ver figura **4-12**), se evidencia una tendencia decreciente en todos los percentiles caso contrario al presentado en el punto 1, los resultados de la prueba de significancia presentados en la figura **4-14**, muestran como solo son significantes los percentiles 90, 95 y 99 de la serie, los cuales presentan unos decrementos que van desde los 0.05 mm/hr-año a 0.30 mm/hr-año.

El resultado obtenido se asocia directamente a zonas con resultados homogeneos donde la prevalencia regional de la tendencia en los valores extremos es negativa o positiva, en contraste con los datos medidos en tierra en donde a pesar de existir una homogeneidad en los resultados aun hay estaciones que presentan tendencias negativas pero no son representativas de la zona de estudio.

5. Análisis del comportamiento de la temperatura medida en tierra

las estaciones consideradas para este análisis se escogieron con los criterios mencionados en la sección 2.1.1, de las 16 estaciones entregadas solo se pudieron elegir 9 estaciones que cumplieran con tener mas del 90% de los datos entre la ventana de tiempo de 1996 a 2015. Están ubicadas en su mayoría en la región oriental del departamento Antioqueño, 2 de ellas están ubicadas en el valle de San Nicolás y otras dos en la cuenca de Río Grande.

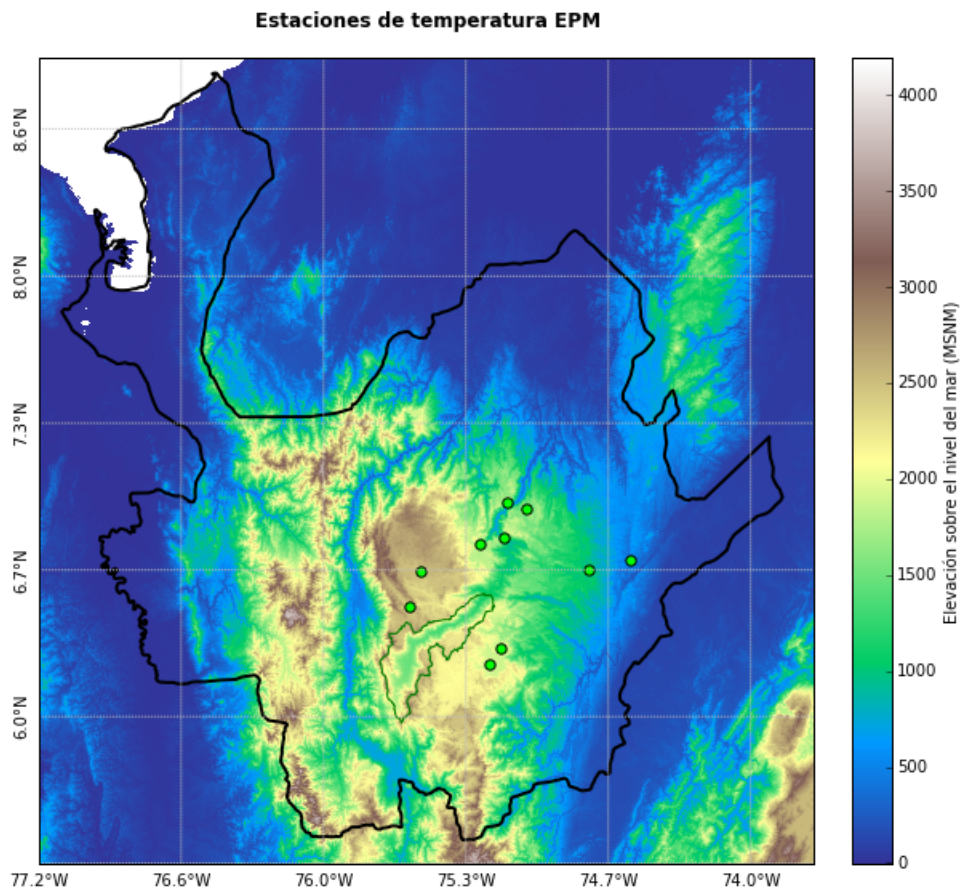


Figura 5-1.: Estaciones de temperatura suministradas por EPM

Tabla 5-1.: Estaciones de temperatura analizadas

Estación	Coordenada N	Coordenada W	Código	Cota
SANTA RITA	6,3129	-75,1624	2308505	1922
EL PENOL	6,2359	-75,2133	2308517	1929
LA HONDA SAN BARTOLO	6,7057	-74,5781	2310505	540
EL ROBLE	6,9616	-75,1321	2701501	1175
EL MANGO	6,8082	-75,1476	2701514	948
TRONERAS - G-2D	6,7801	-75,2524	2701518	1809
SAN PEDRO RG-10 LA Y	6,4965	-75,5714	2701522	2452
CUCURUCHO	6,6533	-75,5199	2701523	2580
AMALFI	6,9325	-75,0459	2701525	1554

5.1. Comportamiento a largo plazo de la temperatura para estaciones en tierra

Para evaluar el comportamiento de la temperatura en la región, se construyeron los histogramas de distribución de frecuencias en periodos de 6 años y se evaluaron las tendencias a largo plazo para los deciles 10 al 90 y los percentiles 95 y 99. De las **5-2** a la **5-10** se muestran los histogramas obtenidos para el periodo de análisis desde 1996 a 2015.

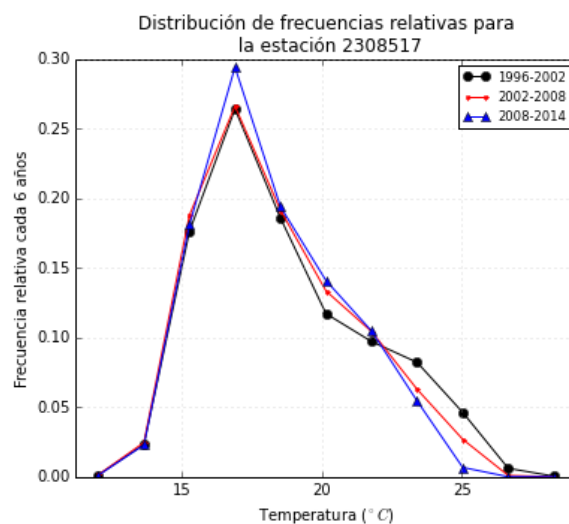
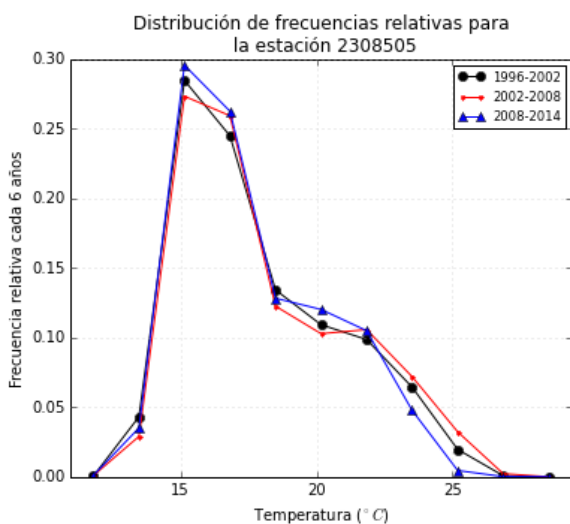


Figura 5-2.: Histograma de frecuencia cada 6 años estación 2308505

Figura 5-3.: Histograma de frecuencia cada 6 años estación 2308517

Tomando como referencia el periodo entre 1996 y 2002, en las figuras **5-2**, **5-3** y **5-7**, se logran identificar incrementos en las temperaturas comprendidas entre los 15°C y 20°C, así mismo se logra identificar una leve reducción de los eventos máximos de temperatura comprendidos entre los 22°C y 30°C.

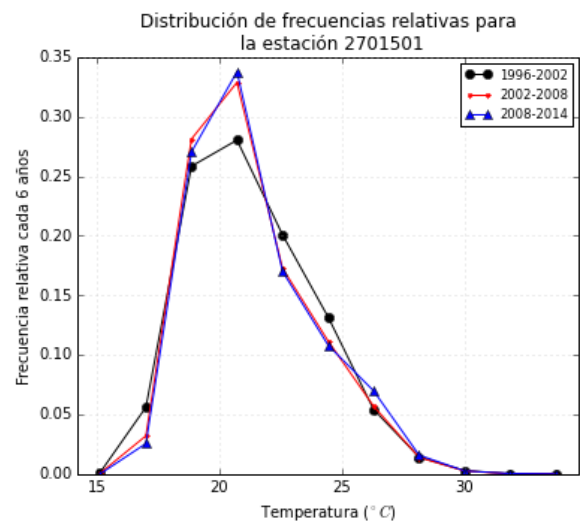
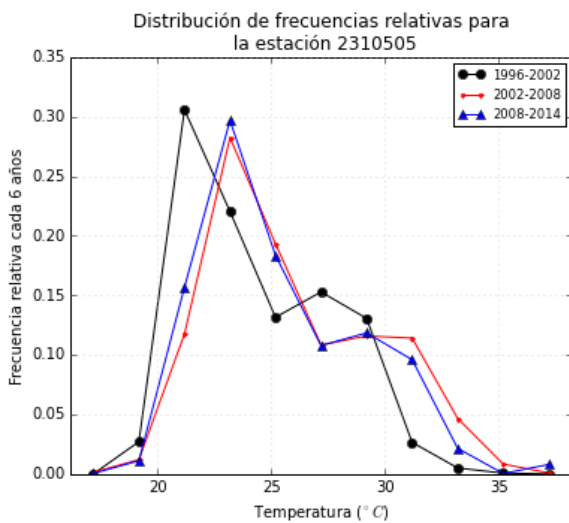


Figura 5-4.: Histograma de frecuencia cada 6 años estación 2310505 **Figura 5-5.:** Histograma de frecuencia cada 6 años estación 2701501

En las estaciones 2310505, 2701501, 2701525 mostradas en las figuras 5-4 a la 5-6, se evidencia un cambio aparente significativo entre las temperaturas del periodo 1996-2002 contra periodos posteriores, para la estación 2310505 se presenta un movimiento de la distribución a temperaturas mas altas con un contenido frecuencial similar al periodo 1996-2002, en la estación 2701501 se evidencia un incremento muy marcado en la ocurrencia de temperaturas entre los 18°C y 22°C , y una reducción en la ocurrencia de temperaturas menores a 18°C y superiores a 22°C, para la estación 2701525 se presentan cambios en los 3 periodos analizados, en los cuales se nota un incremento de ocurrencia de las temperaturas entre los 15°C y 20°C.

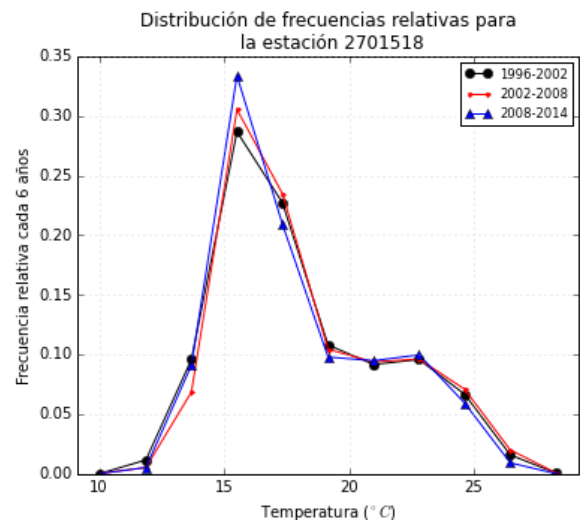
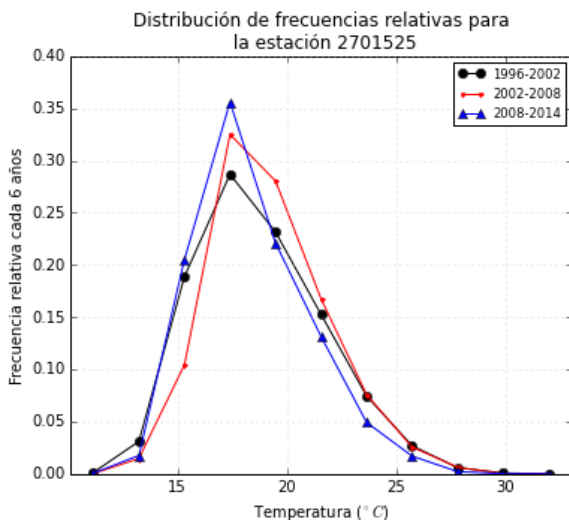


Figura 5-6.: Histograma de frecuencia cada 6 años estación 2701525 **Figura 5-7.:** Histograma de frecuencia cada 6 años estación 2701518

En la estaciones 2701522 y 2701523 mostradas en las figuras 5-8 a la 5-9, se observan distribuciones frecuenciales muy similares en los tres periodos evaluados, estas dos estaciones tienen la característica de tener el rango de temperaturas mas bajas a las demás, también son las estaciones ubicadas a mayor altura, para la estación 2701522 se logran identificar reducciones en la ocurrencia de eventos entre 14°C y 17°C y un leve aumento para temperaturas mayores a 17°C. para la estación 2701523 en el periodo de 2002-2008 se identifica un incremento en la ocurrencia de temperaturas mayores a 10°C y una reducción en las temperas menores a este valor, para el periodo 2008-2014 solo se logran identificar incrementos en las temperaturas comprendidas entre los 10 °C y los 14°C.

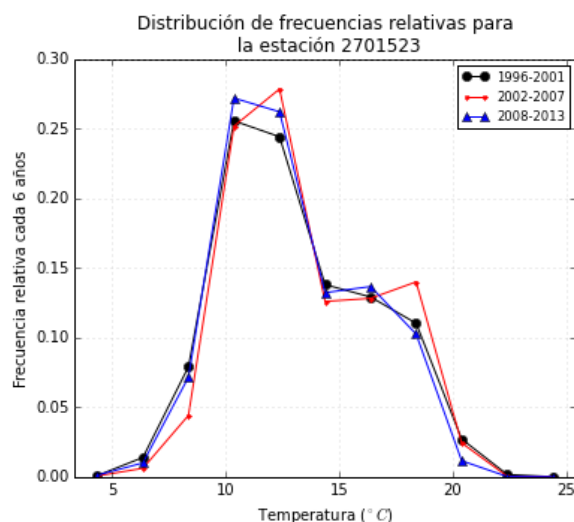
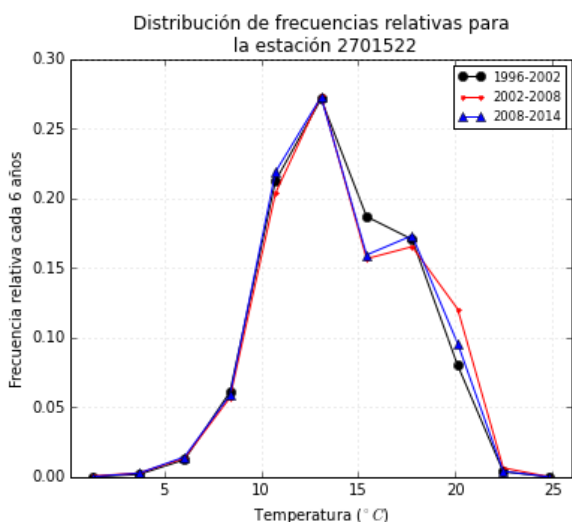


Figura 5-8.: Histograma de frecuencia cada 6 años estación 2701522 **Figura 5-9.:** Histograma de frecuencia cada 6 años estación 2701523

La estación 2701514 solo pudo ser evaluada hasta el año 2010, por lo cual solo se presentan 2 periodos de análisis, comparando el periodo 2002-2007 contra el periodo 1996-2001, se logran identificar un aumento en la frecuencia de temperaturas mayores a 20°C y un decremento en la ocurrencia de temperaturas menores a este valor.

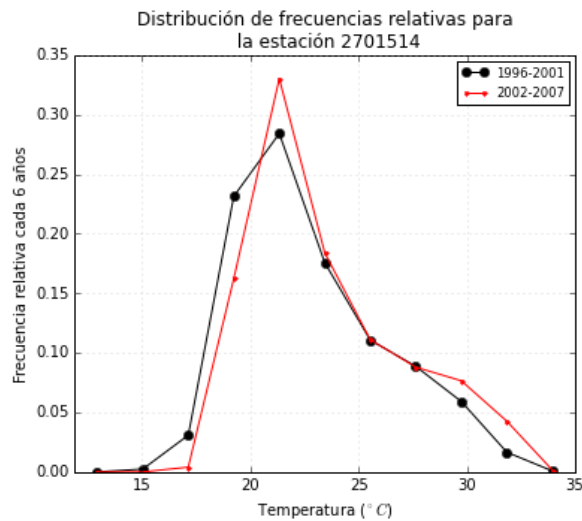


Figura 5-10.: Histograma de frecuencia cada 6 años estación 2701514

Con lo presentado en las figuras 5-2 a la 5-10 no se logra identificar una tendencia clara de aumento o disminución en la temperatura, lo que si se logra identificar son las diferencias en la distribución de las temperaturas en las que se pueden identificar las que forman una campana, y las que forman dos picos. Esta diferencia se debe a la rapidez con la que crecen y decrecen las temperaturas, en las figuras 5-11 a la figura 5-14 se muestran las distribuciones de dos estaciones donde se presentan estas diferencias.

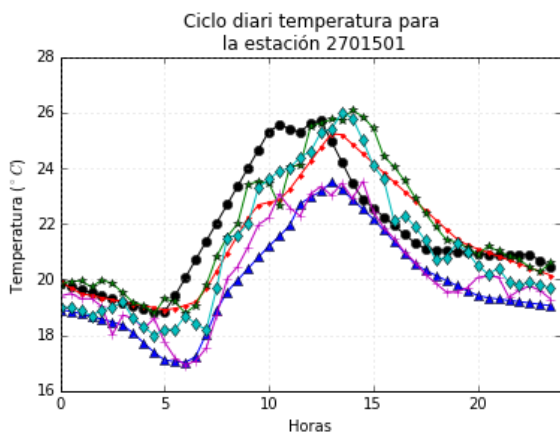


Figura 5-11.: Ciclo diario 2701501

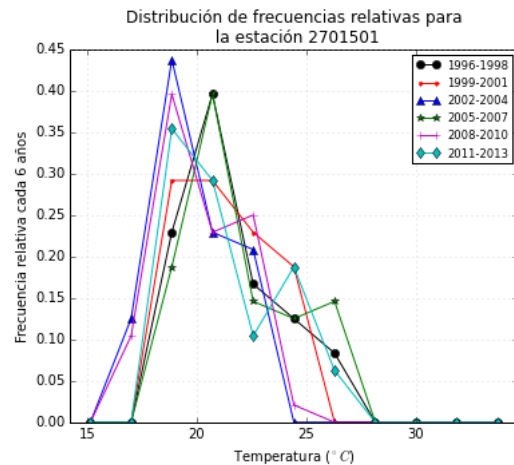


Figura 5-12.: Distribución de frecuencia ciclo diario estación 2701501

En la figura 5-11 y 5-12, se logra identificar que la distribución de las temperaturas presenta un pico predominante y las temperaturas diarias presentan una disminución lenta de la temperatura desde las 2 pm hasta las 5 am, además que la temperatura máxima alcanzada se mantiene por

periodos muy cortos de tiempo.

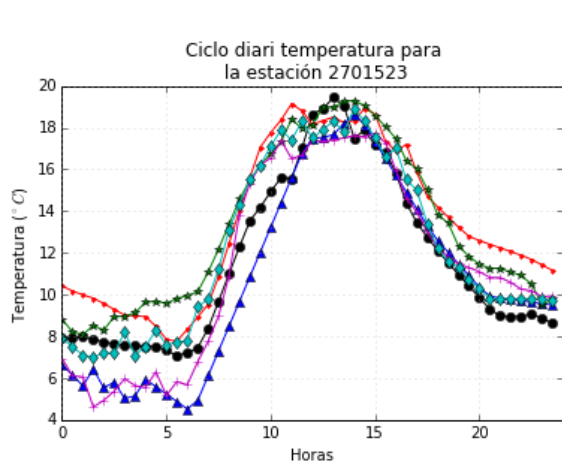


Figura 5-13.: Ciclo diario 2701523

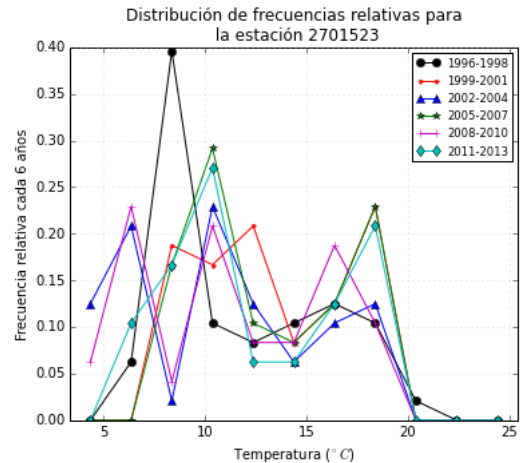


Figura 5-14.: Distribución de frecuencia ciclo diario estación 2701523

En las figuras 5-13 y 5-14 se identifican 2 picos en la distribución de las temperaturas, asociado a un decremento rápido de la temperatura desde las 2pm hasta las 6pm, y con unas disminuciones muy lentas desde las 6 pm hasta las 5 am, además la temperatura más alta tiene una duración de 2 a 3 horas, lo que cual genera que la distribución muestre dos picos importantes en las temperaturas máximas y en las mínimas.

Para analizar el comportamiento a largo plazo se procedió de manera similar a la metodología explicada para los eventos extremos de lluvia, en este caso la temperatura no se agrega temporalmente, y para cada año se calculan los diferentes percentiles de la serie con temperaturas cada 15 minutos para el periodo 1996 a 2014, los cuales se ajustan linealmente mediante LS y LAD y se les realiza la prueba de tendencia de Mann-Kendall, para el caso de la temperatura no se estandariza la serie ya que estamos trabajando con datos anuales y nos permite interpretar de manera directa los cambios de los últimos 20 años.

los resultados se muestran de la figura 5-15 a la figura 5-23, Los resultados para el decil 10 y el decil 50, no presentan grandes diferencias en las tendencias mientras que para el decil 95 las temperaturas muestran diferencias apreciables de pendientes en los cuales presentan variaciones de 1 a 2 grados en 20 años.

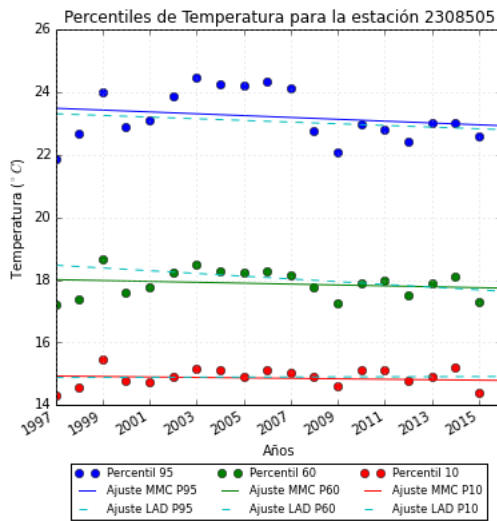


Figura 5-15.: Cambios en la tendencia de los deciles de temperatura estación 2308505

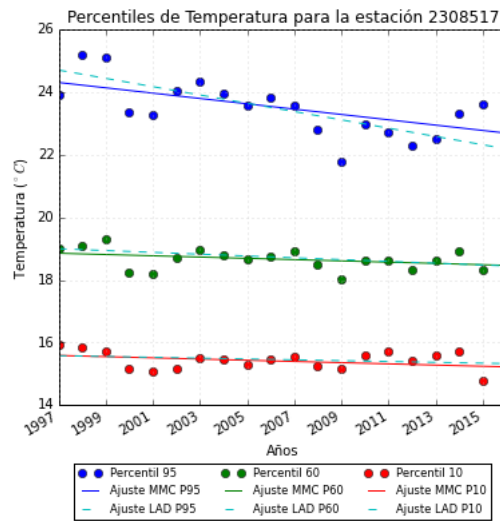


Figura 5-16.: Cambios en la tendencia de los deciles de temperatura estación 2308517

En las figuras 5-15 y 5-16 muestran tendencias decrecientes en el percentil 95, en la figura 5-16 se aprecia un decremento hasta de 2 grados en 20 años, mientras que para la figura 5-15 solo se presenta una pendiente de 0.5 grados en 20 años, los percentiles 10 y 50 no presentan grandes cambios en las pendientes.

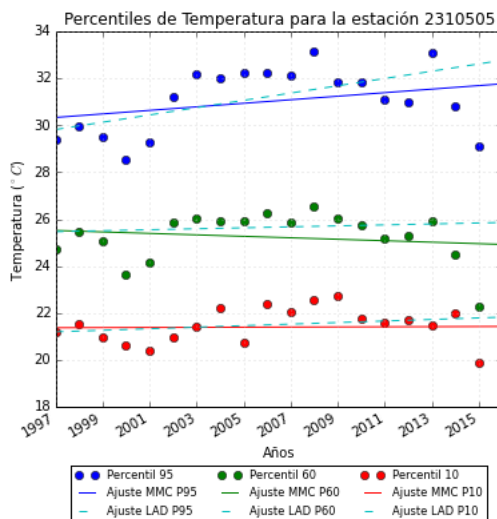


Figura 5-17.: Cambios en la tendencia de los deciles de temperatura estación 2310505

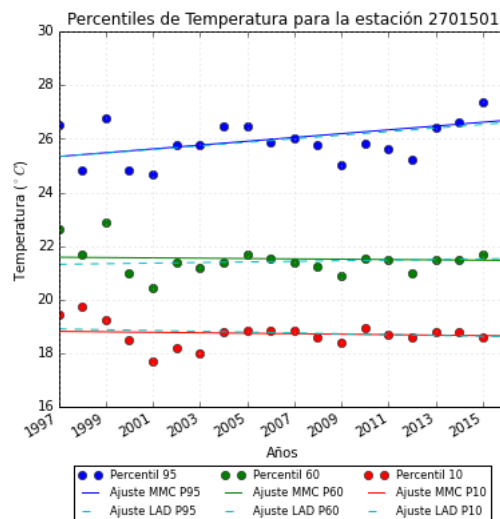


Figura 5-18.: Cambios en la tendencia de los deciles de temperatura estación 2701501

En las figuras 5-17 y 5-18 muestran tendencias decrecientes en el percentil 95, en la figura 5-17 se aprecia un incremento hasta de 3 grados en 20 años, mientras que para la figura 5-18 solo se

presenta una pendiente de 0.5 grados en 20 años, de manera similar a las demás estaciones los percentiles 10 y 50 no presentan grandes cambios en las pendientes.

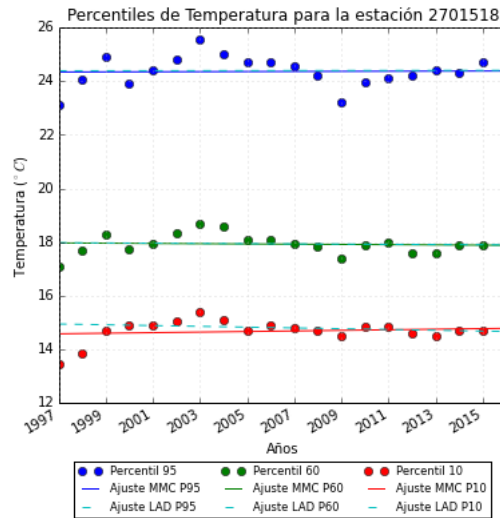
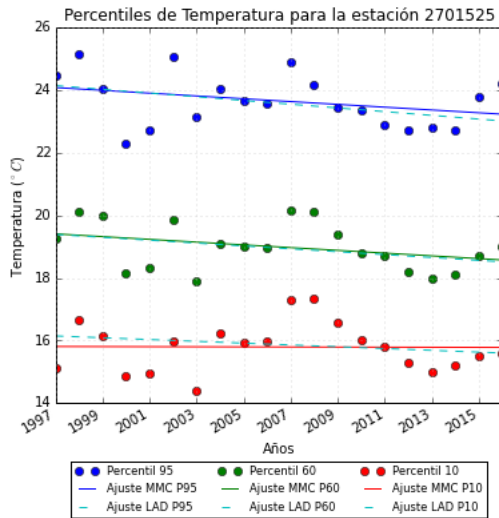


Figura 5-19.: Cambios en la tendencia de los deciles de temperatura estación 2701525

Figura 5-20.: Cambios en la tendencia de los deciles de temperatura estación 2701518

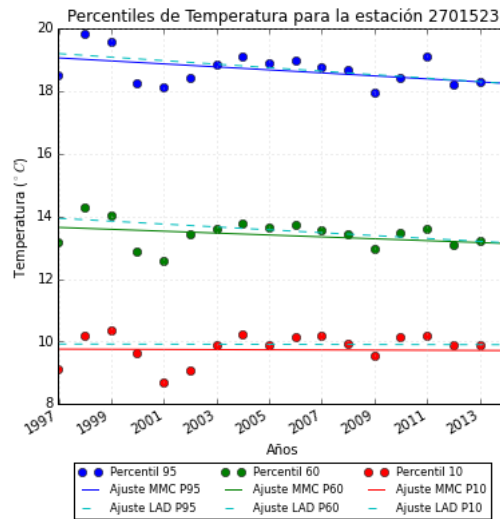
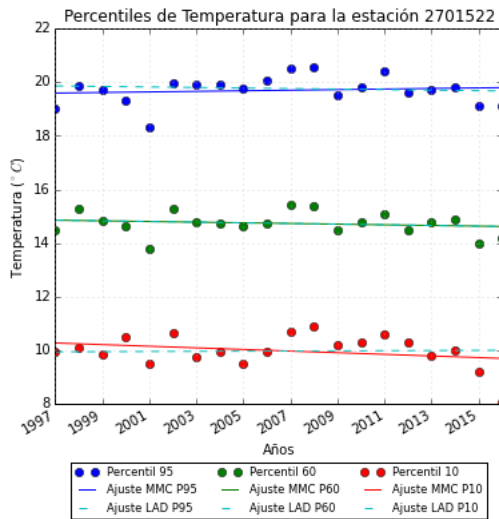


Figura 5-21.: Cambios en la tendencia de los deciles de temperatura estación 2701522

Figura 5-22.: Cambios en la tendencia de los deciles de temperatura estación 2701523

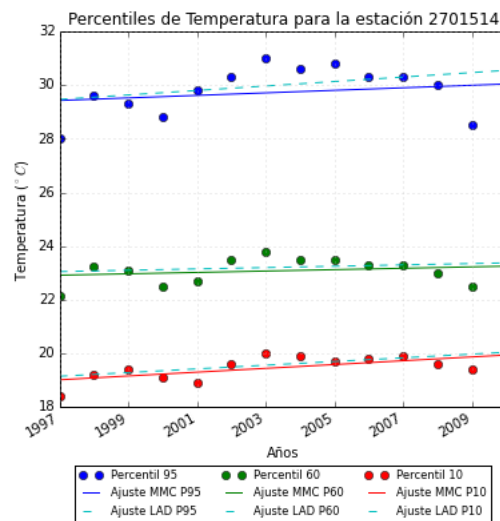


Figura 5-23.: Cambios en la tendencia de los deciles de temperatura estación 2701514

En las figuras 5-19 y 5-22 las pendientes son decrecientes en todos los deciles presentando pendientes de 1 grado en 20 años, en las figuras 5-20, 5-21 y 5-23 muestra temperaturas crecientes con pendientes mínimas de 0.05 grados en 20 años, casi imperceptibles, con el fin de evaluar la significancia para cada decil, se realiza la prueba de Mann-kendall para cada decil, este resultado se presenta en la figura 5-24.

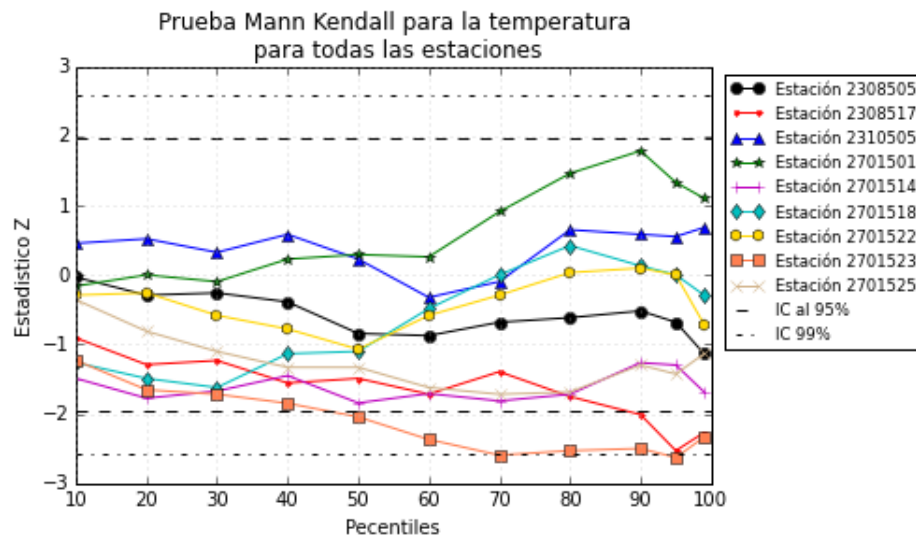


Figura 5-24.: Resultados de la prueba no paramétrica de Mann-Kendall para todas las estaciones y para todos los percentiles

Para el periodo de análisis y para los diferentes percentiles (ver figura 5-24), solo se encontró que la estación 2701523 tiene tendencias negativas y significantes con una confianza del 95 %, las estaciones 2701501 y 2310505 tienen tendencias crecientes no significativas, las demás estaciones tienen tendencias decrecientes no significativas.

Del mismo modo se evaluaron los cambios a nivel mensual, esto con el fin de determinar si a pesar de evaluar las temperaturas con promedios mensuales conserva los mismos resultados obtenidos con el análisis por percentiles el cual es mucho más robusto ya que nos permite evaluar el comportamiento de los extremos, mientras que a nivel mensual los promedios de temperatura cortan esta variabilidad, para conservar la fácil interpretación de los resultados se analizaron las series mensuales sin estandarizar aun sabiendo que el análisis mediante anomalías puede arrojar mejores resultados, los resultados se muestran de las gráficas 5-25 a la figura 5-33.

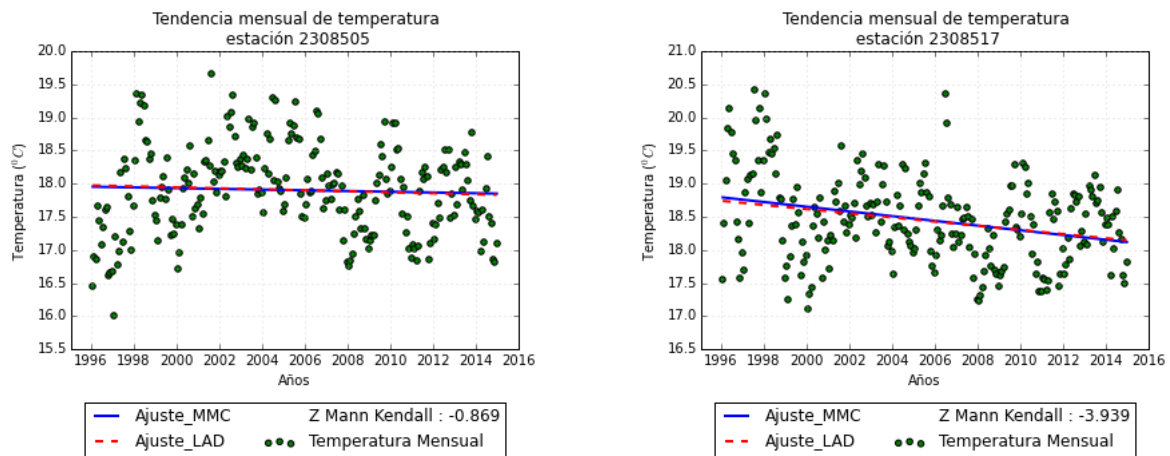


Figura 5-25.: Cambios en la temperatura media mensual estación 2308505 **Figura 5-26.:** Cambios en la temperatura media mensual estación 2308517

las figuras 5-26 y 5-29 presentan pendientes decrecientes y tendencias significantes al 99 % de confianza, en ambas estaciones se conserva el análisis presentado con los percentiles, la gran diferencia es que a nivel mensual presenta una significancia mayor a la encontrada en el análisis por percentiles.

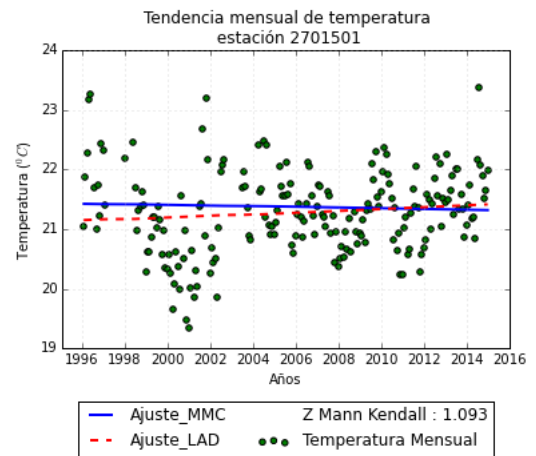
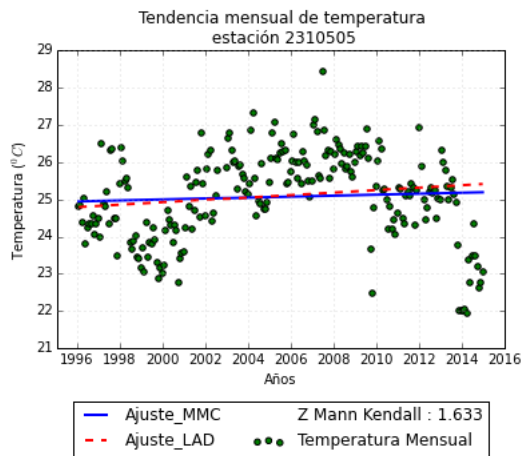


Figura 5-27.: Cambios en la temperatura media mensual estación 2310505

Figura 5-28.: Cambios en la temperatura media mensual estación 2701501

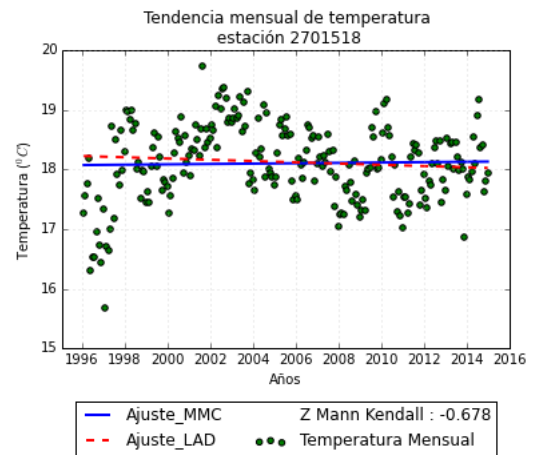
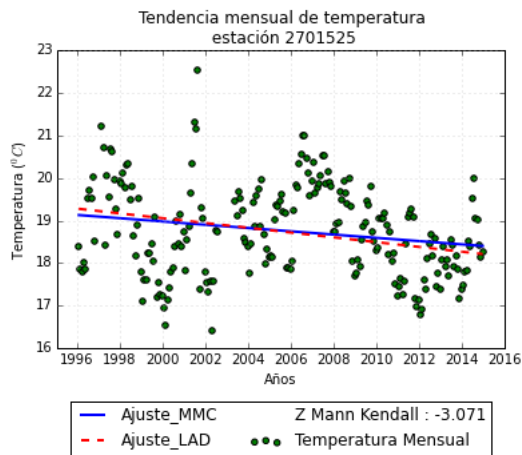


Figura 5-29.: Cambios en la temperatura media mensual estación 2701525

Figura 5-30.: Cambios en la temperatura media mensual estación 2701518

Las estaciones 2308505, 2701518, 2701523, muestran tendencias decrecientes no significantes, las estaciones 2310505, 2701522 muestran tendencias crecientes no significantes los resultados son similares a los encontrados en el análisis por percentiles.

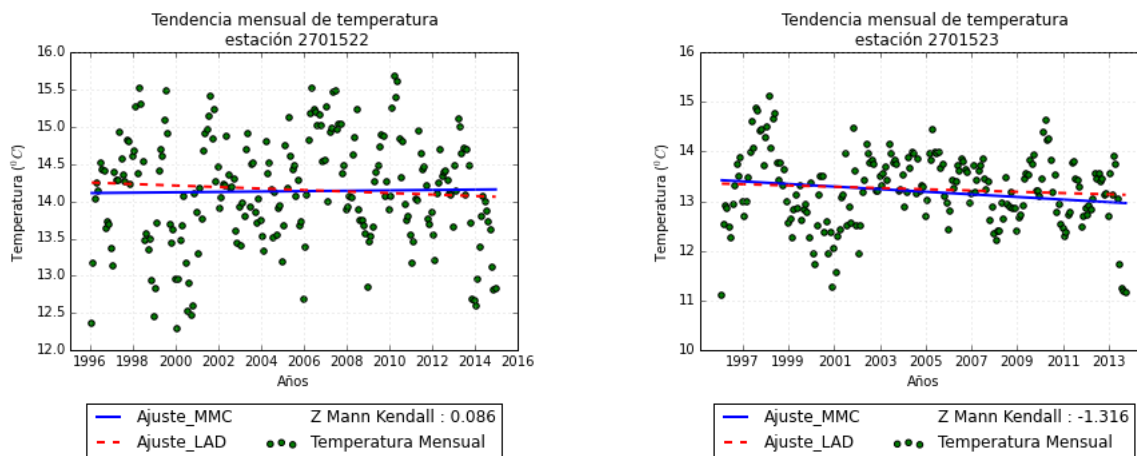


Figura 5-31.: Cambios en la temperatura media mensual estación 2701522

Figura 5-32.: Cambios en la temperatura media mensual estación 2701523

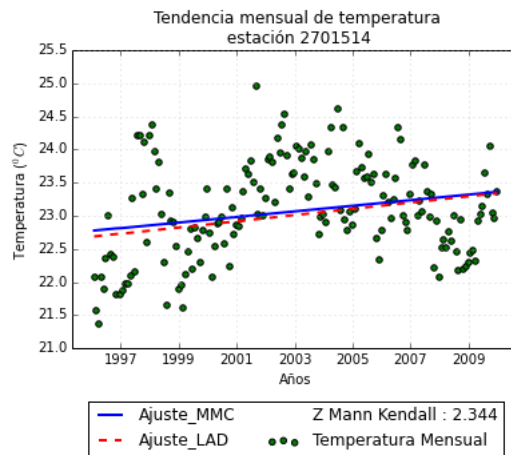


Figura 5-33.: Cambios en la temperatura media mensual estación 2701514

los resultados obtenidos 5 estaciones presentan tendencias decrecientes con 2 de ellas significantes, 4 estaciones con tendencia creciente y 1 de ellas con tendencia significativa, en comparación con los resultados por percentiles se encuentra un aumento en la significancia de los resultados pero ambos resultados son congruentes con las pendientes calculadas, en general los resultados no son homogéneos y no permiten concluir sobre el comportamiento de la temperatura en la zona esto debido al espaciamiento de las estaciones y el número de estaciones que se tienen.

5.2. Escalamiento de la precipitación con respecto a la temperatura

5.2.1. Justificación teórica

En varios estudios [Lenderink and Van Meijgaard, 2010], [Lenderink and van Meijgaard, 2008], [Drobinski et al., 2006], [Ivancic and Shaw, 2016], [Wasko et al., 2015], han propuesto que los eventos extremos de precipitación escalan con el contenido de agua precipitable en la atmósfera, que se rige por la ecuación de Clausius-Clapeyron, la cual presenta un aumento en las intensidades que es aproximadamente de $7\%/^{\circ}\text{K}$. Así mismo el contenido actual de humedad en la atmósfera también debería aumentar a este mismo ritmo, pero es poco probable debido a las dinámicas atmosféricas de convergencia y la subsidencia [Soden et al., 2002].

A pesar de que los aumentos más grandes en las temperaturas de la superficie esta proyectada en latitudes altas, la dependencia no lineal con la temperatura regida por la ecuación de Clausius-Clapeyron significa que hay un aumento en la cantidad absoluta de humedad en latitudes tropicales [Trenberth et al., 2003].

Esta tasa de crecimiento de $7\%/^{\circ}\text{K}$, puede incluso superar este rango debido a la liberación de calor latente que retroalimenta y vigoriza los eventos de precipitación aumentando la convergencia de humedad. esto implica que debe haber una disminución de la frecuencia de lluvias moderadas [Hennessy et al., 1997].

El comportamiento termodinámico de las precipitaciones mediante la relación de Clausius Clapeyron (C-C) a sido estudiado por [Lenderink and Van Meijgaard, 2010] [Lenderink and van Meijgaard, 2008]. En general se presentan precipitaciones con intensidades horarias a las que se asocian temperaturas medias diarias con el fin de explicar el comportamiento encontrado, se basan en que la relación de C-C, puede limitar cambios futuros en la precipitación extrema bajo las hipótesis que la humedad relativa de la atmósfera permanece relativamente constante y los movimientos ascendentes que producen la precipitación, no cambia considerablemente con el cambio climático, encontrando que para temperaturas medias por debajo de 12°C , los percentiles altos 90 y 95 de precipitación muestran una dependencia cercana a la relación (C-C). Para las temperaturas altas la dependencia se incrementa a dos veces la relación (C-C), los percentiles bajos del 10 y 75, muestran relaciones escalares menos claras.

En termodinámica, la relación de Clausius-Clapeyron, la cual es no lineal, es una manera de caracterizar la transición de fase entre dos estados de la materia, como el líquido y el sólido y determinar la capacidad de la atmósfera para retener agua en estado gaseoso. En un diagrama P-T (presión-temperatura), la línea que separa ambos estados se conoce como curva de coexistencia. La relación de Clausius-Clapeyron da la pendiente de dicha curva, estudios como los de [Allen and Ingram, 2002] [Pall et al., 2007]; [Kharin et al., 2007], llegan a la conclusión que esta pendiente es aproximadamente $7\%/^{\circ}\text{K}$, la cual se usara como punto de referencia y nos permitirá ubicar zonas donde esta relación sea mayor o menor.

La ecuación de Clausius-Clapeyron se puede escribir como:

$$\frac{\Delta P}{P} \approx \frac{\Delta e_s}{e_s}, \frac{\partial e_s}{e_s \partial T} = \frac{L}{R_v T^2} \Rightarrow \frac{\Delta P}{P} \approx \frac{\Delta e_s}{e_s} \approx \gamma \Delta T, \gamma = \frac{L}{R_v T^2} \approx 0,05 - 0,07 K^{-1} \text{ para } \frac{\Delta T}{T} \ll 1 \quad (5-1)$$

donde: e_s es la presión de vapor de saturación a la temperatura T , L es el calor latente de vaporización, y R_v es la constante de los gases.

la relación se tomara de acuerdo a la siguiente clasificación **5-34**

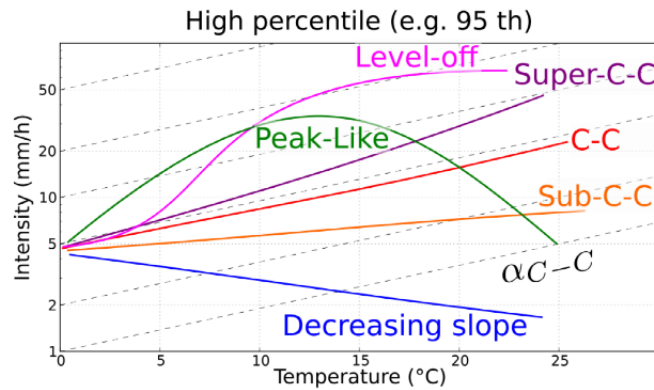


Figura 5-34.: Clasificación según relación C-C, tomada de [Lenderink and van Meijgaard, 2008]

5.2.2. Relación C-C para datos medidos en tierra

Para evaluar el escalamiento de la intensidad de precipitación con la temperatura se escoge el valor máximo y mínimo de temperatura de cada día donde halla llovido, y se asocia con el valor máximo de precipitación de ese día. luego se subdivide de acuerdo a los rangos de temperatura y de cada serie de datos se obtiene el percentil 90, 95 y 99 de precipitación, esta metodología trata de asociar la temperatura media diaria a la intensidad de precipitación máxima horaria obtenida en el día, y mirar si a medida que la temperatura aumenta las intensidades de precipitación fueron también mayores y comprobar la hipótesis de tener escalamientos similares al 7%/K el cual sería una pendiente teórica que se a explicado anteriormente.

Los resultados obtenidos mediante esta metodología se muestran en las figuras **5-35** a la figura **5-43**, las figuras tienen graficadas en línea punteada la relación Clausius Clapeyron, la verde es un subescalamiento de la relación C-C es decir 3.5%/°K, la línea punteada azul es un escalamiento similar al de la relación C-C del 7%/°K, la línea punteada morada es un escalamiento del doble de la relación C-C es decir 14%/°K, los percentiles están representados por líneas continuas con marcadores redondos del mismo color, el percentil 99 es de color rojo, el percentil 95 es de color verde, y el percentil 90 es de color azul, para el análisis de los diferentes tipos de relaciones encontradas se usara la clasificación presentada en la figura **5-34**.

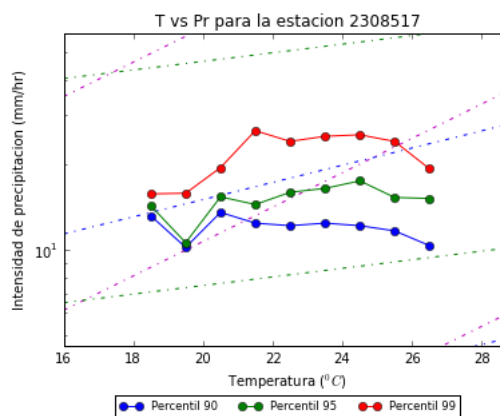
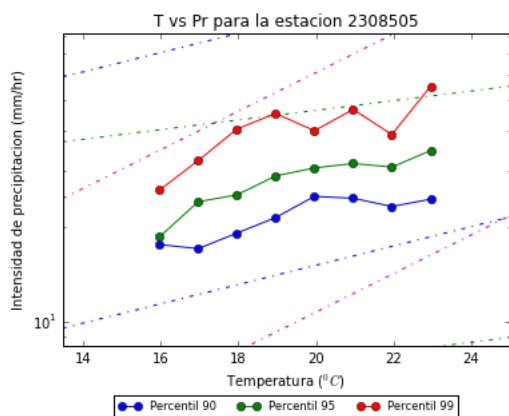


Figura 5-35.: Relación de T vs Pr para la estación 2308505 **Figura 5-36.:** Relación de T vs Pr para la estación 2308517

En la figura 5-35 para el percentil 99, se muestra un escalamiento Super C-C entre temperaturas que van de 16°C a los 19°C, para temperaturas mayores se encuentra un escalamiento similar al Sub C-C y se estabiliza para esa relación, para los demás percentiles el comportamiento es similar al comportamiento del percentil 99, la temperatura media multianual en esta estación tiene una tendencia decreciente no significativa estadísticamente con una media global de 18°C, por lo que analíticamente se esperaría que los eventos extremos de precipitación tengan valores entre los 20 y los 40 mm/hr.

Un comportamiento similar se observa en las estaciones 2310505, 2701501, 2701525, mostradas en las figuras 5-37 a la 5-39, en las cuales se empieza con un comportamiento que se escala por encima de la relación super C-C, y finalmente se estabiliza en la relación sub C-C, cabe destacar que el comportamiento de los percentiles 90 y 95 es similar al del percentil 99.

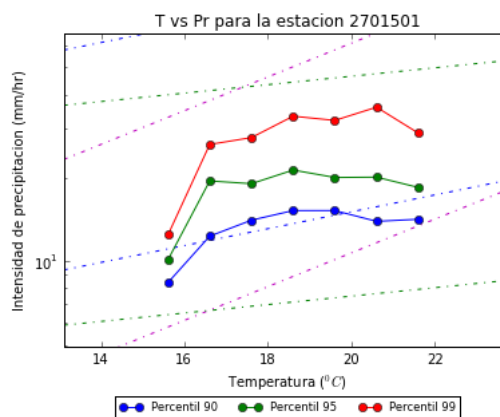
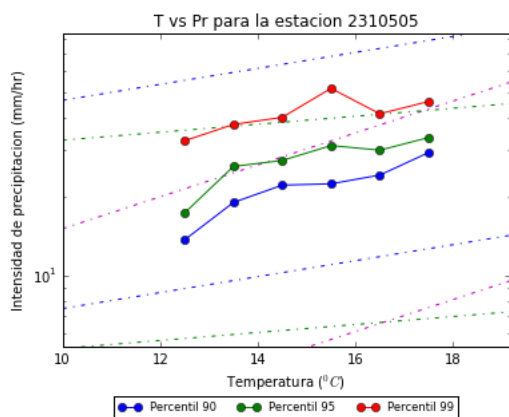


Figura 5-37.: Relación de T vs Pr para la estación 2310505 **Figura 5-38.:** Relación de T vs Pr para la estación 2701501

En la figura 5-36 para el percentil 99, se muestra un escalamiento Super C-C entre temperaturas que van de 18°C a los 21°C, para temperaturas mayores se encuentra una tendencia decreciente por debajo de la relación Sub C-C y se estabiliza en esta relación para las demás temperaturas, la temperatura media multianual tiene una tendencia decreciente significativa estadísticamente con una media global de 19°C, analíticamente para esta estación se espera que las intensidades se mantengan alrededor de 10 mm/hr a los 20 mm/hr.

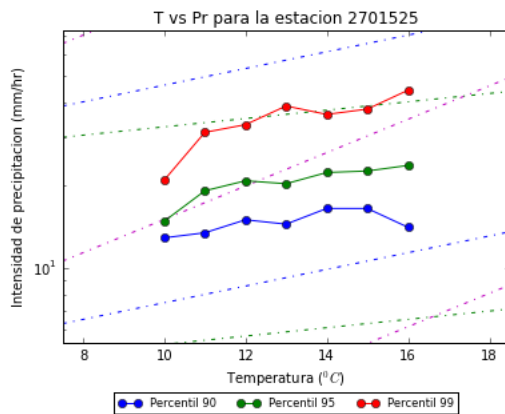


Figura 5-39.: Relación de T vs Pr para la estación 2701525

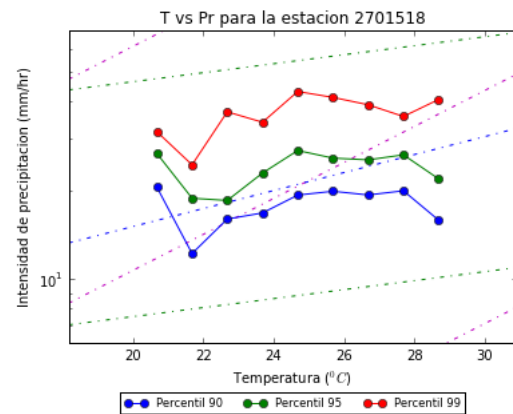


Figura 5-40.: Relación de T vs Pr para la estación 2701518

las estaciones 2701518, 2701522, presentan un comportamiento similar al sub C-C, pero no de manera homogénea, para la estación 2701518 mostrada en la figura 5-40 presenta una tendencia decreciente entre los 20 y los 22°C para luego estabilizarse en la relación sub C-C hasta los 28°C donde presenta un comportamiento decreciente para los percentiles 90 y 95 mientras que en el 99 se mantiene en la relación sub C-C, la estación 2701522 mostrada en la figura 5-41 tiene un comportamiento sub C-C hasta los 24°C donde para el percentil 99 muestra una pendiente decreciente por debajo de la relación C-C, mientras que para el percentil 90 muestra un incremento similar al super C-C.

Físicamente el resultado obtenido quiere decir que sin importar que la temperatura siga aumentando las intensidades de precipitación extremas no van a ser mayores a las que se han evidenciado, esto no quiere decir que las lluvias vayan a disminuir, pero si limita el comportamiento de los valores extremos de precipitación por lo que en 20 años si las temperaturas siguen en aumento las intensidades de precipitación van a tener una tendencia decreciente.

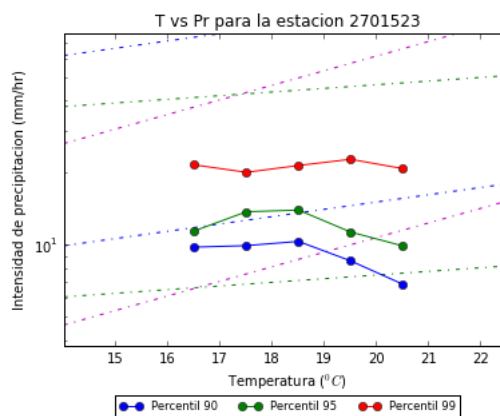
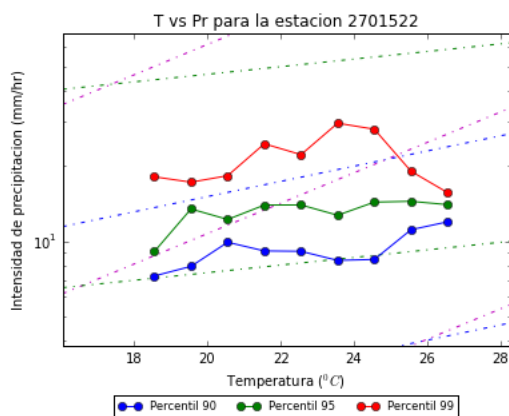


Figura 5-41.: Relación de T vs Pr para la estación 2701522 **Figura 5-42.:** Relación de T vs Pr para la estación 2701523

Las estaciones 2701523, y la 2701514 mostradas en las figuras 5-42, 5-43 presentan un comportamiento similar al C-C en el percentil 99, para la estación 2701523 los percentiles 90 y 95 tienen una pendiente decreciente a partir de los 19°C.

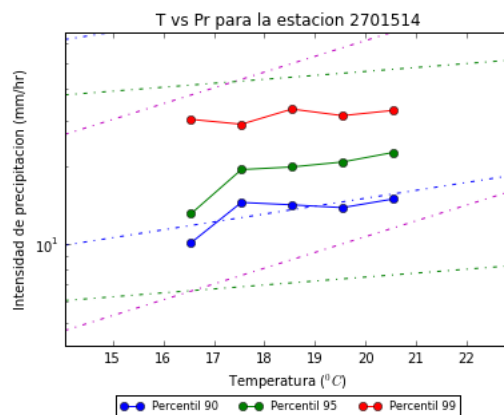


Figura 5-43.: Relación de T vs Pr para la estación 2701514

Para determinar si la temperatura del día afecta los eventos de la noche en mayor magnitud que a los eventos ocurridos de día. Se realizó el escalamiento de la precipitación contra la temperatura media diaria del día anterior, es decir si el evento de precipitación ocurrió durante las horas del día (6 am a 6 pm) se le asigna la temperatura media de ese día, mientras que si el evento de precipitación ocurrió en la noche (6 pm a las 6 am) se le asigna la temperatura media del día anterior, de la figura 5-44 a la figura 5-52 se presentan los resultados obtenidos, los percentiles están representados por líneas continuas con marcadores redondos del mismo color, para estas series solo se analizaron los percentiles 90 y 95, el percentil 95 para el día es de color verde, y el percentil 90 para el día es de color azul, el percentil 95 para la noche es de color morado, y el percentil 90 para la noche es de color rojo, los eventos ocurridos durante el día tienen una tonalidad amarilla, y los eventos

ocurridos durante la noche una tonalidad oscura.

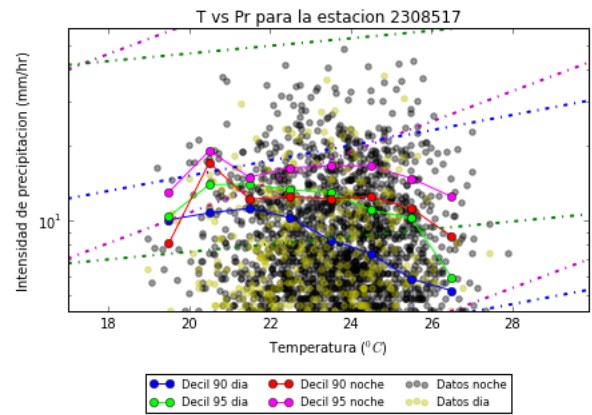
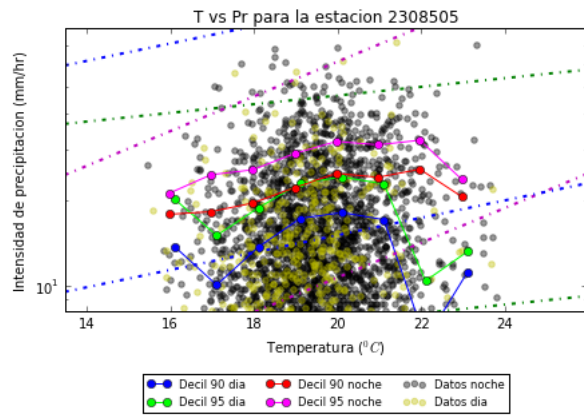


Figura 5-44.: Relación de T vs Pr separados por día y noche para la estación 2308505

Figura 5-45.: Relación de T vs Pr separados por día y noche para la estación 2701525

En general los resultados indican que los eventos de mayor intensidad ocurren en horas de la noche y el numero de estos eventos es mucho mayor durante las horas de la noche para las estaciones 2308505, 2308517, 2701518, para las estaciones 2701514, 2701525, 2701501 la distribución de los eventos es muy similar.

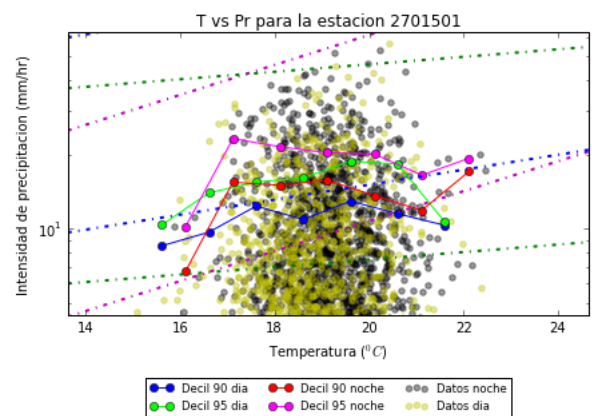
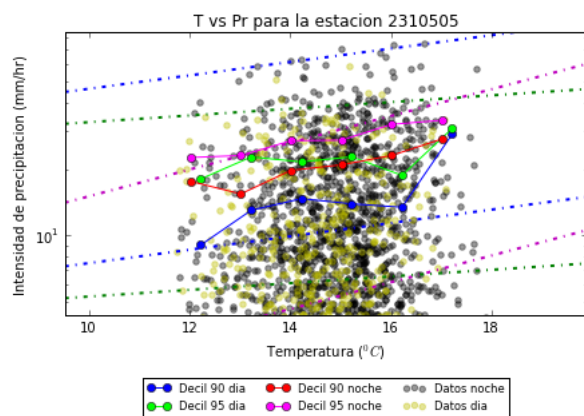


Figura 5-46.: Relación de T vs Pr separados por día y noche para la estación 2310505

Figura 5-47.: Relación de T vs Pr separados por día y noche para la estación 2701501

El escalamiento comparándolo contra la relación C-C durante el día y la noche es muy similar en ambos casos, con la leve diferencia que para las temperaturas mas altas durante el día estos escalamientos tienen un abatimiento mucho mayor a los de la noche es decir que para una misma temperatura media diaria los eventos de la noche serán mucho mas intensos y se escalan a una

relación muy similar a la sub C-C mientras que los eventos ocurrido en el día sera de una intensidad mucho menor ya que presentan escalamientos decrecientes, También se logra apreciar que los resultados separando los eventos por noche y día dan muy diferentes a los resultados considerando ambos periodos juntos, y presentan cierta relación con la cota a la que se encuentra la estación, por lo que teniendo un mayor numero de estaciones podría llegarse a encontrar una relación directa entre las intensidades de precipitación durante el día y la noche asociadas a la altura.

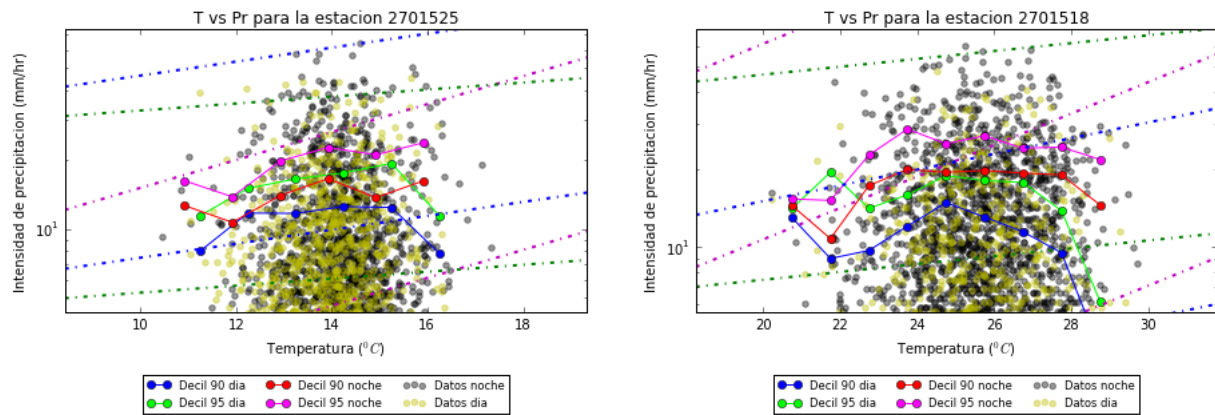


Figura 5-48.: Relación de T vs Pr separados por día y noche para la estación 2701525

Figura 5-49.: Relación de T vs Pr separados por día y noche para la estación 2701518

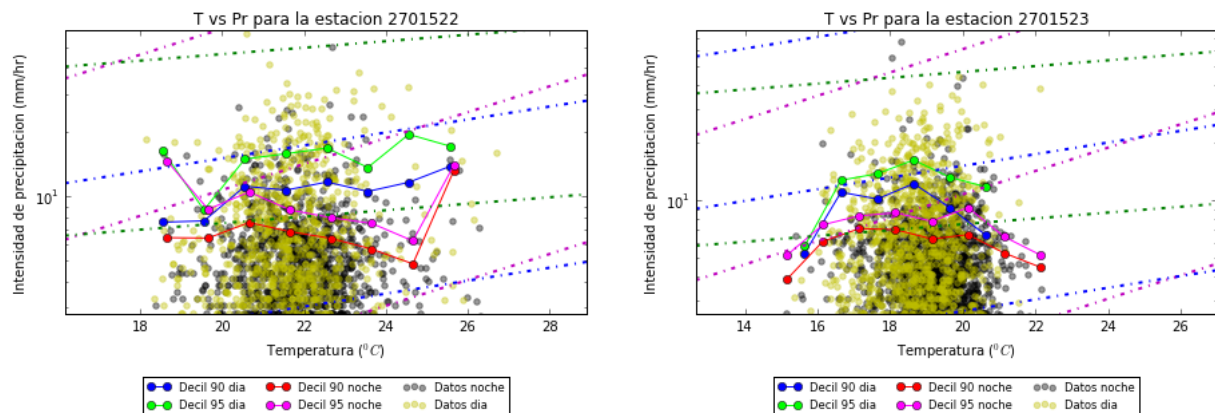


Figura 5-50.: Relación de T vs Pr separados por día y noche para la estación 2701522

Figura 5-51.: Relación de T vs Pr separados por día y noche para la estación 2701523

Las estaciones 2701522 y la 2701523 mostradas en las figuras 5-50 y la 5-51, muestran un mayor numero de eventos ocurridos durante el día que en la noche, estas estaciones tienen la particularidad de ser las estaciones con la cota mas alta, la estación 2701523 tanto para el día como para la noche presenta una forma de "peak-like", siendo los eventos mas intensos los presentados durante el día,

para la estación 2701522, los eventos del día siguen la relación C-C, mientras que durante la noche presentan una pendiente decreciente, según este resultados se espera que durante las noches las precipitaciones sean de mucha mayor intensidad que durante el día con una temperatura media diaria similar.

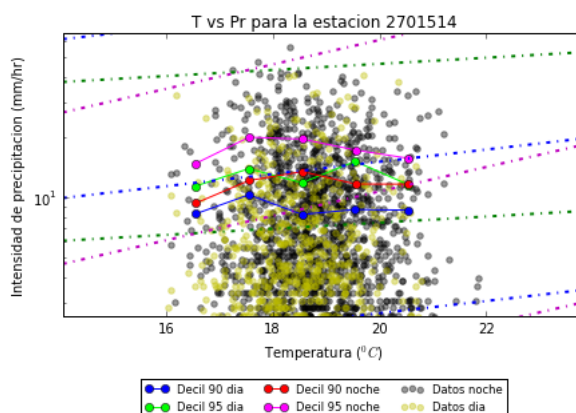


Figura 5-52.: Relación de T vs Pr separados por día y noche para la estación 2701514

5.3. Análisis del escalamiento de la Relación C-C para datos Satelitales sobre la zona Colombiana

Para analizar la temperatura de la zona se usara los datos de temperatura cerca a la superficie del modelo de reanálisis NCEP/NCAR descargados de la pagina: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.surface.html> los datos se encuentran con una resolución espacial de $2^\circ \times 2^\circ$, con un cubrimiento espacial que va desde la longitud 180° oeste hasta 180° este y una latitudinal de 90° sur hasta 90° norte, la temperatura esta a una resolución temporal cada 4 horas, pero se trabajara con el promedio diario ya que estamos interesados en un proxy de la temperatura de la masa de aire, mientras que la temperatura horaria esta regida por otros procesos de radiación y condiciones de borde según la cobertura, lo cual esta fuera de los limites de este estudio.

Para este análisis se tomó la zona comprendida entre 80° oeste a 65° oeste y 13° Norte a 5° Sur, que cubre toda la región de Colombia, para poder realizar la comparación pixel a pixel con los datos de precipitación de TRMM cada 3 horas, para que ambas bases de datos fueran congruentes espacialmente se le realizo un sub-escalamiento a la temperatura mediante interpolación dando como resultado una malla de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$, se advierte que este resultado solo es un proxy del comportamiento debido a los problemas de resolución de la temperatura y la fuente de información, ya que no se posee datos de mejor resolución temporal y espacial.

Para ilustrar el comportamiento de las tendencias del decil 90 de precipitación , y las tendencias en la temperatura media diaria, se muestra la figura 5-53.

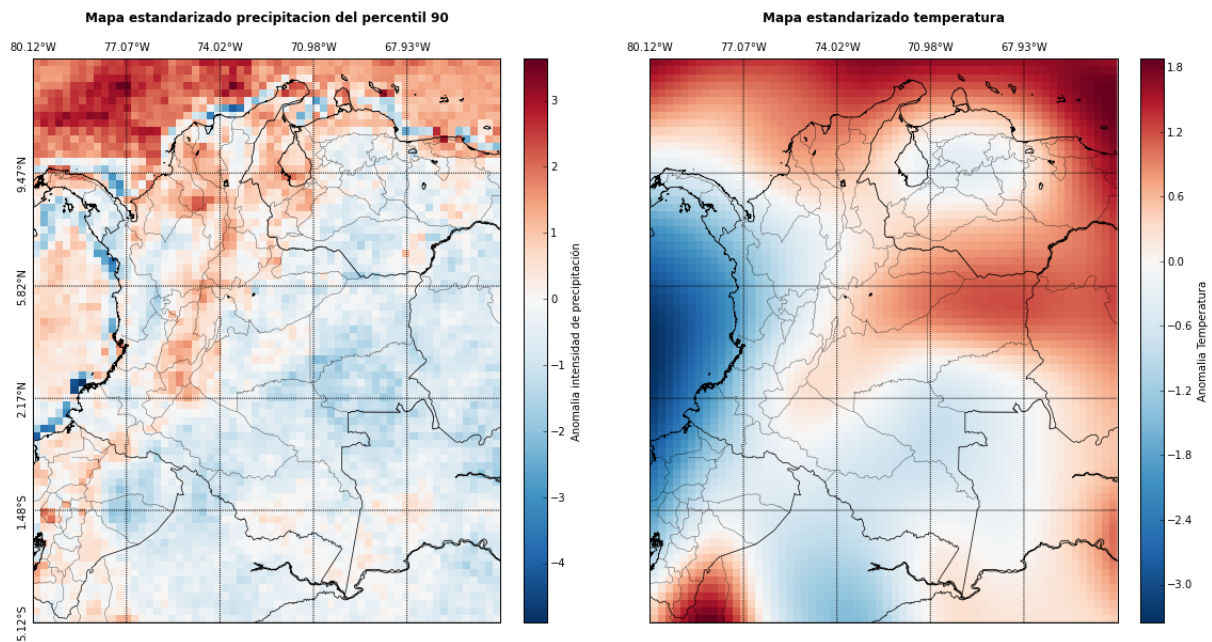


Figura 5-53.: Pendientes de Precipitación TRMM del decil 90 y Pendientes de Temperatura media diaria

A simple vista se logra ver una correspondencia entre los lugares donde los eventos extremos pertenecientes al decil 90 tienen tendencia creciente, y los lugares donde la temperatura media tiene tendencia creciente, se debe tener en cuenta que debido a que a la temperatura se le hizo un sub-escalamiento para este análisis los resultados deben ser interpretados de forma regional debido a los problemas de resolución.

Tomando dos pixeles de referencia se realiza el mismo análisis que se realizó para la temperatura medida en tierra.



Figura 5-54.: Puntos aleatorios sobre Colombia

Los dos puntos escogidos están sobre la región montañosa y la otra sobre la región amazónica (ver figura 5-54), las series de intensidad de precipitación extraídas del TRMM y la Temperatura media extraída de la base de datos de NCEP/NCAR se muestran en las figuras 5-55 y 5-56.

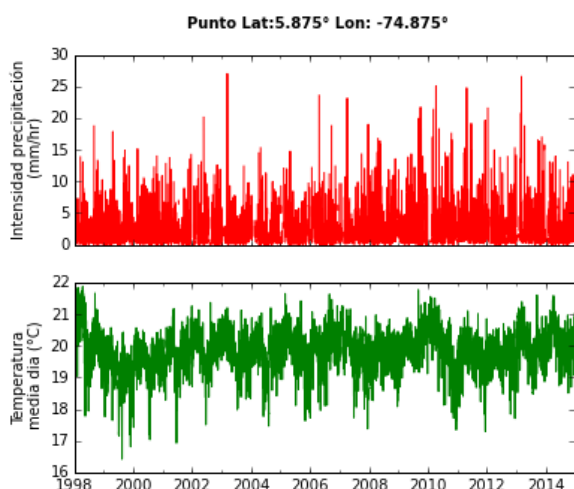


Figura 5-55.: Serie temperatura media diaria e Intensidad de precipitación en el punto lat: 5.875°N lon:74.875°W

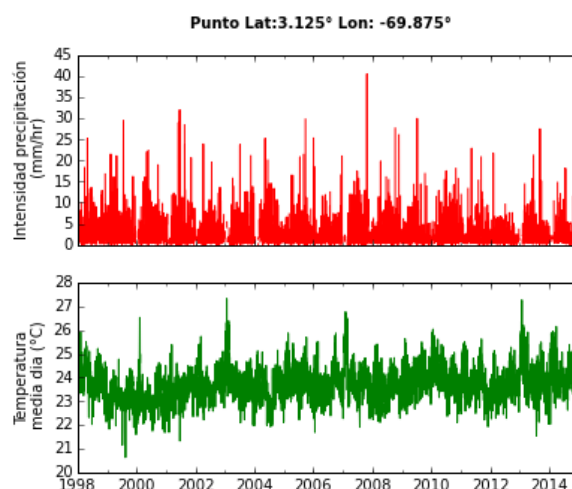


Figura 5-56.: Serie temperatura media diaria e Intensidad de precipitación en el punto lat: 3.125°N lon:69.875°W

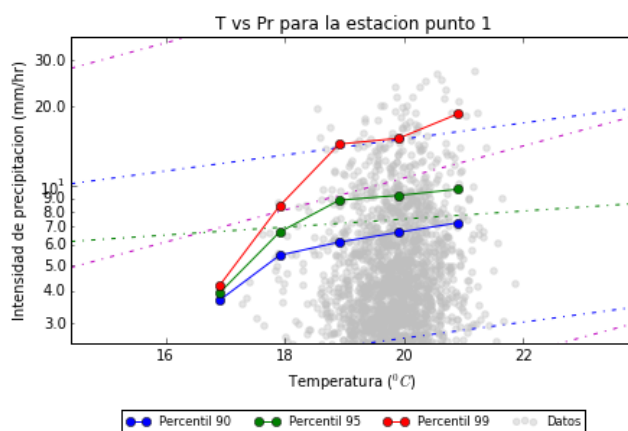


Figura 5-57.: relación Tmed vs Pr90 para el punto lat: 5.875°N lon:74.875°W

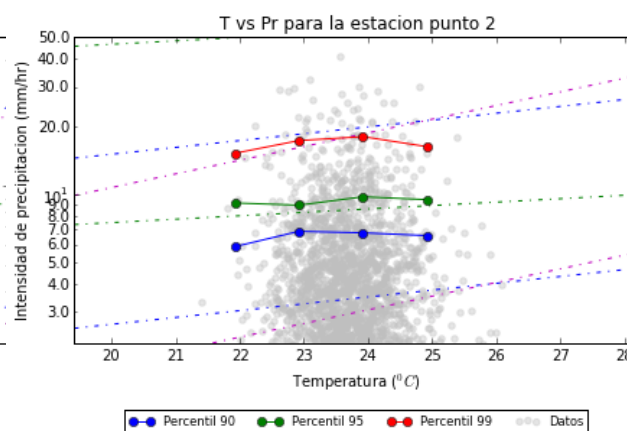


Figura 5-58.: relación Tmed vs Pr90 para el punto lat: 3.125°N lon:69.875°W

En la figura 5-57 y la 5-58, las figuras tienen graficadas en línea punteada la relación Clausius Clapeyron, la verde es un subescalamiento de la relación C-C es decir 3.5 %/°K, la línea punteada azul es un escalamiento similar al de la relación C-C del 7%/°K, la línea punteada morada es un escalamiento del doble de la relación C-C es decir 14%/°K, los percentiles están representados por líneas continuas con marcadores redondos del mismo color, el percentil 99 es de color rojo, el percentil 95 es de color verde, y el percentil 90 es de color azul.

Para el punto 1 ubicado en lat:5.875°N, lon:74.875°W se aprecia un escalamiento superior al doble de la relación C-C en temperaturas comprendidas entre los 16 °C y los 19°C, valores superiores escalan similar a la relación C-C.

Para el punto 2 ubicado en lat:3.125°N, lon:69.875°W se aprecia un escalamiento similar al sub C-C para todas las temperaturas y para todos los percentiles.

Estos resultados a pesar de que la temperatura no tiene una buena resolución espacial como la del TRMM, arroja resultados similares y comparables a los resultados entregados por las estaciones de medición en tierra por lo que se realizó un análisis de toda la zona de estudio, Primero analizando por regiones y luego para todo Colombia. Para las regiones se analizaron 20 puntos aleatorios y para la zona de estudio se eligieron 100 puntos. Los puntos se eligieron de manera aleatoria sobre las diferentes zonas delimitadas, esto con el fin de determinar el comportamiento general de la zona sin que se vea afectado por el criterio humano.

Para la zona de Antioquia los resultados arrojados para cada punto se presentan en la figura **5-59** donde cada línea representa el escalamiento de la intensidad de precipitación contra la temperatura, y la línea negra que resalta es el comportamiento medio de todos los puntos, el escalamiento medio para la zona presenta un comportamiento similar a la relación sub C-C desde los 15°C hasta los 26°C, todos los puntos tienen un comportamiento similar al comportamiento medio.

Para la región Amazónica los resultados se presentan en la figura **5-60**, en esta zona el comportamiento medio tiene un escalamiento similar a la relación C-C cuando la temperatura es menor a 23°C, para temperaturas superiores esta relación tiene una pendiente decreciente, los puntos de manera individual muestran que la tendencia decreciente puede ser mayor para cada caso en particular.

Para la región de la Orinoquia los resultados se presentan en la figura **5-61**, en esta zona el comportamiento medio tiene un escalamiento similar a la relación sub C-C cuando la temperatura es menor a 26°C, para temperaturas superiores esta relación tiene una pendiente decreciente, los puntos de manera individual muestran un comportamiento similar al comportamiento medio para las temperaturas superiores a los 26°C.

Los resultados para la región de los andes (ver figura **5-62**) muestran un comportamiento similar a la relación C-C, en todas las regiones estudiadas no se presentaron escalamientos superiores al esperado por la relación C-C, los resultados arrojados indican que los valores extremos de precipitación para las zonas de bajo relieve presentan un comportamiento tipo gancho el cual a partir de cierta temperatura las intensidades no aumentan y tienden a ser menores, caso contrario con las zonas donde hay un alto relieve en las cuales se encontraron comportamientos similares a la relación C-C como es el caso de la zona andina.

Para toda la zona de estudio se escogieron 100 puntos aleatorios y se realizó el mismo análisis que se hizo sobre las regiones colombianas, los resultados se muestran en la figura **5-63**, el comportamiento promedio muestra un comportamiento similar a la relación sub C-C, individualmente hay mucha variabilidad y no se logra apreciar una homogeneidad como en el análisis por regiones.

En general los resultados obtenidos para las diferentes regiones indican que para la región andina al haber advecciones de humedad desde el Atlántico pueden haber escalamientos superiores a los esperados por la relación CC, mientras que para la zona Amazónica al tener un contenido de hu-

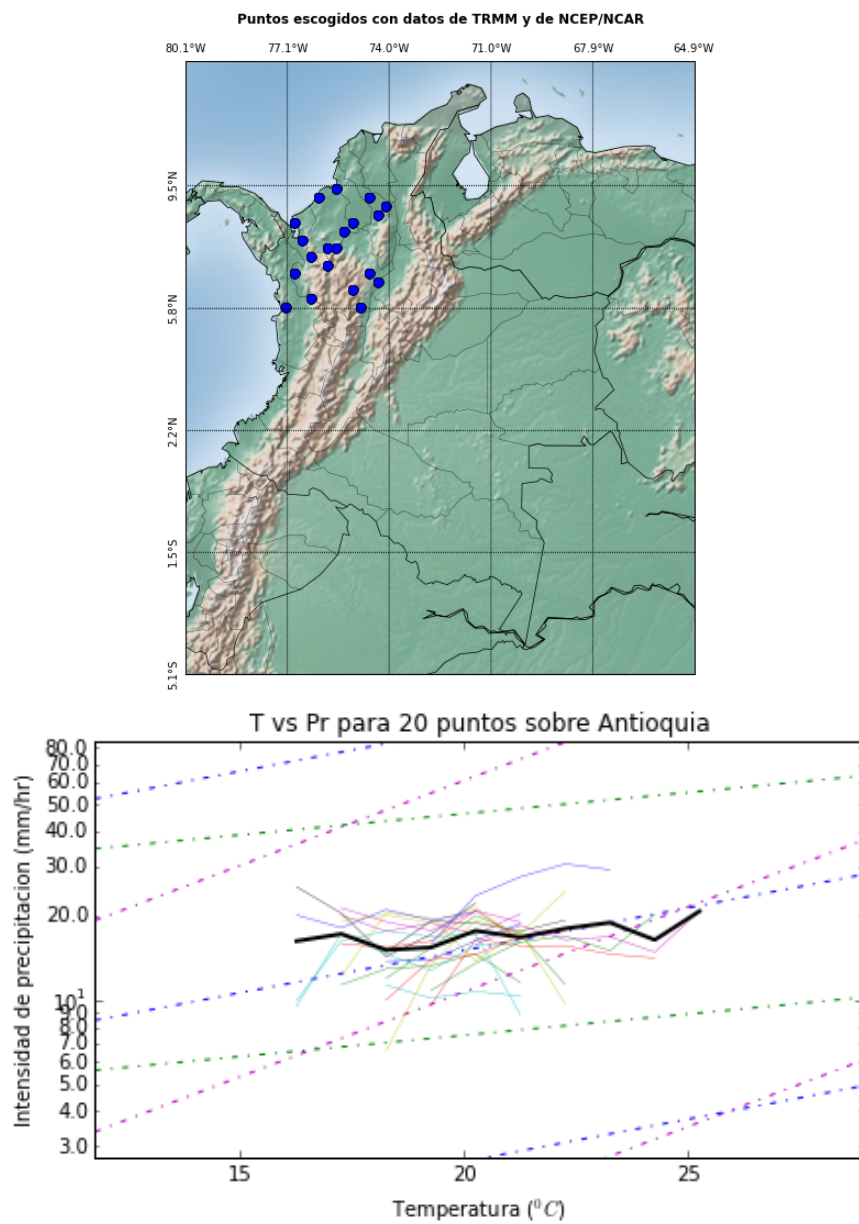


Figura 5-59.: relación de la Temperatura media (°C) y la intensidad de la precipitación en ($\frac{mm}{hr}$) sobre Antioquia

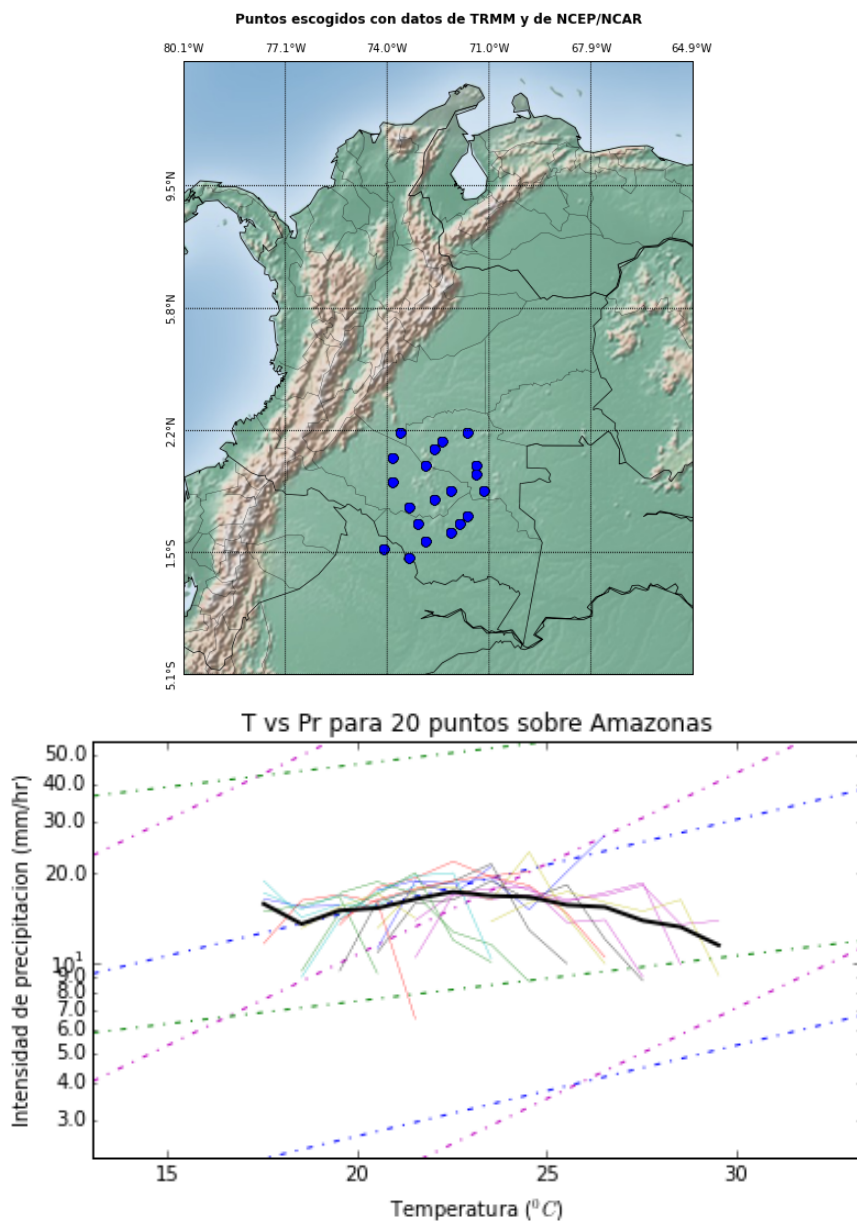


Figura 5-60.: relación de la Temperatura media (°C) y la intensidad de la precipitación en ($\frac{mm}{hr}$) sobre El Amazonas

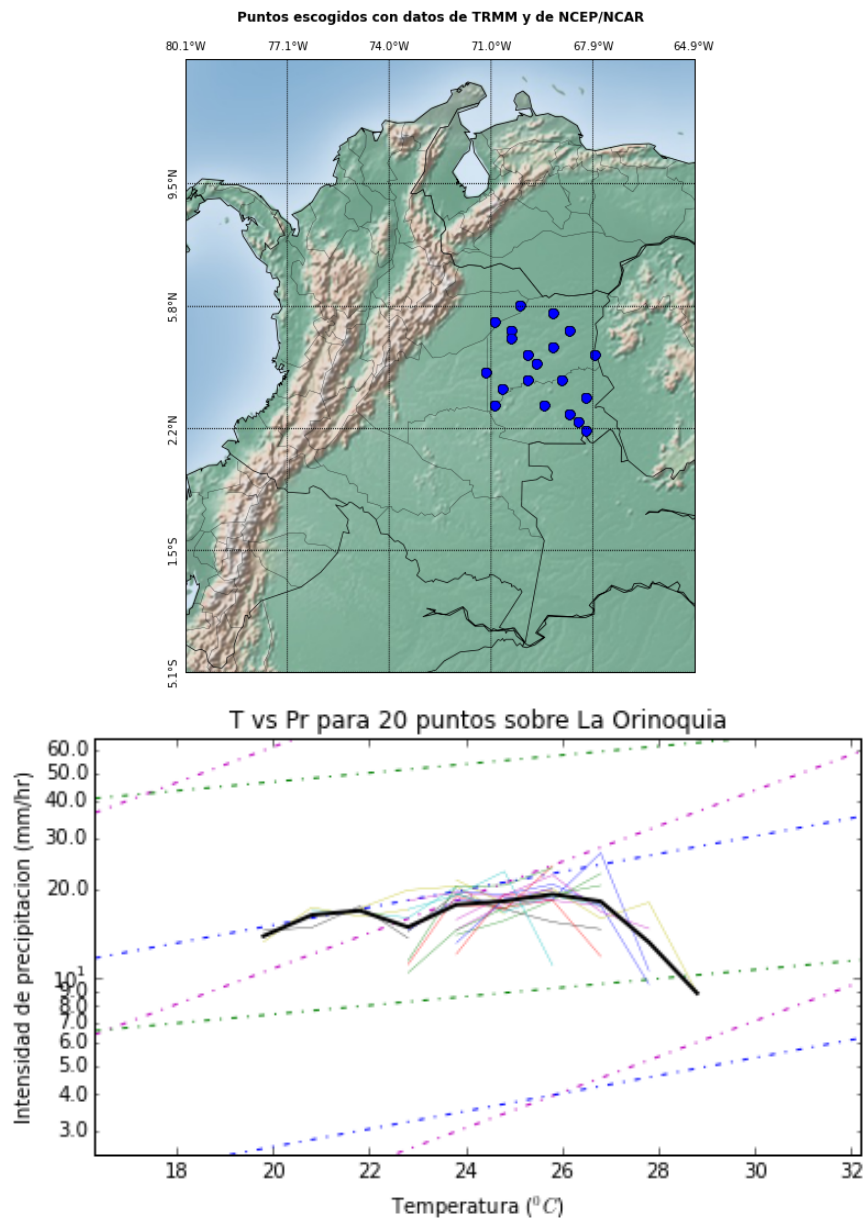


Figura 5-61.: relación de la Temperatura media (°C) y la intensidad de la precipitación en ($\frac{mm}{hr}$) sobre La Orinoquia

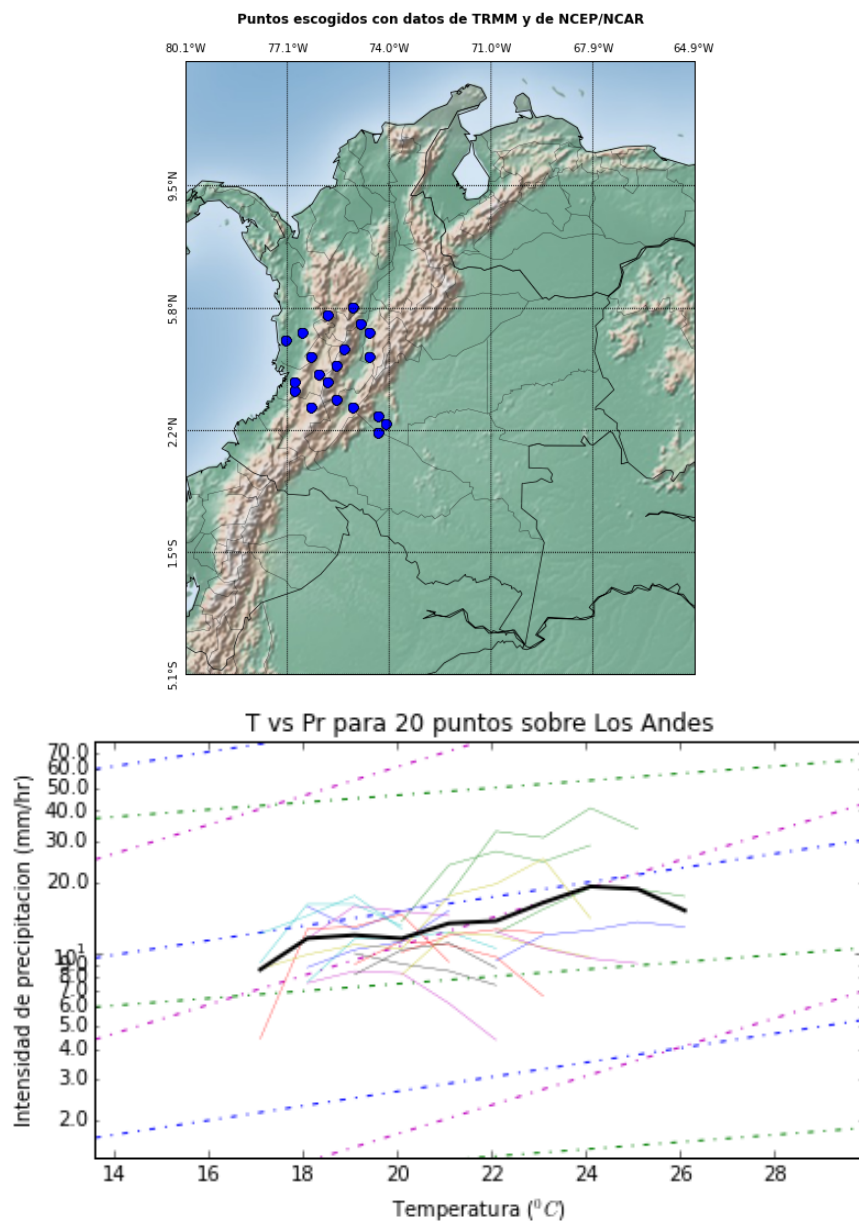


Figura 5-62.: relación de la Temperatura media ($^{\circ}\text{C}$) y la intensidad de la precipitación en ($\frac{\text{mm}}{\text{hr}}$) sobre Los Andes

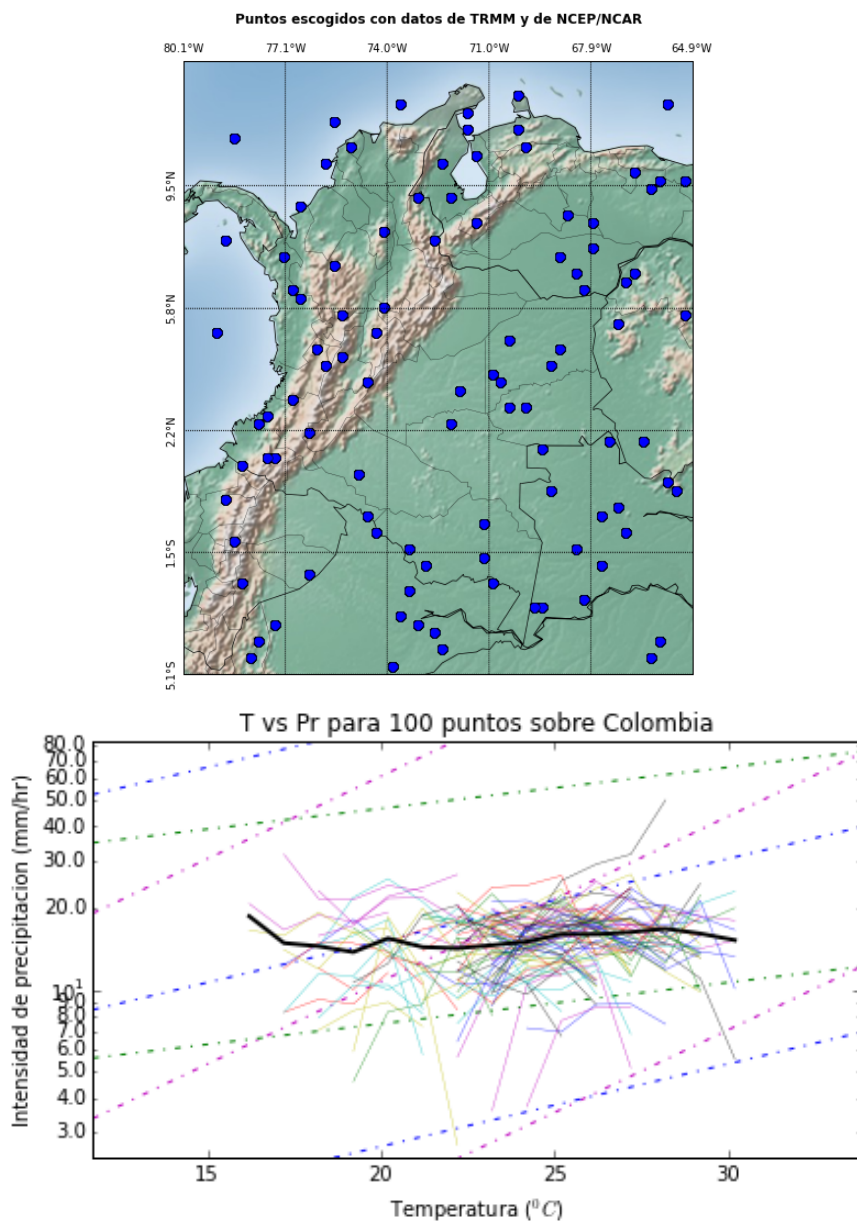


Figura 5-63.: relación de la Temperatura media (°C) y la intensidad de la precipitación en ($\frac{mm}{hr}$) sobre Colombia

medad limitado por la vegetación tiene un subescalamiento respecto a la relación CC, por lo que se espera tendencias decrecientes en los valores extremos de precipitación a futuro, caso contrario con la zona andina donde se esperan tener tendencias crecientes y significantes de los valores extremos de precipitación.

6. Conclusiones

el tener disponibles 18 años de datos hace que las conclusiones sean poco confiables al asegurar que son causados por el cambio climático, aun así, las tendencias encontradas tanto para la precipitación como para la temperatura tienen un valor estadístico significativo, los cuales nos pueden dar idea del comportamiento en el corto y en el largo plazo permitiéndonos tener herramientas para evaluar las acciones ingenieriles para el desarrollo de nuevos proyectos hidroeléctricos en los que es de vital importancia contar con la disponibilidad de agua y de los caudales de diseño.

Se apunta a una conclusión relevante tanto desde la ingeniería como para el entendimiento de los cambios esperados en escenarios de cambio climático a nivel global. Los análisis de las tendencias de los datos de EPM con respecto a lo observado a partir de datos satelitales apuntan, a la existencia de una tendencia positiva (aumento) de los eventos extremos de precipitación mientras se mantienen los acumulados mensuales relativamente constantes, aparentemente asociada al cambio climático. En otras palabras, mientras los regímenes medios se mantienen constantes, la variabilidad temporal y posiblemente espacial de la lluvia ha cambiado en los últimos 20 años de manera que los eventos extremos son más frecuentes.

En ingeniería por ejemplo, esto hace que las precipitaciones y caudales de diseño para determinados periodos de retorno se modifiquen, y de no tenerse dichos cambios en cuenta, los periodos de retorno efectivos se reducen, afectando la vida útil, la operación, entre otros factores asociados a la gestión del recurso hídrico. A nivel científico, evidencias de cambios en eventos extremos es un tópico muy importante, del cual no existen evidencias robustas a nivel tropical. El pasado informe del IPCC ha calificado de no estadísticamente significativas las evidencias hasta ahora presentadas, por lo cual, los registros históricos de EPM podrían convertirse en una evidencia de primera mano de cambios en el trópico asociados a cambio climático.

Aun con los resultados obtenidos es de esperar que la precipitación no siga aumentando indefinidamente, por lo que varios autores han propuesto que los eventos extremos de precipitación escalan con el contenido de agua precipitable en la atmósfera, que se rige por la ecuación de Clausius-Clapeyron, Esta tasa de crecimiento de $7\%/^{\circ}\text{K}$, puede incluso ser superada debido a la liberación de calor latente que retroalimenta y vigoriza los eventos de precipitación aumentando la convergencia de humedad, a pesar de esto en la mayoría de los resultados obtenidos para la zona no indican un escalamiento superior al 7% , presentando una estabilización en el aumento de la precipitación a la mitad de la relación de Clausius-Clapeyron aproximadamente $3.5\%/^{\circ}\text{K}$, y en algunos casos presenta una forma de gancho la cual indica intensidades menores a medida que aumenta la temperatura, como lo es la zona del Orinoco y el Amazonas, por lo que es de especial cuidado para un futuro manejo del recurso hídrico conforme las temperaturas vayan en aumento.

También cabe destacar el hecho de que con los datos medidos en tierra no se encontró evidencia suficiente que indique un aumento o disminución homogéneo en la temperatura sobre Antioquia, este resultado necesita ser evaluado de nuevo con un número mayor de estaciones que permitan determinar la homogeneidad espacial de los cambios de temperatura y evaluar al mismo tiempo las tendencias de valores extremos permitiendo desde el punto de vista ingenieril el desarrollo de estructuras capaz de aguantar eventos de mayor magnitud y al mismo tiempo realizar proyecciones del comportamiento de esos extremos mediante el escalamiento de la precipitación con la temperatura.

A. Anexo: Tablas de significancia

Tabla A-1.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados mensualmente desde el año 1996

Estación	Suma Signo (S)	Tendencia	Estadístico Z	Significante al 95 %	Significante al 99 %
1107009	2599	↗	1,9197	X	X
1107010	4917	↗	3,448	✓	✓
1107012	1689	↗	1,2473	X	X
1107015	3244	↗	2,5293	✓	X
1107017	3545	↗	2,6188	✓	✓
1107705	-	-	-	-	-
1111499	-	-	-	-	-
1111998	-	-	-	-	-
1111999	-	-	-	-	-
1503684	-	-	-	-	-
1503688	-	-	-	-	-
1503689	-	-	-	-	-
2308021	2858	↗	2,2981	✓	X
2308022	2477	↗	2,0167	✓	X
2308023	1887	↗	1,5266	X	X
2308024	1628	↗	1,3087	X	X
2308026	5130	↗	3,5771	✓	✓
2308027	3718	↗	2,5923	✓	✓
2308030	3459	↗	2,6011	✓	✓
2308035	-73	↘	-0,1114	X	X
2308037	1559	↗	1,5752	X	X
2308038	1873	↗	1,7753	X	X
2308044	3346	↗	2,5011	✓	X
2308046	2400	↗	1,6731	X	X
2308050	3175	↗	2,2262	✓	X
2308052	480	↗	0,3498	X	X
2308053	-42	↘	-0,0286	X	X
2308054	2334	↗	2,2436	✓	X
2308055	881	↗	0,8288	X	X
2308057	3584	↗	2,542	✓	X
2308067	2400	↗	1,6731	X	X
2308071	184	↗	0,1368	X	X
2308077	335	↗	0,2383	X	X
2308083	3490	↗	2,548	✓	X
2308084	2837	↗	1,9891	✓	X
2308086	4922	↗	3,432	✓	✓
2308087	1648	↗	1,1685	X	X
2308498	-	-	-	-	-
2308505	3180	↗	2,2171	✓	X
2308517	4212	↗	2,9368	✓	✓
2308523	-	-	-	-	-
2308709	5930	↗	4,135	✓	✓
2308724	-	-	-	-	-
2308754	2552	↗	1,7791	X	X
2308760	-	-	-	-	-
2308790	-	-	-	-	-
2308951	-	-	-	-	-
2309502	-	-	-	-	-
2310009	2038	↗	1,4964	X	X
2310010	1898	↗	1,5259	X	X
2310011	-976	↘	-0,8696	X	X
2310504	2092	↗	1,682	X	X

Tabla A-2.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados mensualmente desde el año 1996

Estación	Suma Signo (S)	Tendencia	Estadístico Z	Significante al 95 %	Significante al 99 %
2310505	-724	↘	-0,5674	X	X
2502727	-	-	-	-	-
2618008	5220	↗	3,997	✓	✓
2618010	1161	↗	1,235	X	X
2618599	-	-	-	-	-
2618715	-	-	-	-	-
2618722	-	-	-	-	-
2623023	2448	↗	1,8297	X	X
2623025	-	-	-	-	-
2623599	-	-	-	-	-
2623707	-	-	-	-	-
2625007	4293	↗	3,3888	✓	✓
2701032	1564	↗	1,2651	X	X
2701034	4539	↗	3,3336	✓	✓
2701035	2442	↗	1,8252	X	X
2701036	3244	↗	2,2617	✓	X
2701037	3151	↗	2,3694	✓	X
2701038	4269	↗	3,2103	✓	✓
2701045	2098	↗	1,568	X	X
2701046	4435	↗	3,3352	✓	✓
2701053	4317	↗	3,0445	✓	✓
2701054	280	↗	0,4235	X	X
2701055	4729	↗	3,3351	✓	✓
2701056	2509	↗	2,298	✓	X
2701057	1953	↗	1,5899	X	X
2701059	1136	↗	0,8052	X	X
2701060	260	↗	0,4474	X	X
2701070	3488	↗	2,4319	✓	X
2701072	1117	↗	0,7828	X	X
2701073	3000	↗	2,2424	✓	X
2701074	1564	↗	1,472	X	X
2701075	1074	↗	1,6443	X	X
2701076	204	↗	0,1545	X	X
2701093	3323	↗	2,4988	✓	X
2701094	187	↗	0,1305	X	X
2701095	1468	↗	1,18	X	X
2701099	2743	↗	1,9232	X	X
2701100	1705	↗	1,202	X	X
2701101	-195	↘	-0,1353	X	X
2701102	4815	↗	3,3958	✓	✓
2701103	30	↗	0,0692	X	X
2701107	552	↗	0,4194	X	X
2701108	2202	↗	1,535	X	X
2701109	-414	↘	-0,3473	X	X
2701114	-	-	-	-	-
2701115	4037	↗	2,9823	✓	✓
2701116	-	-	-	-	-
2701118	-	-	-	-	-
2701122	-	-	-	-	-
2701472	-	-	-	-	-
2701481	-	-	-	-	-
2701483	-	-	-	-	-

Tabla A-3.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados mensualmente desde el año 1996

Estación	Suma Signo (S)	Tendencia	Estadístico Z	Significante al 95 %	Significante al 99 %
2701484	-	-	-	-	-
2701485	-	-	-	-	-
2701501	174	↗	0,1943	X	X
2701514	1160	↗	0,8083	X	X
2701517	1880	↗	1,5402	X	X
2701518	144	↗	0,115	X	X
2701522	3330	↗	2,3217	✓	X
2701523	370	↗	0,2759	X	X
2701525	4716	↗	3,4434	✓	✓
2701526	-	-	-	-	-
2701706	3207	↗	2,2615	✓	X
2701707	-	-	-	-	-
2701710	-	-	-	-	-
2701712	2546	↗	1,7749	X	X
2701713	-	-	-	-	-
2701735	-	-	-	-	-
2701736	1951	↗	1,3677	X	X
2701741	-	-	-	-	-
2701762	-	-	-	-	-
2701763	2590	↗	1,8907	X	X
2701793	-65	↘	-0,0826	X	X
2701802	-	-	-	-	-
2701805	-	-	-	-	-
2701878	-	-	-	-	-
2701879	-	-	-	-	-
2701950	3157	↗	2,2136	✓	X
2701955	2713	↗	2,7221	✓	✓
2701997	-	-	-	-	-
2702008	659	↗	0,5604	X	X
2702012	1527	↗	1,0764	X	X
2702013	1524	↗	1,0805	X	X
2702024	3220	↗	2,5732	✓	X
2702029	2098	↗	1,4625	X	X
2702030	-9	↘	-0,0146	X	X
2702035	1881	↗	1,4844	X	X
2702036	-	-	-	-	-
2702039	1767	↗	1,3363	X	X
2702040	1741	↗	1,3407	X	X
2702041	2778	↗	2,1268	✓	X
2702495	789	↗	0,6072	X	X
2702599	-	-	-	-	-
2702703	-	-	-	-	-
2702717	-308	↘	-0,6551	X	X
2702724	-336	↘	-0,2988	X	X
2702997	-	-	-	-	-

Tabla A-4.: Prueba de significancia Mann-Kendall para datos agregados cada hora

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
1107009	↗ 2.284	↗ 2.284	↗ 2.707	↗ 2.6788	↗ 2.1148	↗ 2.1148	↗ 2.0303	↗ 2.3968	↗ 3.8631
1107010	↗ 2.1712	↗ 2.3686	↗ 2.6506	↗ 3.0736	↗ 3.3274	↗ 2.6224	↗ 3.0736	↗ 2.707	↗ 4.5117
1107012	↗ 2.5378	↗ 2.6788	↗ 3.1018	↗ 3.13	↗ 2.7634	↗ 2.6224	↗ 2.6788	↗ 2.5378	↗ 3.6657
1107015	↗ 1.842	↗ 1.9024	↗ 2.446	↗ 2.8687	↗ 1.9024	↗ 2.1138	↗ 2.2346	↗ 2.1138	↗ 4.0162
1107017	↗ 2.3122	↗ 2.707	↗ 2.6506	↗ 3.1018	↗ 3.0172	↗ 2.9608	↗ 2.9608	↗ 2.9608	↗ 4.4553
1111499	↘ -1.4846	↘ -0.7423	↘ -0.4949	↘ -1.2372	↘ -0.866	↘ -0.6186	↘ -1.2372	↘ -0.6186	↘ -1.1135
1111999	↘ -0.4506	↘ -0.4506	↘ -0.4506	↘ -1.5019	↗ 0.0	↘ -0.6008	↘ -0.6008	↗ 0.0	↘ -0.1502
2308021	↗ 2.4333	↗ 2.8875	↗ 3.0498	↗ 2.8875	↗ 2.8551	↗ 2.7902	↗ 2.6604	↗ 3.0173	↗ 2.4982
2308022	↗ 3.4391	↗ 3.4391	↗ 3.1795	↗ 3.9258	↗ 3.9582	↗ 4.2178	↗ 4.0231	↗ 4.1529	↗ 3.6013
2308023	↗ 2.2711	↗ 2.3035	↗ 2.4009	↗ 2.4333	↗ 2.336	↗ 2.3035	↗ 2.5955	↗ 2.5955	↗ 4.7044
2308024	↗ 1.9142	↗ 2.1738	↗ 2.2387	↗ 2.5955	↗ 2.6929	↗ 2.7253	↗ 2.628	↗ 2.4658	↗ 4.38
2308026	↗ 2.143	↗ 2.284	↗ 2.989	↗ 3.2992	↗ 3.0736	↗ 3.5247	↗ 3.2146	↗ 4.3707	↗ 4.9064
2308027	↗ 2.989	↗ 2.8198	↗ 3.6657	↗ 3.6939	↗ 3.2428	↗ 3.3838	↗ 3.4683	↗ 3.5529	↗ 3.7503
2308030	↗ 1.9326	↗ 0.7247	↗ 0.8757	↗ 2.3252	↗ 1.7816	↗ 2.4761	↗ 2.6573	↗ 2.3554	↗ 3.2311
2308035	↘ -0.5491	↘ -0.5491	↗ 1.2812	↗ 1.2812	↘ -0.5491	↗ 0.061	↘ -1.8303	↘ -2.6234	↘ -1.9523
2308037	↗ 2.159	↗ 2.159	↗ 2.8029	↗ 2.6893	↗ 2.3105	↗ 2.4999	↗ 2.3484	↗ 2.4242	↗ 2.7272
2308038	↗ 2.1691	↗ 2.414	↗ 0.4198	↗ 2.8688	↗ 2.344	↗ 3.1837	↗ 2.6939	↗ 2.1691	↗ 3.0088
2308044	↗ 2.8989	↗ 2.446	↗ 3.0197	↗ 3.5028	↗ 3.1405	↗ 2.7479	↗ 3.0197	↗ 2.7479	↗ 2.8687
2308046	↗ 2.4532	↗ 1.9175	↗ 2.0584	↗ 2.0584	↗ 2.0866	↗ 1.9175	↗ 1.6919	↗ 1.4381	↗ 2.9326
2308050	↗ 2.7352	↗ 2.6788	↗ 2.3122	↗ 2.5942	↗ 2.1994	↗ 2.2558	↗ 2.4532	↗ 2.8762	↗ 4.4835
2308052	↗ 2.4814	↗ 1.3817	↗ 1.5227	↗ 1.8329	↗ 1.7765	↗ 2.0021	↗ 1.5227	↗ 2.3122	↗ 3.8913
2308053	↗ 1.5509	↗ 2.0021	↗ 2.3968	↗ 2.3968	↗ 2.2558	↗ 2.3122	↗ 2.0866	↗ 2.0303	↗ 3.4401
2308054	↗ 1.9242	↗ 1.9242	↗ 2.2391	↗ 2.379	↗ 2.344	↗ 2.344	↗ 2.1341	↗ 2.1691	↗ 4.1983
2308055	↗ 1.5744	↗ 0.6997	↗ 1.4694	↗ 1.4344	↗ 1.6093	↗ 1.6443	↗ 2.0991	↗ 2.0292	↗ 3.4986
2308057	↗ 2.284	↗ 2.1712	↗ 2.143	↗ 2.5942	↗ 2.6224	↗ 2.4532	↗ 2.2558	↗ 2.0584	↗ 3.4401
2308067	↗ 4.9346	↗ 4.1733	↗ 3.1582	↗ 4.1169	↗ 3.7503	↗ 3.8349	↗ 3.8349	↗ 4.3425	↗ 3.4965
2308071	↗ 1.993	↗ 2.144	↗ 2.5365	↗ 2.4761	↗ 2.7479	↗ 2.6573	↗ 2.8687	↗ 2.8083	↗ 4.0766
2308077	↗ 2.707	↗ 2.1712	↗ 0.7895	↗ 2.7352	↗ 2.7916	↗ 2.5942	↗ 3.0172	↗ 3.2992	↗ 3.8913
2308083	↗ 2.9044	↗ 3.1018	↗ 3.8631	↗ 3.3556	↗ 4.2015	↗ 4.5681	↗ 4.3143	↗ 4.2297	↗ 4.0041
2308084	↗ 2.707	↗ 2.9044	↗ 2.848	↗ 3.2428	↗ 3.8631	↗ 3.6657	↗ 3.7503	↗ 4.1733	↗ 3.8631
2308086	↗ 2.9326	↗ 2.9044	↗ 2.7916	↗ 2.7634	↗ 2.707	↗ 2.7916	↗ 2.3122	↗ 2.6506	↗ 2.3968
2308087	↗ 2.5096	↗ 2.707	↗ 3.0172	↗ 3.4401	↗ 3.4119	↗ 3.3838	↗ 3.4965	↗ 2.8762	↗ 3.8349
2308505	↗ 3.1018	↗ 3.4401	↗ 3.7503	↗ 3.5529	↗ 3.5811	↗ 3.3556	↗ 2.9326	↗ 3.4119	↗ 3.7221
2308517	↗ 3.0454	↗ 3.0454	↗ 3.6093	↗ 4.0323	↗ 2.566	↗ 2.9608	↗ 3.0736	↗ 2.989	↗ 2.566
2308523	↘ -0.7423	↘ -0.7423	↘ -0.6186	↘ -0.4949	↗ 0.0	↗ 0.0	↘ -0.1237	↘ -0.9897	↘ -1.9795
2308709	↗ 2.7352	↗ 2.3686	↗ 3.4401	↗ 3.13	↗ 2.3968	↗ 3.2992	↗ 3.13	↗ 2.5378	↗ 3.271
2308724	↘ -1.3553	↘ -1.3553	↗ 1.4596	↗ 1.4596	↗ 0.0	↗ 1.4596	↗ 0.8341	↗ 0.0	↗ 0.8341
2308754	↗ 2.7916	↗ 2.3968	↗ 2.8198	↗ 2.7634	↗ 2.4814	↗ 2.3404	↗ 2.1712	↗ 1.8047	↗ 3.3556
2308790	↗ 0.6569	↗ 0.6022	↗ 0.0	↘ -0.6569	↘ -0.4927	↘ -0.1642	↘ -0.0547	↗ 0.0	↘ -0.5474
2308951	↘ -0.0547	↘ -0.0547	↗ 0.2737	↗ 0.219	↗ 0.7664	↗ 0.0	↘ -0.7664	↘ -0.6569	↘ -0.9307
2309502	↗ 1.8459	↗ 1.8459	↗ 2.1161	↗ 2.1161	↗ 1.2606	↗ 1.7559	↗ 2.2511	↗ 1.4857	↗ 1.2156
2310009	↗ 1.9739	↗ 2.1994	↗ 2.5378	↗ 2.989	↗ 2.707	↗ 3.1582	↗ 3.5529	↗ 3.2146	↗ 4.6809
2310010	↗ 1.8722	↗ 2.144	↗ 2.2044	↗ 2.5969	↗ 2.5667	↗ 2.8083	↗ 2.446	↗ 2.5667	↗ 4.7409
2310011	↗ 2.336	↗ 2.336	↗ 2.2062	↗ 2.5955	↗ 2.2387	↗ 2.7902	↗ 2.8551	↗ 2.5631	↗ 3.796
2310504	↗ 2.1738	↗ 2.4658	↗ 2.4658	↗ 2.6929	↗ 2.5955	↗ 2.9849	↗ 2.92	↗ 2.4982	↗ 4.088

Tabla A-5.: Prueba de significancia Mann-Kendall para datos agregados cada hora

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2310505	↗ 2.2648	↗ 2.8083	↗ 3.3217	↗ 3.1707	↗ 3.4123	↗ 3.0801	↗ 3.3519	↗ 3.0197	↗ 4.3786
2618008	↗ 2.5063	↗ 2.3856	↗ 2.5365	↗ 2.9593	↗ 2.6573	↗ 3.0197	↗ 2.8989	↗ 3.7746	↗ 4.1974
2618010	↗ 2.2656	↗ 1.6065	↗ 1.3594	↗ 2.2656	↗ 2.348	↗ 2.9247	↗ 2.9247	↗ 3.1718	↗ 3.419
2618715	↘ -0.7509	↘ -0.7509	↗ 0.7509	↗ 0.7509	↗ 0.7509	↗ 0.7509	↗ 0.0	↗ 0.9011	↗ 1.6521
2618722	↘ -0.3757	↘ -0.3757	↘ -0.3757	↗ 0.3757	↘ -0.3757	↘ -0.3757	↗ 0.0	↗ 0.3757	↗ 2.0665
2623023	↗ 2.2648	↗ 2.3554	↗ 2.8083	↗ 2.8687	↗ 3.2009	↗ 3.1103	↗ 3.2009	↗ 3.1405	↗ 4.9825
2623025	↗ 1.3422	↗ 1.4642	↗ 1.7693	↗ 2.3183	↗ 1.5252	↗ 1.8913	↗ 1.5252	↗ 1.1592	↗ 0.7931
2623707	↘ -1.6083	↗ 0.0	↗ 0.0	↘ -1.9795	↘ -1.7321	↘ -2.5981	↘ -2.1032	↘ -1.3609	↘ -1.3609
2625007	↗ 1.691	↗ 1.2381	↘ -0.151	↗ 1.0267	↗ 2.4761	↗ 2.9291	↗ 2.9895	↗ 2.4158	↗ 3.0801
2701032	↗ 3.6662	↗ 3.8609	↗ 3.5689	↗ 3.6013	↗ 3.1795	↗ 3.8609	↗ 3.7311	↗ 3.4715	↗ 3.6013
2701034	↗ 2.0303	↗ 2.0303	↗ 2.9326	↗ 2.9608	↗ 2.8198	↗ 2.143	↗ 2.1712	↗ 2.284	↗ 4.0323
2701035	↗ 1.6004	↗ 1.7816	↗ 1.9326	↗ 2.5969	↗ 2.446	↗ 2.7781	↗ 2.5667	↗ 3.2311	↗ 4.3182
2701036	↗ 2.5942	↗ 2.5096	↗ 2.6788	↗ 3.2428	↗ 2.9608	↗ 3.2992	↗ 2.989	↗ 3.0736	↗ 4.4835
2701037	↗ 1.993	↗ 2.2346	↗ 2.8385	↗ 3.3217	↗ 3.1707	↗ 3.3519	↗ 2.5667	↗ 2.446	↗ 4.1672
2701038	↗ 1.2381	↗ 1.5702	↗ 1.9326	↗ 1.9024	↗ 2.144	↗ 2.0534	↗ 2.5063	↗ 2.6271	↗ 3.9558
2701045	↗ 1.7816	↗ 1.7212	↗ 1.3891	↗ 1.9628	↗ 2.1742	↗ 2.2346	↗ 2.2648	↗ 2.2044	↗ 3.6538
2701046	↗ 1.7212	↗ 1.5098	↗ 1.4796	↗ 1.4495	↗ 1.993	↗ 1.9326	↗ 1.8722	↗ 1.6608	↗ 3.684
2701053	↗ 2.5096	↗ 2.6224	↗ 3.2428	↗ 3.0736	↗ 3.3556	↗ 3.1864	↗ 2.707	↗ 3.4401	↗ 4.1733
2701054	↗ 0.2737	↗ 0.1095	↗ 1.2044	↗ 2.354	↗ 1.0402	↗ 0.8212	↗ 0.219	↗ 0.0547	↗ 0.1095
2701055	↗ 2.989	↗ 2.989	↗ 3.5529	↗ 3.6657	↗ 3.8067	↗ 3.9477	↗ 3.8349	↗ 3.6657	↗ 3.8349
2701056	↗ 1.2329	↗ 1.2004	↗ 1.1031	↗ 1.2653	↗ 1.6547	↗ 2.2387	↗ 2.4009	↗ 2.044	↗ 3.8609
2701057	↗ 3.9258	↗ 3.4715	↗ 3.9582	↗ 3.9258	↗ 3.504	↗ 3.5364	↗ 3.8933	↗ 3.6986	↗ 3.5689
2701059	↗ 2.848	↗ 2.425	↗ 2.8198	↗ 3.7503	↗ 4.0323	↗ 3.5247	↗ 2.848	↗ 3.1582	↗ 4.5681
2701060	↘ -0.6857	↘ -0.6857	↗ 0.6857	↗ 0.6857	↘ -0.2057	↘ -0.1371	↘ -0.6857	↗ 0.4114	↗ 1.44
2701070	↗ 2.3404	↗ 2.5378	↗ 2.6506	↗ 2.989	↗ 2.848	↗ 2.9326	↗ 2.9608	↗ 2.7634	↗ 4.2015
2701072	↗ 2.4532	↗ 2.9326	↗ 2.8198	↗ 3.5529	↗ 3.4965	↗ 3.1582	↗ 2.7916	↗ 2.1712	↗ 3.9477
2701073	↗ 2.144	↗ 2.2346	↗ 2.5063	↗ 3.2915	↗ 3.3519	↗ 3.9256	↗ 3.2311	↗ 3.6236	↗ 4.8617
2701074	↗ 2.1969	↗ 2.3863	↗ 3.0302	↗ 3.106	↗ 2.5757	↗ 2.3484	↗ 1.6666	↗ 1.4394	↗ 1.4015
2701075	↘ -0.5491	↘ -0.5491	↗ 0.5491	↗ 2.0133	↗ 0.5491	↗ 0.0	↗ 0.122	↗ 0.122	↗ 0.183
2701076	↗ 2.5063	↗ 2.8687	↗ 3.0197	↗ 3.2009	↗ 3.4424	↗ 3.2009	↗ 3.2009	↗ 3.0499	↗ 4.4993
2701093	↗ 1.9628	↗ 2.5667	↗ 2.9895	↗ 3.0499	↗ 2.6573	↗ 2.7479	↗ 2.3856	↗ 2.2648	↗ 3.7746
2701094	↗ 2.6788	↗ 2.566	↗ 2.848	↗ 3.1582	↗ 2.6224	↗ 3.2428	↗ 2.2276	↗ 2.0866	↗ 3.8349
2701095	↗ 2.2062	↗ 1.9791	↗ 2.4009	↗ 2.4982	↗ 2.8875	↗ 2.7902	↗ 2.7578	↗ 2.9524	↗ 4.4773
2701099	↗ 1.9457	↗ 2.3122	↗ 2.6506	↗ 2.8198	↗ 2.7634	↗ 2.7916	↗ 2.8762	↗ 2.848	↗ 4.5681
2701100	↗ 2.6224	↗ 2.7634	↗ 3.1018	↗ 3.4401	↗ 3.5811	↗ 3.7221	↗ 3.6093	↗ 3.4683	↗ 4.9064
2701101	↗ 2.1712	↗ 2.3968	↗ 3.0172	↗ 3.3556	↗ 2.9044	↗ 2.7916	↗ 2.3122	↗ 2.6224	↗ 3.3838
2701102	↗ 2.425	↗ 2.566	↗ 2.8762	↗ 2.9326	↗ 3.3838	↗ 3.3838	↗ 3.13	↗ 3.5811	↗ 4.9346
2701103	↗ 0.0	↘ -0.0778	↘ -0.7006	↗ 0.0	↘ -0.3114	↘ -0.3114	↗ 0.3114	↘ -0.7785	↘ -2.1798
2701107	↗ 2.1742	↗ 2.3554	↗ 2.4761	↗ 2.7479	↗ 2.2648	↗ 2.1138	↗ 2.1138	↗ 1.7514	↗ 3.3217
2701108	↗ 2.3122	↗ 2.2558	↗ 2.5378	↗ 2.8762	↗ 2.3122	↗ 2.425	↗ 2.8198	↗ 2.3122	↗ 3.9759
2701109	↗ 1.5573	↗ 1.46	↗ 0.9409	↗ 1.2329	↗ 1.3627	↗ 1.9467	↗ 2.044	↗ 1.752	↗ 2.1738
2701114	↗ 1.8542	↗ 1.8192	↗ 1.5744	↗ 2.1691	↗ 2.309	↗ 2.519	↗ 2.2041	↗ 1.9942	↗ 3.6385
2701115	↗ 2.5096	↗ 2.7352	↗ 3.0172	↗ 3.3274	↗ 2.9326	↗ 3.1018	↗ 2.7916	↗ 2.2276	↗ 3.7785
2701116	↗ 2.4158	↗ 2.5969	↗ 3.0197	↗ 3.8048	↗ 3.7746	↗ 3.5934	↗ 3.1405	↗ 2.6573	↗ 3.986
2701118	↗ 2.4009	↗ 2.4009	↗ 2.6929	↗ 3.7311	↗ 3.3742	↗ 3.9258	↗ 3.504	↗ 2.7578	↗ 3.504

Tabla A-6.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada hora

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2701122	↗2.2511	↗1.981	↗2.071	↗2.6113	↗2.7464	↗1.981	↗1.936	↗1.936	↗2.6563
2701472	↘-0.7298	↘-0.7298	↗0.0	↗0.2085	↘-1.3553	↘-1.4596	↘-0.2085	↗0.0	↗0.0
2701483	↘-1.8023	↘-1.3517	↘-0.3004	↘-1.2015	↘-2.1026	↘-2.1026	↘-1.8023	↘-2.403	↘-2.1026
2701484	↗2.0256	↗2.2993	↗3.1752	↗3.0657	↗3.2299	↗3.2299	↗2.7372	↗2.354	↗1.4234
2701501	↗2.7464	↗3.0165	↗3.917	↗4.052	↗3.5118	↗4.007	↗3.4217	↗3.2416	↗3.5568
2701514	↗2.0021	↗2.425	↗2.425	↗2.6506	↗2.3122	↗2.566	↗2.566	↗2.4814	↗2.8762
2701517	↗2.3684	↗2.1738	↗2.1413	↗2.7902	↗2.7578	↗2.6604	↗2.6604	↗2.5631	↗4.4773
2701518	↗2.4658	↗2.4658	↗2.5631	↗2.8551	↗3.0498	↗2.5955	↗2.5955	↗2.5631	↗3.8609
2701522	↗2.3122	↗2.425	↗3.0172	↗3.2992	↗3.3556	↗3.0736	↗2.7916	↗3.5247	↗4.4271
2701523	↗2.0232	↗1.9024	↗2.4158	↗2.3252	↗2.6271	↗2.6573	↗2.6573	↗2.446	↗4.288
2701525	↗2.7352	↗2.9326	↗3.3556	↗3.4683	↗3.2992	↗3.5529	↗3.4965	↗3.4401	↗4.6809
2701706	↗2.566	↗2.848	↗2.9608	↗3.4119	↗2.848	↗3.271	↗2.9044	↗2.9044	↗4.1169
2701707	↘-0.5474	↘-0.5474	↗0.5474	↗0.7664	↗0.0	↘-1.3139	↘-2.5183	↘-2.9015	↘-2.6825
2701712	↗2.989	↗2.7634	↗3.3838	↗3.271	↗2.3968	↗2.1994	↗1.8047	↗1.8893	↗2.284
2701713	↘-0.6711	↘-0.6711	↗0.0	↗0.6711	↘-1.7082	↘-0.9151	↘-1.2202	↘-1.4032	↘-2.1963
2701736	↗2.1994	↗2.1148	↗2.2276	↗2.5378	↗2.284	↗2.6506	↗2.6788	↗2.4532	↗3.9477
2701762	↘-0.5213	↘-0.5213	↗0.417	↗0.5213	↘-1.1468	↘-0.1043	↘-0.2085	↗0.3128	↗0.2085
2701763	↗2.1994	↗2.425	↗2.7634	↗3.0172	↗2.5378	↗3.271	↗3.1018	↗3.4965	↗4.2297
2701793	↗0.099	↗0.099	↗1.1877	↗0.7918	↘-0.099	↘-0.3464	↘-1.1382	↘-0.6433	↘-1.6826
2701802	↘-0.5449	↘-0.5449	↗0.5449	↗0.5449	↗0.0	↗1.4013	↗0.5449	↗0.8563	↗0.2335
2701805	↘-0.5449	↘-0.5449	↗0.5449	↗0.5449	↘-0.5449	↘-0.3892	↘-0.3114	↗0.2335	↗0.0
2701879	↘-0.4506	↘-0.4506	↗0.4506	↗0.9011	↘-0.4506	↘-0.1502	↗0.9011	↗0.6008	↗0.4506
2701950	↗3.3805	↗3.4334	↗3.7239	↗3.3013	↗3.4334	↗3.5126	↗3.2749	↗3.5654	↗4.0408
2701955	↗2.2348	↗2.159	↗2.6514	↗2.6514	↗1.6666	↗2.4242	↗2.6893	↗2.3105	↗3.0302
2702008	↗2.7578	↗2.3684	↗2.9524	↗3.0173	↗3.1147	↗3.0173	↗2.9524	↗2.6929	↗3.4715
2702012	↗2.0584	↗2.0584	↗2.0303	↗2.3686	↗2.1712	↗2.566	↗2.4814	↗2.143	↗3.4119
2702013	↗2.1148	↗2.3404	↗2.8762	↗2.848	↗2.4814	↗2.5942	↗2.707	↗2.6506	↗4.6527
2702024	↗1.7514	↗1.54	↗1.9326	↗1.7514	↗1.7816	↗1.9024	↗2.5063	↗2.0232	↗4.0766
2702029	↗2.989	↗2.7634	↗3.5529	↗3.3274	↗2.425	↗2.6788	↗2.3404	↗2.8198	↗2.6224
2702030	↘-0.5486	↘-0.5486	↗0.5486	↗0.5486	↘-0.5486	↗0.2743	↘-1.0286	↘-2.1257	↘-2.1257
2702035	↗1.6306	↗2.2648	↗2.3554	↗2.7177	↗2.8385	↗2.9593	↗3.1405	↗3.0197	↗4.8617
2702036	↘-0.6711	↘-0.6711	↗0.6101	↗0.305	↘-1.1592	↘-0.4881	↗0.0	↘-0.7321	↘-0.7931
2702039	↗1.3287	↗1.9326	↗1.7514	↗1.9326	↗2.3252	↗2.1742	↗2.5063	↗2.5667	↗4.6805
2702040	↗1.2985	↗1.842	↗1.9628	↗1.842	↗2.1742	↗2.446	↗2.5969	↗2.446	↗3.533
2702041	↗1.691	↗2.0836	↗2.2044	↗2.2648	↗2.446	↗2.5667	↗2.7177	↗2.6875	↗4.3786
2702495	↗1.9326	↗1.5702	↗0.5133	↗1.6608	↗1.691	↗1.6004	↗1.8118	↗1.6306	↗3.2915
2702599	↘-0.5474	↘-0.5474	↗0.5474	↗0.5474	↘-0.219	↗0.3285	↗0.1095	↘-0.5474	↘-0.6569
2702703	↘-0.5474	↘-0.5474	↘-0.1095	↘-0.1095	↘-1.3139	↘-0.5474	↘-0.1642	↘-0.1095	↘-0.7664
2702717	↗0.6857	↗0.6857	↗0.6857	↗0.6857	↗0.0686	↗0.6172	↗0.48	↗0.0	↗0.0
2702724	↗2.4333	↗2.3684	↗2.4982	↗2.5631	↗2.3035	↗2.5307	↗2.7902	↗2.4333	↗3.5364

Tabla A-7.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 2 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
1107009	↗2.1994	↗2.3686	↗2.2558	↗2.5942	↗2.6224	↗2.284	↗2.3686	↗2.1712	↗3.8067
1107010	↗2.1148	↗2.5096	↗3.0736	↗3.3838	↗2.4532	↗3.13	↗2.9608	↗3.2146	↗4.6809
1107012	↗2.5378	↗2.707	↗2.566	↗3.13	↗2.989	↗2.7634	↗2.4532	↗2.9326	↗4.0041
1107015	↗1.9024	↗1.8118	↗1.7514	↗2.0534	↗2.0836	↗2.2648	↗2.2648	↗2.4761	↗4.0766
1107017	↗2.5942	↗2.707	↗2.3122	↗3.4401	↗3.2428	↗2.707	↗3.13	↗3.9477	↗4.2297
1111499	↘-1.2372	↘-0.7423	↘-0.4949	↘-0.6186	↘-0.4949	↘-0.866	↘-0.4949	↗0.0	↗0.0
1111999	↘-0.4506	↘-0.4506	↘-0.3004	↗0.4506	↘-0.4506	↘-1.0513	↗0.0	↘-0.9011	↘-0.7509
2308021	↗2.5631	↗2.8875	↗2.5631	↗2.3684	↗2.6604	↗3.1795	↗2.6604	↗2.6929	↗2.7578
2308022	↗3.4391	↗3.4391	↗2.5631	↗3.6013	↗3.796	↗3.9906	↗3.5364	↗3.6338	↗3.4715
2308023	↗2.2711	↗2.3035	↗1.6547	↗2.3035	↗2.4333	↗2.7253	↗2.6929	↗2.9849	↗4.4449
2308024	↗1.9142	↗2.2062	↗2.7578	↗2.3684	↗1.9791	↗2.4658	↗2.628	↗2.9849	↗4.38
2308026	↗2.143	↗2.3404	↗2.9044	↗3.1018	↗3.4119	↗3.1582	↗3.5247	↗4.4271	↗4.8218
2308027	↗2.989	↗2.8198	↗3.3274	↗4.0041	↗3.3838	↗3.5247	↗3.1018	↗3.1582	↗4.0323
2308030	↗0.1208	↘-1.1173	↘-0.6039	↗0.2416	↗0.9059	↗2.5063	↗2.8385	↗2.4761	↗3.3519
2308035	↘-0.5491	↘-0.5491	↘-1.5862	↘-0.9761	↘-0.4271	↘-1.5862	↘-2.3793	↘-2.9284	↘-0.4881
2308037	↗2.2348	↗2.159	↗2.3105	↗2.6514	↗2.7651	↗2.4242	↗2.0454	↗2.2727	↗2.8787
2308038	↘-0.5598	↘-2.2391	↘-0.8397	↗0.105	↗1.9942	↗2.6589	↗2.5889	↗2.6589	↗2.7988
2308044	↗2.8989	↗2.6573	↗2.6573	↗2.7479	↗2.8385	↗3.0801	↗3.5028	↗3.2009	↗3.1103
2308046	↗2.2558	↗1.9457	↗2.2276	↗1.8893	↗2.0866	↗2.143	↗1.6919	↗1.4099	↗2.989
2308050	↗2.7352	↗2.6224	↗0.6486	↗2.2558	↗2.6224	↗2.3686	↗2.3968	↗2.3686	↗4.5117
2308052	↗1.4099	↘-0.8177	↘-0.4512	↘-0.0282	↗1.6355	↗1.6919	↗1.5509	↗2.3122	↗3.8631
2308053	↗1.7765	↗2.3968	↗2.284	↗2.143	↗2.2276	↗2.1994	↗2.0584	↗2.8762	↗3.4401
2308054	↗1.9242	↘-0.035	↗0.9096	↗1.8892	↗2.449	↗2.0641	↗2.0641	↗2.5889	↗4.1983
2308055	↗1.1545	↘-0.2449	↘-0.1399	↗0.3149	↗1.0496	↗1.7143	↗1.8892	↗1.9592	↗3.6035
2308057	↗2.3122	↗2.143	↗1.2407	↗1.6355	↗1.8893	↗2.284	↗1.8047	↗1.6355	↗3.3274
2308067	↗4.3425	↘-0.4794	↗0.7613	↗2.0584	↗3.1864	↗3.8631	↗3.7785	↗4.1451	↗3.7221
2308071	↗1.9628	↗2.5969	↗2.9895	↗2.4761	↗2.6573	↗2.6573	↗2.9291	↗3.1707	↗4.5295
2308077	↗1.6355	↘-1.0433	↘-0.7331	↘-0.1128	↗0.9305	↗1.9457	↗2.707	↗3.3274	↗4.1169
2308083	↗2.9044	↗2.9608	↗3.6939	↗4.2015	↗4.1169	↗3.8913	↗4.1451	↗3.8349	↗4.2861
2308084	↗2.9044	↗2.5942	↗3.4119	↗3.13	↗3.4119	↗3.6093	↗4.0605	↗3.9477	↗3.7221
2308086	↗2.9326	↗3.0454	↗3.1582	↗2.707	↗2.566	↗2.6788	↗2.9044	↗2.6788	↗2.7634
2308087	↗2.5096	↗2.707	↗2.5378	↗2.989	↗3.4401	↗3.1018	↗3.3274	↗2.9326	↗4.2297
2308505	↗3.1864	↗3.3274	↗3.7785	↗2.6788	↗3.0736	↗3.4119	↗3.2992	↗3.0736	↗3.6657
2308517	↗3.0172	↗3.13	↗3.5247	↗2.9608	↗3.2428	↗3.2146	↗2.8762	↗3.2146	↗3.13
2308523	↘-0.7423	↘-0.7423	↘-0.7423	↘-0.4949	↘-0.4949	↘-0.6186	↘-1.2372	↘-1.8558	↘-1.1135
2308709	↗2.3686	↗2.3686	↗2.989	↗3.1864	↗3.5529	↗2.848	↗2.9326	↗3.5811	↗2.9608
2308724	↘-1.3553	↗0.0	↗0.7298	↘-0.5213	↗1.0426	↗0.1043	↗1.0426	↗0.3128	↗0.1043
2308754	↗2.3968	↗2.3968	↗1.4381	↗1.8329	↗2.2558	↗2.0866	↗2.1148	↗2.0303	↗3.5247
2308790	↗0.6569	↗0.6022	↗0.0	↘-0.1095	↘-0.219	↗0.3832	↗0.6022	↗0.4927	↘-0.3285
2308951	↘-0.0547	↘-0.0547	↗1.2591	↗0.6569	↗0.5474	↘-1.1496	↘-1.0949	↘-0.9854	↘-0.438
2309502	↗1.8459	↗1.8459	↗0.8104	↗1.1706	↗1.0805	↗1.5758	↗1.3507	↗1.0805	↗1.2156
2310009	↗2.0584	↗2.0303	↗2.5942	↗2.7352	↗3.0172	↗2.9608	↗3.1864	↗3.3274	↗4.6245
2310010	↗1.993	↗2.0836	↗2.3252	↗2.446	↗2.6875	↗2.6573	↗2.144	↗2.5063	↗4.6805
2310011	↗2.4333	↗2.3035	↗1.6547	↗2.336	↗2.5955	↗2.8227	↗2.6929	↗2.4982	↗3.9258
2310504	↗1.9467	↗2.4658	↗1.7195	↗2.8551	↗3.0173	↗3.0822	↗2.8227	↗2.92	↗4.1204

Tabla A-8.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 2 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2310505	↗2.2648	↗2.8083	↗3.5934	↗3.1405	↗3.4123	↗3.2311	↗3.1405	↗3.2613	↗4.3182
2618008	↗2.5063	↗2.295	↗0.9965	↗2.2044	↗2.6271	↗3.2009	↗2.7479	↗4.0766	↗4.2276
2618010	↗0.8239	↗0.1236	↘-0.4943	↗1.071	↗1.5241	↗2.4716	↗2.9247	↗3.3366	↗3.0071
2618715	↘-0.7509	↘-0.7509	↗0.9011	↗0.9011	↘-0.6008	↘-0.7509	↗0.4506	↗0.1502	↗1.6521
2618722	↘-0.3757	↘-0.3757	↘-0.3757	↗0.0	↗1.1272	↗0.0	↗0.0	↗0.9393	↗1.3151
2623023	↗2.295	↗2.6875	↗2.7781	↗2.5365	↗3.0801	↗3.2915	↗3.1707	↗3.2311	↗5.1033
2623025	↗1.3422	↗1.4642	↗2.1353	↗2.0133	↗2.2573	↗2.1353	↗1.7082	↗1.5252	↗1.2812
2623707	↘-1.1135	↗0.0	↗0.0	↘-0.7423	↘-0.1237	↘-0.4949	↘-0.2474	↘-1.3609	↘-2.1032
2625007	↗1.2079	↘-1.8722	↘-0.6341	↘-0.3624	↗0.8455	↗1.842	↗3.0499	↗2.7781	↗2.9895
2701032	↗3.8933	↗3.8284	↗2.8227	↗3.504	↗3.212	↗3.8284	↗3.6662	↗3.3093	↗3.504
2701034	↗2.0584	↗1.6637	↗1.8329	↗2.5942	↗2.5942	↗2.425	↗2.143	↗2.8198	↗3.8067
2701035	↗1.6004	↗1.691	↗1.2079	↗1.9024	↗2.2346	↗2.7479	↗2.7781	↗3.0197	↗4.2578
2701036	↗2.5378	↗2.5096	↗1.2407	↗3.2428	↗2.9326	↗3.0172	↗2.5942	↗3.3838	↗4.6245
2701037	↗1.993	↗2.5365	↗2.7177	↗2.8385	↗2.8989	↗2.9291	↗2.4158	↗2.3856	↗4.0162
2701038	↗1.4193	↗1.5702	↗1.7212	↗2.0232	↗2.0232	↗2.1742	↗2.3252	↗2.5063	↗3.8954
2701045	↗1.8118	↗1.6004	↗1.7816	↗1.842	↗2.2044	↗2.4158	↗2.2346	↗2.6271	↗3.4123
2701046	↗1.6608	↗1.5098	↗2.1138	↗1.5098	↗2.2648	↗1.993	↗1.7514	↗2.1138	↗3.3821
2701053	↗2.566	↗2.707	↗3.1864	↗2.9608	↗3.0736	↗3.0736	↗3.0172	↗3.6657	↗4.85
2701054	↗0.1095	↘-1.2044	↘-0.1095	↗1.5876	↗0.3285	↗0.9307	↗0.8759	↗0.219	↗0.0547
2701055	↗2.989	↗3.1018	↗3.5529	↗3.8067	↗3.1018	↗3.0736	↗3.5529	↗4.1733	↗4.0605
2701056	↗1.2329	↗1.2004	↗0.584	↗0.8436	↗0.876	↗1.9142	↗1.7195	↗2.044	↗3.6662
2701057	↗3.5364	↗2.7902	↗0.2596	↗3.8609	↗3.9906	↗3.3093	↗3.8284	↗3.6338	↗3.3742
2701059	↗2.5378	↗2.566	↗3.13	↗3.4119	↗3.6093	↗3.3838	↗2.9608	↗3.13	↗4.6809
2701060	↘-0.6857	↘-0.6857	↘-0.4114	↘-0.8914	↗0.3429	↗0.1371	↘-0.1371	↗0.8229	↗0.1371
2701070	↗2.3122	↗2.5378	↗1.7201	↗2.5378	↗2.8198	↗3.0736	↗2.989	↗2.9044	↗4.5399
2701072	↗2.4814	↗2.6224	↗3.2992	↗3.4401	↗3.5811	↗3.3838	↗2.848	↗2.3122	↗4.0041
2701073	↗2.144	↗2.2346	↗2.4761	↗3.0499	↗3.4424	↗3.3821	↗3.5934	↗3.4424	↗4.9221
2701074	↗2.1969	↗2.3863	↗2.5378	↗2.6136	↗2.6514	↗2.4999	↗1.5909	↗2.2348	↗2.1212
2701075	↘-0.5491	↘-0.5491	↗0.5491	↗0.5491	↗1.0372	↗1.4032	↗0.9151	↗0.122	↗0.6711
2701076	↗2.2648	↗2.9291	↗2.5667	↗3.3519	↗3.2311	↗3.1103	↗2.9895	↗2.8687	↗4.6805
2701093	↗2.1138	↗2.6875	↗3.0499	↗2.9593	↗3.0801	↗2.7781	↗2.2346	↗2.8687	↗3.7746
2701094	↗2.9326	↗2.7352	↗2.8198	↗2.9326	↗2.5378	↗3.0736	↗2.284	↗2.1994	↗4.0323
2701095	↗2.2711	↗2.1089	↗2.4009	↗2.1413	↗2.5307	↗2.92	↗2.4658	↗2.8875	↗4.4124
2701099	↗1.9457	↗2.3122	↗1.2125	↗3.1018	↗2.7352	↗2.566	↗3.1864	↗2.6506	↗4.2297
2701100	↗2.6224	↗2.707	↗3.4965	↗3.2428	↗3.5811	↗4.1169	↗3.4683	↗3.1864	↗5.2166
2701101	↗2.1712	↗2.3122	↗2.2276	↗2.4532	↗2.2276	↗2.3686	↗2.3968	↗2.7634	↗3.7785
2701102	↗2.5942	↗2.7634	↗2.425	↗2.6224	↗3.2992	↗3.4119	↗3.3838	↗3.6093	↗4.6245
2701103	↗0.0	↘-0.0778	↗0.0	↗0.1557	↗0.0	↘-0.0778	↘-0.2335	↘-1.3234	↘-1.9462
2701107	↗2.1742	↗2.3554	↗1.993	↗2.0836	↗2.3554	↗2.3252	↗2.2346	↗2.0232	↗3.3519
2701108	↗2.3122	↗2.2558	↗2.8198	↗2.3686	↗2.3122	↗2.2276	↗2.3404	↗2.1994	↗3.7221
2701109	↗1.5573	↗1.2653	↘-0.1298	↗1.0058	↗1.3302	↗1.6547	↗1.7844	↗1.4275	↗2.8875
2701114	↗1.8192	↗1.7143	↗1.8892	↗1.7843	↗1.8542	↗2.344	↗1.7493	↗2.379	↗3.8484
2701115	↗2.6506	↗2.6224	↗3.0736	↗3.4119	↗3.2146	↗3.0736	↗2.5378	↗2.7352	↗3.7221
2701116	↗2.0534	↗2.4158	↗1.9024	↗2.9593	↗2.6573	↗3.1405	↗3.1103	↗2.9593	↗4.288
2701118	↗2.4658	↗2.4009	↗2.0764	↗3.2444	↗3.6013	↗3.9582	↗3.6662	↗3.2444	↗4.1853

Tabla A-9.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 2 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2701122	↗2.2511	↗2.2511	↗2.3862	↗2.6563	↗2.1611	↗1.7109	↗1.936	↗1.5758	↗1.936
2701472	↘-0.7298	↘-0.7298	↘-1.3553	↘-0.7298	↘-2.2937	↘-1.4596	↘-0.6255	↘-0.5213	↗0.5213
2701483	↘-1.6521	↗0.0	↘-0.3004	↗0.0	↘-1.3517	↘-1.5019	↘-1.5019	↘-1.8023	↘-1.8023
2701484	↗2.0256	↗1.7518	↗2.5183	↗3.2299	↗3.5584	↗3.1205	↗2.1351	↗2.9015	↗1.4234
2701501	↗2.5663	↗3.0165	↗4.3222	↗3.7819	↗4.1421	↗3.6918	↗3.2416	↗3.5118	↗3.7369
2701514	↗1.9175	↗2.425	↗2.3404	↗2.5378	↗2.5378	↗2.7634	↗2.284	↗1.9739	↗2.9044
2701517	↗2.3035	↗2.336	↗2.628	↗2.7253	↗2.92	↗2.5631	↗2.4658	↗3.5689	↗4.1853
2701518	↗2.4658	↗2.4658	↗0.2271	↗2.1089	↗2.1413	↗2.3035	↗2.5307	↗2.5955	↗3.8609
2701522	↗2.5096	↗1.7483	↘-0.3102	↗2.8762	↗2.9608	↗3.5529	↗3.3556	↗4.2297	↗4.4835
2701523	↗2.0232	↗1.9024	↗2.4158	↗2.5667	↗2.6271	↗2.8989	↗2.6875	↗2.8989	↗4.3484
2701525	↗2.7916	↗3.13	↗3.2146	↗3.1582	↗3.4965	↗3.6375	↗2.989	↗3.0454	↗4.6809
2701706	↗2.5942	↗2.5378	↗2.9608	↗3.6657	↗2.5378	↗3.5247	↗3.6939	↗3.7221	↗4.1451
2701707	↘-0.5474	↘-0.5474	↗0.6569	↗0.5474	↘-1.0949	↘-1.6423	↘-2.6825	↘-2.5183	↘-2.6278
2701712	↗2.6788	↗2.7634	↗3.3838	↗2.9326	↗2.4814	↗1.8329	↗1.8611	↗2.0303	↗2.7352
2701713	↘-0.6711	↘-0.6711	↘-0.122	↘-0.305	↘-0.244	↘-1.0982	↘-1.2202	↘-1.2812	↘-0.9761
2701736	↗2.143	↗2.1712	↗1.4099	↗2.425	↗2.4532	↗2.3686	↗2.707	↗2.5096	↗4.2015
2701762	↘-0.5213	↗0.5213	↗1.3553	↘-0.2085	↘-0.2085	↘-0.2085	↗0.1043	↗0.0	↗0.7298
2701763	↗2.3686	↗2.4532	↗2.989	↗2.989	↗3.1582	↗2.8198	↗3.2146	↗3.5247	↗4.0041
2701793	↗0.099	↗0.099	↗0.4949	↗0.0	↘-0.3464	↘-0.9403	↘-0.6928	↘-0.7423	↘-1.7321
2701802	↘-0.5449	↘-0.5449	↗0.9342	↗1.7127	↗1.3234	↗0.9342	↗0.7006	↗0.2335	↗0.1557
2701805	↘-0.5449	↘-0.5449	↘-0.1557	↘-0.1557	↘-1.4013	↘-0.4671	↘-0.3892	↘-0.5449	↗0.3892
2701879	↘-0.4506	↘-0.4506	↗0.4506	↗0.4506	↗0.0	↗0.1502	↘-0.3004	↗0.1502	↗0.0
2701950	↗3.3805	↗3.4862	↗3.2221	↗3.3277	↗2.9844	↗3.2485	↗3.0372	↗3.3013	↗4.1464
2701955	↗2.2348	↗2.159	↗1.3636	↗2.0454	↗1.553	↗2.0454	↗2.4242	↗2.9166	↗3.1438
2702008	↗2.336	↗2.3684	↗2.3035	↗3.3418	↗3.1471	↗3.2444	↗3.0822	↗2.8551	↗4.3151
2702012	↗2.0584	↗1.2971	↘-1.3535	↗0.423	↗2.143	↗2.7352	↗2.4532	↗2.2558	↗3.6093
2702013	↗2.1148	↗1.9175	↗1.2125	↗2.425	↗2.3404	↗2.6788	↗2.6224	↗3.0736	↗4.3425
2702024	↗1.842	↗1.1173	↗0.9965	↗1.6004	↗1.8118	↗2.2044	↗2.2044	↗1.9628	↗4.2578
2702029	↗2.989	↗2.7634	↗3.2428	↗2.9608	↗1.9175	↗2.1994	↗2.6224	↗2.4814	↗2.3122
2702030	↘-0.5486	↘-0.5486	↗0.5486	↗1.5086	↗0.5486	↘-0.6172	↘-0.6857	↘-2.1943	↘-1.5772
2702035	↗1.7212	↗2.1138	↗2.144	↗2.4158	↗2.5365	↗2.7781	↗2.9895	↗3.3821	↗5.2241
2702036	↘-0.6711	↘-0.6711	↗0.6711	↘-0.183	↘-0.305	↗0.122	↘-1.2202	↘-0.7931	↘-1.0372
2702039	↗1.3891	↗1.9628	↗1.9628	↗2.0836	↗2.1138	↗2.1742	↗2.2648	↗2.8687	↗4.6201
2702040	↗1.3287	↗2.0534	↗1.9326	↗1.9326	↗1.993	↗2.2044	↗2.2044	↗2.2648	↗3.9558
2702041	↗1.842	↗1.54	↗1.1777	↗1.8118	↗2.4158	↗2.4158	↗2.6271	↗2.6875	↗4.0766
2702495	↗1.993	↘-1.6004	↘-2.5063	↘-0.4228	↗2.144	↗1.8722	↗1.7212	↗1.8118	↗3.4726
2702599	↘-0.5474	↘-0.5474	↗0.1095	↘-0.3285	↗0.438	↗0.1642	↘-0.8212	↘-0.6569	↘-0.8759
2702703	↘-0.5474	↘-0.5474	↗0.8759	↗0.1642	↘-0.1095	↘-0.2737	↗0.0	↘-0.4927	↘-0.1642
2702717	↗0.6857	↘-0.6857	↘-1.3029	↘-0.96	↗0.0	↗0.0	↗0.0	↗0.1371	↗0.48
2702724	↗2.4333	↗2.4982	↗1.4924	↗2.3035	↗2.7902	↗2.6604	↗2.5307	↗2.4658	↗3.504

Tabla A-10.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 4 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
1107009	↗ 1.6637	↗ 0.4512	↗ 0.7331	↗ 0.3384	↗ 2.4532	↗ 2.8198	↗ 2.6224	↗ 2.8762	↗ 3.8631
1107010	↗ 2.284	↗ 2.1712	↗ 1.7201	↗ 2.4814	↗ 3.0172	↗ 2.9608	↗ 3.3556	↗ 4.2015	↗ 4.6527
1107012	↗ 1.9739	↗ 1.3535	↗ 1.9175	↗ 2.2558	↗ 2.6506	↗ 3.13	↗ 2.8762	↗ 3.7221	↗ 3.7221
1107015	↗ 1.9024	↘ -0.7851	↗ 0.2416	↗ 0.2718	↗ 2.2044	↗ 2.7177	↗ 2.1742	↗ 3.533	↗ 3.8652
1107017	↗ 2.6506	↗ 0.9869	↗ 1.0997	↗ 1.1561	↗ 2.7634	↗ 3.0736	↗ 3.3838	↗ 4.7091	↗ 4.9628
1111499	↘ -0.7423	↗ 0.7423	↗ 0.0	↗ 0.2474	↗ 0.2474	↗ 0.6186	↗ 0.1237	↗ 1.1135	↗ 0.3712
1111999	↘ -0.4506	↘ -0.4506	↘ -0.9011	↘ -0.9011	↘ -0.9011	↗ 0.1502	↘ -0.9011	↘ -0.4506	↘ -0.4506
2308021	↗ 2.5307	↗ 2.3684	↗ 1.9467	↗ 1.9791	↗ 2.6604	↗ 2.8875	↗ 2.6604	↗ 2.7578	↗ 2.6929
2308022	↗ 3.4391	↗ 3.9906	↗ 3.5364	↗ 3.9582	↗ 3.8609	↗ 3.6338	↗ 3.7311	↗ 3.212	↗ 3.212
2308023	↗ 2.4009	↗ 1.5249	↗ 0.8111	↗ 1.5573	↗ 2.1738	↗ 2.4009	↗ 2.92	↗ 3.796	↗ 4.7369
2308024	↗ 2.1738	↗ 2.4333	↗ 1.4924	↗ 1.752	↗ 1.7844	↗ 2.1413	↗ 2.5631	↗ 3.4715	↗ 4.1204
2308026	↗ 2.3404	↗ 2.5096	↗ 2.1148	↗ 2.7352	↗ 3.1018	↗ 3.3556	↗ 3.4683	↗ 4.6527	↗ 4.7373
2308027	↗ 2.989	↗ 3.0454	↗ 3.3838	↗ 3.2146	↗ 3.6939	↗ 3.9477	↗ 3.3838	↗ 3.9195	↗ 4.0323
2308030	↘ -1.6306	↘ -2.3554	↘ -1.9326	↘ -2.0232	↘ -1.6004	↗ 0.4228	↗ 2.2346	↗ 2.9291	↗ 3.533
2308035	↘ -0.5491	↘ -0.5491	↗ 0.244	↘ -0.8541	↘ -0.305	↘ -1.4032	↘ -1.5252	↘ -1.4642	↘ -1.1592
2308037	↗ 2.4621	↘ -0.2651	↗ 1.0985	↗ 1.7424	↗ 2.4242	↗ 2.7651	↗ 2.6893	↗ 2.9545	↗ 2.7272
2308038	↘ -1.9592	↘ -2.2391	↘ -1.6443	↘ -1.5394	↘ -0.8047	↗ 0.7697	↗ 2.8338	↗ 2.8688	↗ 3.0088
2308044	↗ 2.6573	↗ 2.7781	↗ 3.0499	↗ 3.1707	↗ 2.9895	↗ 3.2311	↗ 3.4424	↗ 3.684	↗ 3.1707
2308046	↗ 2.0584	↗ 0.4512	↗ 0.7613	↗ 0.8459	↗ 1.8893	↗ 1.8893	↗ 1.7201	↗ 2.2558	↗ 2.8198
2308050	↗ 2.7352	↗ 0.9023	↘ -0.0564	↘ -0.7049	↗ 1.2125	↗ 2.5096	↗ 2.2276	↗ 3.3556	↗ 3.8913
2308052	↘ -1.1561	↘ -1.6355	↘ -1.9457	↘ -1.2125	↘ -0.3384	↗ 1.8611	↗ 1.3253	↗ 2.707	↗ 3.9759
2308053	↗ 1.8047	↗ 1.2689	↗ 1.3253	↗ 1.6073	↗ 1.6637	↗ 1.7765	↗ 1.9739	↗ 3.4401	↗ 2.8198
2308054	↗ 0.07	↘ -0.4898	↗ 0.105	↗ 0.4548	↗ 1.6793	↗ 1.9242	↗ 1.9942	↗ 2.7289	↗ 4.0583
2308055	↗ 0.1749	↘ -0.9096	↘ -0.5948	↘ -0.4898	↗ 0.2099	↗ 0.8746	↗ 2.0991	↗ 2.309	↗ 3.7085
2308057	↗ 2.425	↗ 0.3384	↘ -0.0282	↘ -0.3102	↗ 1.0997	↗ 1.5227	↗ 1.4381	↗ 2.3122	↗ 3.1018
2308067	↘ -0.2256	↘ -1.6637	↘ -2.1994	↘ -1.3817	↘ -0.1974	↗ 2.425	↗ 3.271	↗ 4.1169	↗ 3.4119
2308071	↗ 2.1138	↗ 0.4228	↗ 0.9663	↗ 1.9326	↗ 2.8385	↗ 2.7479	↗ 3.2311	↗ 3.6538	↗ 4.4389
2308077	↘ -1.2689	↘ -1.9739	↘ -1.7765	↘ -2.4532	↘ -2.1712	↘ -0.282	↗ 1.7765	↗ 3.3274	↗ 3.8913
2308083	↗ 2.9044	↗ 3.6939	↗ 3.9195	↗ 3.7785	↗ 4.1169	↗ 4.2579	↗ 3.7221	↗ 4.0323	↗ 4.2297
2308084	↗ 3.0736	↗ 3.3274	↗ 3.7503	↗ 4.4835	↗ 4.0887	↗ 4.0605	↗ 3.5529	↗ 3.6939	↗ 4.0041
2308086	↗ 2.8762	↗ 3.0454	↗ 3.4683	↗ 2.989	↗ 2.7634	↗ 2.5378	↗ 3.0172	↗ 2.8762	↗ 2.989
2308087	↗ 2.425	↘ -0.423	↗ 1.5227	↗ 2.4814	↗ 3.3556	↗ 2.848	↗ 2.8762	↗ 3.1018	↗ 4.9064
2308505	↗ 3.2146	↗ 3.6939	↗ 3.7785	↗ 2.9608	↗ 3.6375	↗ 3.4119	↗ 3.6093	↗ 3.6657	↗ 3.4683
2308517	↗ 2.9326	↗ 2.9044	↗ 3.6093	↗ 2.8198	↗ 2.9326	↗ 3.3838	↗ 3.4401	↗ 3.13	↗ 2.6506
2308523	↘ -0.7423	↘ -0.7423	↗ 0.2474	↘ -0.4949	↘ -1.3609	↘ -0.9897	↘ -0.7423	↘ -1.6083	↘ -0.9897
2308709	↗ 2.3686	↗ 1.5791	↗ 2.0866	↗ 2.5378	↗ 2.3686	↗ 2.6506	↗ 3.2428	↗ 3.6093	↗ 3.3274
2308724	↘ -1.3553	↗ 0.0	↗ 1.3553	↘ -1.0426	↗ 1.3553	↗ 0.0	↘ -1.0426	↘ -0.2085	↘ -0.1043
2308754	↗ 2.3686	↘ -0.6486	↘ -0.6768	↗ 0.2256	↗ 0.7895	↗ 1.8893	↗ 2.0303	↗ 1.9739	↗ 3.6375
2308790	↗ 0.6569	↗ 0.438	↗ 0.1095	↗ 0.8212	↗ 1.2591	↗ 0.7664	↘ -0.1095	↗ 0.0	↗ 0.438
2308951	↘ -0.0547	↘ -0.0547	↗ 0.9854	↘ -0.7117	↗ 0.1642	↘ -1.0402	↘ -1.4781	↘ -0.6569	↘ -1.4234
2309502	↗ 1.7559	↗ 1.7559	↗ 0.9905	↗ 0.9455	↗ 1.0355	↗ 1.3957	↗ 1.1256	↗ 0.5853	↗ 1.4857
2310009	↗ 2.3122	↗ 0.3384	↗ 1.9175	↗ 2.1712	↗ 2.6506	↗ 2.6506	↗ 2.7352	↗ 3.7785	↗ 4.1169
2310010	↗ 1.993	↗ 0.9059	↗ 0.7549	↗ 1.993	↗ 2.5063	↗ 2.4158	↗ 2.3252	↗ 3.1103	↗ 4.4993
2310011	↗ 2.3684	↗ 0.9084	↗ 0.292	↗ 1.46	↗ 1.7844	↗ 2.92	↗ 2.2711	↗ 2.5631	↗ 3.4715
2310504	↗ 1.9791	↗ 0.6164	↗ 1.168	↗ 2.1738	↗ 2.7253	↗ 2.8875	↗ 2.6929	↗ 3.5364	↗ 3.9258

Tabla A-11.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 4 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2310505	↗ 2.295	↗ 0.453	↗ 2.3856	↗ 2.4761	↗ 2.8687	↗ 3.1103	↗ 2.9895	↗ 2.9895	↗ 4.3182
2618008	↗ 0.3322	↘ -1.1777	↘ -0.1812	↗ 0.5133	↗ 1.9024	↗ 2.7177	↗ 3.4424	↗ 4.3484	↗ 4.3182
2618010	↘ -1.3182	↘ -1.6889	↘ -1.1946	↘ -1.3594	↘ -0.1236	↗ 1.3594	↗ 2.5128	↗ 3.419	↗ 3.5838
2618715	↘ -0.7509	↘ -0.7509	↗ 0.3004	↘ -0.7509	↗ 0.0	↘ -0.7509	↗ 0.7509	↘ -0.3004	↗ 1.6521
2618722	↘ -0.3757	↗ 0.3757	↗ 0.3757	↗ 0.3757	↗ 0.3757	↗ 0.0	↗ 0.1879	↗ 0.7515	↗ 1.3151
2623023	↗ 2.2044	↗ 1.0871	↗ 1.7816	↗ 2.6271	↗ 3.1707	↗ 3.3821	↗ 3.4424	↗ 4.2578	↗ 4.4389
2623025	↗ 1.4642	↗ 1.5252	↗ 2.3793	↗ 2.6844	↗ 1.9523	↗ 2.0133	↗ 1.8303	↗ 1.4032	↗ 0.6711
2623707	↗ 0.0	↗ 0.0	↗ 0.4949	↘ -0.3712	↘ -0.1237	↘ -0.3712	↘ -0.6186	↘ -1.3609	↘ -1.8558
2625007	↘ -1.1173	↘ -1.8722	↘ -1.4495	↘ -1.2683	↘ -0.2416	↗ 0.5435	↗ 1.5702	↗ 2.5667	↗ 3.835
2701032	↗ 3.8284	↘ -0.7462	↗ 0.292	↗ 2.1089	↗ 2.5955	↗ 3.7635	↗ 4.0555	↗ 3.0822	↗ 3.4066
2701034	↗ 1.5227	↘ -0.1974	↗ 0.5358	↗ 1.1561	↗ 1.5509	↗ 1.8329	↗ 2.284	↗ 3.2428	↗ 3.8631
2701035	↗ 1.3891	↘ -0.2416	↘ -0.0906	↗ 0.0604	↗ 1.4796	↗ 2.5969	↗ 2.7781	↗ 3.5028	↗ 4.4389
2701036	↗ 2.5378	↗ 0.0846	↗ 0.9587	↗ 1.6637	↗ 2.2558	↗ 3.271	↗ 3.1018	↗ 4.5117	↗ 4.4553
2701037	↗ 2.2346	↗ 2.2346	↗ 2.6875	↗ 2.5365	↗ 2.6573	↗ 2.7177	↗ 2.5365	↗ 2.5969	↗ 4.137
2701038	↗ 1.3891	↘ -1.1475	↗ 1.2985	↗ 1.2381	↗ 1.7514	↗ 2.0232	↗ 2.3252	↗ 2.9291	↗ 3.8954
2701045	↗ 1.5702	↗ 0.6341	↗ 1.4193	↗ 1.9628	↗ 2.3252	↗ 2.2346	↗ 2.5667	↗ 3.5934	↗ 3.533
2701046	↗ 1.54	↗ 1.7514	↗ 1.2985	↗ 1.7514	↗ 1.993	↗ 2.0534	↗ 2.0534	↗ 2.3554	↗ 3.5632
2701053	↗ 2.5096	↗ 2.9326	↗ 3.13	↗ 2.9608	↗ 3.13	↗ 3.13	↗ 2.9608	↗ 4.2297	↗ 4.7373
2701054	↘ -1.2044	↘ -1.2044	↗ 0.0547	↗ 0.6569	↗ 2.1351	↗ 2.0256	↗ 1.2044	↗ 0.5474	↗ 0.3285
2701055	↗ 2.989	↗ 3.1864	↗ 3.5529	↗ 4.2861	↗ 4.0887	↗ 4.1451	↗ 4.5963	↗ 4.8218	↗ 4.2015
2701056	↗ 1.2653	↘ -1.6222	↘ -0.4867	↗ 0.0	↗ 1.0707	↗ 1.46	↗ 1.8818	↗ 2.7253	↗ 3.6662
2701057	↗ 2.7253	↘ -2.336	↘ -0.7138	↘ -0.9084	↗ 2.3035	↗ 3.3418	↗ 3.504	↗ 3.4066	↗ 3.6013
2701059	↗ 2.5378	↗ 1.9739	↗ 1.6355	↗ 2.4532	↗ 3.2146	↗ 3.3274	↗ 3.6093	↗ 4.2297	↗ 5.0474
2701060	↘ -0.6857	↘ -0.6857	↗ 0.8229	↗ 0.8229	↗ 0.96	↗ 0.2057	↗ 0.6857	↗ 0.1371	↗ 0.7543
2701070	↗ 2.4814	↗ 0.8459	↗ 0.9305	↗ 1.4945	↗ 2.425	↗ 3.0454	↗ 3.2992	↗ 3.8913	↗ 4.2297
2701072	↗ 2.5096	↗ 2.566	↗ 1.8893	↗ 2.4814	↗ 3.4965	↗ 3.2146	↗ 2.8198	↗ 3.2146	↗ 4.3989
2701073	↗ 2.3252	↗ 2.2346	↗ 1.0871	↗ 2.4761	↗ 3.2009	↗ 4.0766	↗ 3.5934	↗ 3.9256	↗ 4.6201
2701074	↗ 2.1969	↗ 2.3863	↘ -0.7954	↗ 0.7197	↗ 2.9166	↗ 2.5378	↗ 2.4242	↗ 2.8029	↗ 2.2727
2701075	↘ -1.2812	↘ -0.5491	↗ 0.5491	↗ 0.4271	↗ 1.7082	↗ 1.0982	↗ 0.122	↗ 0.8541	↗ 0.6711
2701076	↗ 2.5365	↗ 2.4158	↗ 2.8989	↗ 3.1405	↗ 2.8989	↗ 2.9895	↗ 2.8989	↗ 3.5934	↗ 4.6201
2701093	↗ 2.0534	↗ 2.0836	↗ 3.1405	↗ 2.3554	↗ 2.4761	↗ 2.7479	↗ 2.6875	↗ 3.3519	↗ 4.137
2701094	↗ 2.6224	↗ 2.6506	↗ 0.9023	↗ 2.0584	↗ 2.6788	↗ 2.5942	↗ 2.848	↗ 3.3838	↗ 4.0605
2701095	↗ 2.0115	↗ 0.2596	↗ 0.292	↗ 1.7844	↗ 2.3035	↗ 2.6604	↗ 2.628	↗ 4.3151	↗ 4.4124
2701099	↗ 1.4099	↘ -0.1974	↘ -0.564	↗ 0.5922	↗ 1.4381	↗ 2.143	↗ 2.7916	↗ 3.4965	↗ 4.3425
2701100	↗ 2.9044	↗ 0.0	↗ 1.7201	↗ 2.3122	↗ 3.5247	↗ 3.7221	↗ 3.1864	↗ 3.6657	↗ 5.0192
2701101	↗ 2.3968	↘ -0.0846	↗ 0.8459	↗ 0.7613	↗ 1.3535	↗ 2.7352	↗ 2.425	↗ 3.3838	↗ 3.3838
2701102	↗ 2.6788	↗ 1.1279	↗ 1.3817	↗ 2.143	↗ 2.8198	↗ 3.5529	↗ 3.5811	↗ 3.7221	↗ 4.6809
2701103	↗ 0.0	↘ -0.0778	↗ 0.8563	↗ 0.4671	↗ 0.0	↗ 0.0	↘ -0.5449	↘ -1.2456	↘ -1.4013
2701107	↗ 2.0836	↗ 0.6643	↗ 1.8118	↗ 1.5098	↗ 1.9326	↗ 2.1742	↗ 2.5969	↗ 2.5365	↗ 3.2311
2701108	↗ 2.4532	↘ -0.1692	↗ 0.564	↗ 1.0151	↗ 1.7201	↗ 1.8611	↗ 1.9457	↗ 3.0736	↗ 4.2861
2701109	↗ 1.0382	↘ -0.9409	↘ -1.2004	↘ -0.7462	↘ -0.0649	↗ 0.9733	↗ 1.46	↗ 2.0764	↗ 3.0173
2701114	↗ 1.5394	↗ 0.9796	↗ 1.7493	↗ 2.0292	↗ 2.2391	↗ 1.9242	↗ 2.0292	↗ 2.8688	↗ 4.1283
2701115	↗ 2.7916	↗ 1.8893	↗ 2.5096	↗ 2.707	↗ 3.2146	↗ 3.0454	↗ 3.0172	↗ 3.2146	↗ 4.0041
2701116	↗ 1.691	↗ 1.2079	↗ 0.2114	↗ 0.9663	↗ 2.3252	↗ 2.8083	↗ 3.0197	↗ 3.2009	↗ 4.1672
2701118	↗ 2.2711	↗ 0.8436	↗ 0.7462	↗ 1.3627	↗ 2.8551	↗ 3.3742	↗ 3.3418	↗ 4.4124	↗ 4.1204

Tabla A-12.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 4 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2701122	↗ 1.981	↗ 1.981	↗ 2.1611	↗ 1.981	↗ 1.981	↗ 1.8909	↗ 1.981	↗ 1.936	↗ 1.8459
2701472	↘ -0.7298	↘ -0.7298	↘ -1.5639	↘ -1.5639	↘ -1.4596	↘ -1.5639	↘ -1.1468	↘ -0.3128	↘ -0.1043
2701483	↘ -1.3517	↗ 0.0	↗ 0.3004	↗ 0.0	↘ -0.6008	↘ -0.6008	↘ -0.9011	↘ -1.8023	↘ -1.2015
2701484	↗ 1.9708	↗ 2.2445	↗ 2.792	↗ 2.9015	↗ 2.6825	↗ 2.6278	↗ 2.2993	↗ 1.4234	↗ 1.7518
2701501	↗ 3.0165	↗ 3.6918	↗ 4.097	↗ 4.007	↗ 3.8269	↗ 3.5568	↗ 3.4667	↗ 3.3317	↗ 3.3767
2701514	↗ 2.0021	↗ 1.2971	↗ 1.3535	↗ 1.9457	↗ 2.2558	↗ 2.425	↗ 2.425	↗ 1.9739	↗ 2.7634
2701517	↗ 2.4009	↗ 1.6871	↗ 2.3684	↗ 2.7902	↗ 2.6929	↗ 2.4009	↗ 2.7253	↗ 4.6071	↗ 4.5746
2701518	↗ 2.4658	↘ -0.1947	↗ 0.2271	↘ -0.2271	↗ 0.8436	↗ 1.2978	↗ 2.4982	↗ 3.1795	↗ 3.796
2701522	↘ -0.4794	↘ -0.8741	↘ -0.1974	↗ 0.0282	↗ 0.1974	↗ 3.3838	↗ 3.6375	↗ 4.991	↗ 3.6375
2701523	↗ 2.0232	↗ 2.0534	↘ -0.1812	↗ 1.2079	↗ 2.4761	↗ 2.8687	↗ 2.8385	↗ 3.4726	↗ 4.4389
2701525	↗ 2.9608	↗ 1.6073	↗ 2.3122	↗ 2.0584	↗ 3.13	↗ 3.3274	↗ 2.8762	↗ 3.8631	↗ 4.4553
2701706	↗ 2.5378	↗ 1.9457	↗ 0.5076	↗ 2.143	↗ 3.1582	↗ 3.6657	↗ 3.4683	↗ 4.3425	↗ 4.2015
2701707	↘ -0.5474	↘ -0.5474	↗ 1.5329	↘ -0.1095	↘ -0.219	↘ -0.6569	↘ -1.7518	↘ -2.573	↘ -2.354
2701712	↗ 2.6506	↗ 2.707	↗ 4.0041	↗ 2.3968	↗ 2.7352	↗ 1.4663	↗ 2.4532	↗ 2.284	↗ 3.0172
2701713	↘ -0.6711	↘ -0.6711	↘ -0.122	↘ -1.4642	↘ -2.5624	↘ -1.4032	↘ -0.8541	↘ -1.7693	↘ -1.4032
2701736	↗ 2.0866	↗ 0.0	↘ -0.3102	↗ 0.5076	↗ 1.8611	↗ 2.3968	↗ 2.7916	↗ 3.1018	↗ 3.8631
2701762	↘ -0.5213	↗ 0.5213	↗ 1.0426	↘ -0.3128	↘ -0.7298	↘ -0.417	↘ -0.6255	↗ 1.2511	↗ 0.0
2701763	↗ 2.3686	↗ 2.3404	↗ 2.5942	↗ 2.989	↗ 3.4683	↗ 3.3274	↗ 3.271	↗ 4.4553	↗ 4.0605
2701793	↗ 0.099	↗ 0.099	↘ -0.6928	↘ -0.1485	↗ 0.3464	↘ -0.0495	↘ -0.5444	↘ -0.9897	↘ -1.4846
2701802	↘ -0.5449	↗ 0.5449	↗ 1.2456	↗ 1.0899	↗ 1.557	↗ 2.0241	↗ 2.0241	↗ 0.4671	↗ 0.1557
2701805	↘ -0.5449	↘ -0.5449	↘ -0.3114	↘ -1.4791	↘ -1.7127	↘ -0.3892	↘ -0.3892	↗ 0.3114	↗ 0.0
2701879	↘ -0.4506	↘ -0.4506	↗ 0.6008	↘ -0.3004	↘ -0.1502	↗ 0.4506	↗ 0.3004	↗ 0.0	↗ 0.0
2701950	↗ 3.3805	↗ 3.7503	↗ 2.8787	↗ 2.509	↗ 2.8787	↗ 2.9316	↗ 3.0372	↗ 3.3277	↗ 4.3313
2701955	↗ 1.4772	↗ 0.6439	↗ 0.3788	↗ 0.9469	↗ 1.9318	↗ 2.0075	↗ 2.3863	↗ 3.3711	↗ 3.106
2702008	↗ 2.3684	↗ 0.0324	↗ 1.0707	↗ 2.4009	↗ 2.0115	↗ 2.7578	↗ 2.8875	↗ 2.9524	↗ 4.2502
2702012	↗ 0.9305	↘ -2.7352	↘ -1.8893	↘ -1.6637	↘ -0.5358	↗ 1.9739	↗ 2.3404	↗ 2.3404	↗ 3.3556
2702013	↗ 1.7483	↗ 0.423	↗ 0.8459	↗ 0.9587	↗ 1.7201	↗ 2.566	↗ 2.8198	↗ 3.6657	↗ 4.3989
2702024	↗ 1.2683	↘ -0.151	↗ 0.1812	↗ 0.0	↗ 1.0871	↗ 1.5098	↗ 2.144	↗ 2.0836	↗ 4.3182
2702029	↗ 2.989	↗ 2.8762	↗ 3.3274	↗ 2.6224	↗ 2.9044	↗ 2.6788	↗ 2.4814	↗ 2.566	↗ 2.566
2702030	↘ -0.5486	↘ -0.5486	↘ -0.2743	↘ -0.8229	↗ 0.4114	↘ -0.7543	↘ -0.4114	↘ -1.6457	↘ -0.8229
2702035	↗ 1.993	↗ 0.9361	↗ 1.6004	↗ 1.7212	↗ 2.2044	↗ 2.5667	↗ 2.9291	↗ 4.7711	↗ 4.9221
2702036	↘ -0.6711	↘ -0.6711	↗ 0.122	↘ -0.6711	↘ -1.2202	↘ -1.0372	↘ -0.7931	↘ -0.305	↘ -1.1592
2702039	↗ 1.6306	↗ 0.2416	↗ 0.5435	↗ 0.3624	↗ 1.2079	↗ 1.9326	↗ 2.5063	↗ 2.7479	↗ 4.4389
2702040	↗ 1.54	↘ -0.1812	↗ 0.2114	↗ 0.6945	↗ 1.1173	↗ 1.7212	↗ 1.9628	↗ 2.2044	↗ 3.7746
2702041	↗ 0.8757	↗ 0.4228	↗ 0.6643	↗ 0.6341	↗ 1.1777	↗ 2.0232	↗ 3.2311	↗ 3.1103	↗ 4.4993
2702495	↘ -2.3252	↘ -2.6875	↘ -2.9593	↘ -2.8083	↘ -0.9361	↗ 1.4495	↗ 1.7514	↗ 2.2648	↗ 2.8989
2702599	↘ -0.5474	↘ -0.5474	↗ 0.2737	↘ -0.4927	↗ 0.1642	↘ -0.0547	↘ -0.4927	↘ -1.5876	↘ -0.9854
2702703	↘ -0.5474	↘ -0.5474	↗ 1.2044	↘ -0.1095	↘ -1.5329	↘ -1.2044	↘ -0.219	↗ 0.0547	↗ 0.1095
2702717	↘ -0.6857	↘ -0.6857	↘ -1.5086	↘ -2.1257	↘ -1.8515	↗ 0.3429	↗ 0.2743	↗ 0.0	↘ -0.2057
2702724	↗ 2.4658	↘ -0.292	↗ 0.5516	↗ 0.3569	↗ 1.9791	↗ 2.2711	↗ 2.336	↗ 2.8875	↗ 3.5364

Tabla A-13.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 8 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
1107009	↘ -0.3102	↗ 0.1692	↗ 0.141	↗ 0.0	↗ 0.7613	↗ 1.8893	↗ 3.13	↗ 3.6375	↗ 3.8631
1107010	↗ 1.1561	↘ -0.3948	↗ 0.0564	↗ 1.1561	↗ 2.2276	↗ 2.848	↗ 3.6093	↗ 4.3989	↗ 3.8913
1107012	↗ 0.9869	↗ 0.3666	↗ 0.7331	↗ 1.0997	↗ 1.6919	↗ 2.7352	↗ 3.7503	↗ 3.4683	↗ 2.989
1107015	↘ -1.2381	↘ -0.5133	↘ -0.0604	↘ -0.1812	↗ 0.2416	↗ 2.0836	↗ 3.1707	↗ 3.4726	↗ 3.4726
1107017	↗ 2.3404	↗ 0.0	↗ 0.9869	↗ 1.0151	↗ 1.9175	↗ 2.6788	↗ 4.3143	↗ 4.1451	↗ 3.271
1111499	↘ -0.7423	↗ 1.2372	↗ 0.3712	↗ 0.3712	↗ 0.1237	↗ 0.3712	↗ 1.3609	↗ 0.866	↗ 0.1237
1111999	↘ -0.4506	↘ -0.4506	↗ 0.0	↘ -0.6008	↗ 0.1502	↘ -0.3004	↘ -1.8023	↘ -0.6008	↘ -1.5019
2308021	↗ 2.1089	↗ 0.8436	↗ 1.46	↗ 0.6489	↗ 0.3569	↗ 0.5516	↗ 1.6547	↗ 1.3951	↗ 1.3302
2308022	↗ 3.4391	↗ 3.6986	↗ 3.9906	↗ 3.4391	↗ 3.4066	↗ 3.6013	↗ 3.1147	↗ 2.9524	↗ 2.8227
2308023	↗ 1.2978	↘ -0.5191	↗ 0.3244	↗ 0.2271	↗ 0.3893	↗ 1.2004	↗ 2.7578	↗ 3.6662	↗ 3.8609
2308024	↗ 1.8818	↗ 0.0	↗ 0.2596	↗ 0.4867	↗ 0.7787	↗ 1.168	↗ 2.628	↗ 3.0173	↗ 3.6662
2308026	↗ 2.5378	↗ 0.6204	↗ 1.1279	↗ 2.143	↗ 2.2276	↗ 3.4401	↗ 4.2297	↗ 4.7091	↗ 4.5117
2308027	↗ 2.989	↗ 2.7916	↗ 3.1582	↗ 3.1018	↗ 3.7221	↗ 3.4683	↗ 4.2015	↗ 4.85	↗ 3.1018
2308030	↘ -2.4158	↘ -2.5063	↘ -2.4158	↘ -2.5365	↘ -2.3856	↘ -1.9024	↘ -0.1208	↗ 2.1742	↗ 2.6875
2308035	↘ -0.5491	↘ -0.5491	↘ -0.122	↘ -0.7931	↘ -1.7693	↘ -1.3422	↘ -1.0372	↘ -1.6472	↗ 0.0
2308037	↗ 1.2878	↘ -0.7954	↘ -0.7954	↗ 0.0	↗ 1.0985	↗ 2.0833	↗ 2.9545	↗ 2.2727	↗ 2.0454
2308038	↘ -2.309	↘ -1.6793	↘ -1.6443	↘ -1.2945	↘ -1.3295	↘ -0.7697	↗ 0.1399	↗ 2.519	↗ 3.1487
2308044	↗ 2.8083	↗ 2.9291	↗ 3.8048	↗ 3.5934	↗ 3.9256	↗ 3.9256	↗ 4.4088	↗ 2.9291	↗ 2.2044
2308046	↗ 0.3666	↗ 0.4512	↗ 0.7613	↗ 0.8459	↗ 1.2689	↗ 1.6355	↗ 1.9457	↗ 2.5378	↗ 2.2558
2308050	↗ 2.5096	↘ -2.2276	↘ -2.4532	↘ -2.6506	↘ -1.0715	↗ 1.3817	↗ 2.7634	↗ 4.5117	↗ 3.8913
2308052	↘ -1.7765	↘ -1.6073	↘ -2.0303	↘ -1.7765	↘ -1.3817	↘ -1.2407	↗ 1.1279	↗ 3.4119	↗ 3.6657
2308053	↗ 0.423	↘ -0.6768	↗ 0.141	↗ 0.0564	↗ 0.5358	↗ 0.6204	↗ 1.9175	↗ 2.2558	↗ 1.7483
2308054	↘ -0.3848	↘ -0.5598	↗ 0.105	↘ -0.1399	↘ -0.3499	↗ 0.2099	↗ 1.3644	↗ 2.5889	↗ 3.3586
2308055	↘ -1.1895	↘ -0.6997	↘ -0.8397	↘ -1.0146	↘ -0.4548	↘ -0.2799	↗ 0.8397	↗ 2.6589	↗ 3.6385
2308057	↘ -0.1974	↘ -0.9023	↘ -0.6204	↘ -0.9023	↘ -0.5076	↗ 0.9305	↗ 1.4663	↗ 3.13	↗ 2.989
2308067	↘ -2.4532	↘ -2.4814	↘ -2.7634	↘ -1.8893	↘ -1.4381	↗ 0.7331	↗ 2.425	↗ 3.8349	↗ 3.6657
2308071	↗ 2.6573	↗ 0.4832	↗ 0.2718	↗ 0.9965	↗ 2.0232	↗ 2.9895	↗ 3.8954	↗ 3.7746	↗ 4.3182
2308077	↘ -2.0021	↘ -2.4814	↘ -2.425	↘ -2.425	↘ -2.5942	↘ -2.5942	↘ -1.6637	↗ 2.3404	↗ 3.5529
2308083	↗ 3.0736	↗ 4.3425	↗ 4.4835	↗ 4.3707	↗ 4.1451	↗ 4.0041	↗ 3.8913	↗ 4.0041	↗ 3.8349
2308084	↗ 2.9608	↗ 3.2428	↗ 4.4271	↗ 4.85	↗ 4.3425	↗ 3.8913	↗ 3.6375	↗ 3.9477	↗ 1.6355
2308086	↗ 3.1018	↗ 4.1169	↗ 3.13	↗ 3.4965	↗ 2.989	↗ 3.8631	↗ 3.1864	↗ 2.707	↗ 3.1018
2308087	↘ -0.8459	↗ 0.0282	↗ 0.282	↗ 1.2689	↗ 1.9175	↗ 2.6506	↗ 2.7634	↗ 3.7785	↗ 4.0605
2308505	↗ 3.13	↗ 3.1582	↗ 3.13	↗ 3.7221	↗ 3.5811	↗ 3.7503	↗ 3.271	↗ 3.271	↗ 2.2558
2308517	↗ 2.7916	↗ 2.9608	↗ 3.3556	↗ 3.2146	↗ 3.3556	↗ 3.3274	↗ 3.3838	↗ 2.2276	↗ 2.4814
2308523	↘ -0.7423	↗ 0.7423	↘ -0.2474	↘ -0.7423	↘ -1.1135	↘ -1.8558	↘ -1.6083	↘ -0.866	↘ -2.1032
2308709	↗ 2.3686	↘ -0.2256	↗ 1.7201	↗ 2.8198	↗ 2.6506	↗ 3.5529	↗ 3.5811	↗ 3.6657	↗ 3.5811
2308724	↘ -1.3553	↘ -0.5213	↗ 0.1043	↗ 1.1468	↗ 0.0	↘ -0.1043	↗ 0.0	↗ 0.5213	↗ 0.5213
2308754	↘ -0.0564	↘ -0.7331	↘ -0.1692	↘ -0.7049	↘ -0.0564	↗ 0.7613	↗ 2.1994	↗ 3.0454	↗ 3.6657
2308790	↗ 0.7117	↗ 0.438	↗ 1.4781	↗ 1.9161	↗ 0.9307	↗ 0.7117	↗ 0.3285	↗ 0.9854	↗ 0.9854
2308951	↘ -0.0547	↘ -0.1095	↗ 1.2044	↗ 0.7117	↘ -0.6569	↘ -0.5474	↘ -1.5329	↘ -1.0949	↘ -0.6569
2309502	↗ 1.7109	↗ 1.6658	↗ 0.7204	↗ 0.7204	↗ 0.5403	↗ 0.9455	↘ -0.3152	↗ 0.4052	↗ 2.026
2310009	↘ -0.3102	↘ -0.423	↗ 0.0282	↗ 0.7331	↗ 1.4099	↗ 2.707	↗ 2.989	↗ 4.3425	↗ 4.0605
2310010	↗ 0.5435	↘ -0.2114	↗ 0.2416	↗ 0.5133	↗ 0.8455	↗ 1.9024	↗ 2.3554	↗ 3.1707	↗ 3.5934
2310011	↘ -0.292	↘ -0.3569	↘ -0.3569	↗ 0.0	↗ 0.4218	↗ 1.2004	↗ 2.044	↗ 2.5307	↗ 3.0173
2310504	↘ -0.876	↘ -0.3893	↗ 0.0649	↗ 0.876	↗ 2.336	↗ 2.2387	↗ 2.4982	↗ 3.4391	↗ 3.6013

Tabla A-14.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 8 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2310505	↘ -0.6945	↗ 0.2718	↗ 0.8757	↗ 1.1173	↗ 1.6306	↗ 2.0232	↗ 1.9628	↗ 2.6875	↗ 3.7746
2618008	↘ -1.1777	↘ -1.1173	↘ -0.8455	↘ -0.7851	↘ -0.0906	↗ 0.9965	↗ 2.7479	↗ 3.684	↗ 2.9291
2618010	↘ -1.7301	↘ -0.9474	↘ -0.6179	↘ -0.7415	↘ -0.9474	↘ -0.6179	↗ 0.7827	↗ 1.8537	↗ 2.4304
2618715	↘ -0.7509	↗ 0.0	↗ 0.0	↗ 0.6008	↗ 0.3004	↗ 0.9011	↗ 0.3004	↗ 0.3004	↗ 0.6008
2618722	↘ -0.3757	↗ 0.3757	↗ 0.3757	↗ 0.7515	↗ 0.7515	↗ 0.1879	↗ 1.1272	↗ 1.1272	↗ 1.1272
2623023	↗ 0.5435	↗ 0.7549	↗ 1.0267	↗ 0.9361	↗ 1.7212	↗ 2.7781	↗ 3.1103	↗ 4.2578	↗ 4.0162
2623025	↗ 1.4642	↗ 1.7693	↗ 2.8064	↗ 1.9523	↗ 2.9284	↗ 2.6234	↗ 2.1353	↗ 1.7693	↗ 1.1592
2623707	↗ 0.0	↗ 0.0	↗ 0.866	↗ 0.0	↗ 0.4949	↗ 1.4846	↗ 0.4949	↗ 0.0	↘ -0.3712
2625007	↘ -2.3252	↘ -1.3589	↘ -0.9084	↘ -1.2985	↘ -1.2985	↘ -0.9965	↗ 0.3322	↗ 2.0232	↗ 2.7479
2701032	↗ 2.0115	↘ -1.9142	↘ -0.9084	↘ -0.8111	↗ 1.0058	↗ 3.504	↗ 3.6986	↗ 3.212	↗ 3.3418
2701034	↘ -0.3102	↘ -1.1279	↘ -0.7895	↘ -0.9305	↘ -0.0846	↗ 1.0997	↗ 2.5942	↗ 3.6657	↗ 3.4401
2701035	↘ -0.8455	↘ -0.8153	↘ -0.3624	↘ -0.151	↗ 0.7247	↗ 1.4796	↗ 1.993	↗ 3.8954	↗ 3.4726
2701036	↗ 0.0	↗ 0.4794	↗ 0.2538	↗ 0.5922	↗ 1.0997	↗ 2.0584	↗ 3.8349	↗ 4.2861	↗ 3.7785
2701037	↗ 2.1742	↗ 1.691	↗ 1.691	↗ 2.0232	↗ 2.1138	↗ 2.3856	↗ 2.3252	↗ 2.6875	↗ 4.2578
2701038	↘ -0.8153	↘ -1.0871	↘ -0.5737	↘ -0.5737	↗ 0.3926	↗ 1.1173	↗ 2.6875	↗ 2.9895	↗ 3.4726
2701045	↗ 1.842	↗ 0.6643	↗ 0.1812	↗ 0.8455	↗ 1.9628	↗ 1.8722	↗ 2.6271	↗ 3.1707	↗ 3.2915
2701046	↗ 0.9059	↘ -1.3891	↘ -0.0604	↗ 0.3322	↗ 1.7212	↗ 2.295	↗ 2.295	↗ 3.5632	↗ 3.2009
2701053	↗ 2.6506	↗ 2.3122	↗ 2.989	↗ 3.1018	↗ 3.3556	↗ 3.2992	↗ 3.8631	↗ 4.6809	↗ 4.5681
2701054	↗ 0.1095	↘ -1.2044	↗ 0.6022	↗ 1.0949	↗ 1.6971	↗ 1.9161	↗ 1.0402	↗ 1.1496	↗ 0.438
2701055	↗ 2.989	↗ 3.1864	↗ 4.2015	↗ 3.6375	↗ 3.4683	↗ 3.6375	↗ 3.9759	↗ 3.6375	↗ 3.3838
2701056	↘ -1.0058	↘ -1.4924	↘ -1.9142	↘ -1.3302	↘ -0.7138	↗ 0.8436	↗ 2.1089	↗ 3.0173	↗ 2.9524
2701057	↘ -0.7138	↘ -3.1795	↘ -2.9524	↘ -2.6929	↘ -1.6871	↗ 0.5191	↗ 2.4009	↗ 3.2769	↗ 3.6662
2701059	↗ 1.9175	↗ 0.0	↗ 0.8741	↗ 1.2125	↗ 0.9305	↗ 1.9457	↗ 2.9608	↗ 4.1451	↗ 4.3989
2701060	↘ -0.6857	↗ 0.6857	↗ 0.0	↗ 0.48	↗ 0.48	↘ -0.3429	↗ 0.7543	↗ 1.1657	↗ 1.9886
2701070	↗ 0.0	↗ 0.423	↗ 0.1692	↗ 0.141	↗ 1.0151	↗ 2.0021	↗ 3.271	↗ 3.9477	↗ 4.6245
2701072	↗ 2.566	↗ 0.564	↗ 1.1843	↗ 1.5509	↗ 2.3122	↗ 2.3686	↗ 3.13	↗ 4.5117	↗ 3.9477
2701073	↗ 2.3252	↗ 0.2416	↗ 0.8757	↗ 1.9628	↗ 2.7781	↗ 3.3217	↗ 3.4726	↗ 4.0162	↗ 4.8013
2701074	↗ 2.1969	↘ -0.6439	↘ -2.2348	↘ -0.2273	↗ 1.0227	↗ 2.0075	↗ 2.6136	↗ 2.9166	↗ 2.6514
2701075	↘ -0.5491	↗ 0.5491	↗ 1.5862	↗ 1.0372	↗ 1.6472	↗ 1.5252	↗ 0.7931	↗ 1.2202	↗ 1.8913
2701076	↗ 2.8083	↗ 1.8118	↗ 1.842	↗ 2.2044	↗ 1.9326	↗ 2.6271	↗ 3.4424	↗ 4.4389	↗ 4.0766
2701093	↗ 0.9663	↗ 0.9663	↗ 1.7816	↗ 1.5702	↗ 1.6004	↗ 2.295	↗ 3.2009	↗ 3.835	↗ 4.0162
2701094	↗ 2.6506	↗ 0.3102	↗ 0.7049	↗ 1.3535	↗ 1.6073	↗ 2.4814	↗ 3.2992	↗ 3.7503	↗ 2.8762
2701095	↗ 0.3244	↘ -0.9409	↘ -0.7138	↘ -0.2271	↗ 0.0	↗ 1.5573	↗ 2.8227	↗ 3.7311	↗ 3.2444
2701099	↗ 0.0282	↘ -0.5922	↘ -0.4794	↘ -0.2256	↗ 0.2256	↗ 0.1692	↗ 2.0584	↗ 3.1018	↗ 3.7221
2701100	↘ -0.3666	↗ 0.0846	↗ 0.4512	↗ 1.1561	↗ 1.2689	↗ 2.4532	↗ 3.0454	↗ 3.8349	↗ 4.7373
2701101	↘ -0.1692	↘ -0.5922	↘ -0.7613	↘ -0.7613	↘ -0.1692	↗ 0.0	↗ 1.4945	↗ 2.0303	↗ 1.5791
2701102	↗ 0.9587	↗ 0.0	↗ 0.141	↗ 0.5076	↗ 1.9739	↗ 1.8329	↗ 3.1582	↗ 3.9477	↗ 4.6809
2701103	↗ 0.0	↘ -0.0778	↗ 0.0	↘ -0.2335	↘ -0.2335	↗ 0.0	↗ 0.0	↘ -1.0899	↘ -1.0899
2701107	↗ 0.4228	↗ 0.4228	↗ 0.0	↗ 0.5133	↗ 0.7549	↗ 1.3891	↗ 2.446	↗ 2.8083	↗ 2.9291
2701108	↘ -0.0282	↘ -0.2256	↗ 0.1692	↗ 0.1692	↗ 0.3948	↗ 0.9869	↗ 2.4532	↗ 3.3838	↗ 3.8913
2701109	↘ -0.4867	↘ -1.4275	↘ -1.0058	↘ -1.5249	↘ -1.168	↘ -1.5898	↘ -0.1622	↗ 1.4275	↗ 2.3684
2701114	↗ 1.0846	↗ 0.0	↗ 0.1749	↗ 1.1545	↗ 1.1545	↗ 1.3644	↗ 2.1691	↗ 3.5685	↗ 3.6385
2701115	↗ 1.9175	↗ 0.1974	↗ 1.1561	↗ 1.8893	↗ 2.7352	↗ 3.6375	↗ 3.7785	↗ 4.2861	↗ 3.9477
2701116	↘ -0.0906	↗ 0.453	↗ 0.151	↗ 0.1208	↗ 1.0569	↗ 1.9628	↗ 2.144	↗ 3.4726	↗ 3.533
2701118	↗ 0.0973	↘ -0.2596	↘ -0.292	↗ 0.7787	↗ 0.1947	↗ 1.2329	↗ 2.3684	↗ 2.5631	↗ 2.3035

Tabla A-15.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 8 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2701122	↗ 1.981	↗ 1.7559	↗ 1.3957	↗ 0.5853	↗ 1.0805	↗ 1.5308	↗ 1.2156	↗ 1.1256	↗ 1.7559
2701472	↘ -0.7298	↘ -0.7298	↘ -2.1894	↘ -2.0851	↘ -2.1894	↘ -1.6681	↘ -0.3128	↘ -1.1468	↗ 0.3128
2701483	↘ -1.3517	↘ -0.7509	↗ 0.1502	↗ 0.0	↗ 0.0	↗ 0.0	↘ -0.3004	↘ -1.2015	↘ -1.2015
2701484	↗ 1.3686	↗ 2.7372	↗ 2.7372	↗ 2.9015	↗ 2.7372	↗ 2.573	↗ 2.1898	↗ 1.4234	↗ 1.4234
2701501	↗ 2.6563	↗ 3.6468	↗ 3.6918	↗ 4.052	↗ 3.3317	↗ 3.5568	↗ 3.0165	↗ 3.1066	↗ 2.4762
2701514	↗ 1.4099	↘ -1.0715	↘ -1.2407	↘ -0.2256	↗ 0.1974	↗ 1.4099	↗ 1.7201	↗ 2.3686	↗ 2.7634
2701517	↗ 1.5573	↗ 1.2978	↗ 0.8111	↗ 1.6222	↗ 1.9791	↗ 2.5307	↗ 3.7635	↗ 4.38	↗ 4.1853
2701518	↘ -0.1947	↘ -0.1947	↘ -0.2596	↘ -1.3627	↘ -0.6813	↗ 0.2271	↗ 1.3951	↗ 2.4982	↗ 2.5631
2701522	↘ -0.9305	↘ -0.2538	↘ -0.9587	↘ -1.0715	↘ -2.2276	↘ -1.5791	↗ 1.2689	↗ 2.6788	↗ 1.9739
2701523	↗ 1.4796	↘ -0.5435	↗ 0.1208	↗ 0.7851	↗ 1.54	↗ 2.5667	↗ 3.1405	↗ 3.6236	↗ 3.5028
2701525	↗ 1.5791	↗ 0.9305	↗ 0.9305	↗ 1.0715	↗ 2.284	↗ 2.6788	↗ 3.4401	↗ 4.1733	↗ 4.0605
2701706	↗ 1.9175	↗ 0.0282	↗ 0.564	↗ 1.4663	↗ 2.3968	↗ 3.1582	↗ 3.9759	↗ 4.8218	↗ 4.0605
2701707	↘ -0.5474	↗ 1.3139	↗ 0.8759	↗ 0.5474	↗ 0.0	↘ -0.8759	↘ -1.9161	↘ -1.4234	↘ -2.2993
2701712	↗ 2.989	↗ 3.5529	↗ 3.1864	↗ 3.13	↗ 2.989	↗ 3.3556	↗ 2.7352	↗ 2.6788	↗ 2.2276
2701713	↘ -0.6711	↘ -0.6711	↗ 0.3661	↘ -0.7931	↘ -1.3422	↗ 0.0	↘ -0.122	↘ -0.305	↘ -1.4032
2701736	↗ 0.0	↘ -1.3535	↘ -0.6768	↘ -0.6768	↘ -0.141	↗ 0.9869	↗ 2.3686	↗ 4.0323	↗ 3.3274
2701762	↘ -0.5213	↗ 0.417	↗ 0.0	↗ 0.1043	↘ -0.2085	↘ -1.2511	↗ 0.9383	↗ 0.7298	↗ 0.9383
2701763	↗ 1.8047	↘ -0.1692	↗ 1.5227	↗ 2.566	↗ 2.6788	↗ 3.2146	↗ 3.4401	↗ 4.2861	↗ 3.3556
2701793	↘ -1.1877	↘ -1.1877	↘ -0.9403	↘ -1.3362	↘ -1.7815	↘ -1.6331	↘ -1.0887	↘ -0.8908	↘ -0.4949
2701802	↘ -0.5449	↗ 0.5449	↗ 1.1677	↗ 1.9462	↗ 2.1798	↗ 2.3355	↗ 1.7905	↘ -0.6228	↘ -0.4671
2701805	↘ -0.5449	↘ -0.5449	↘ -1.0899	↘ -1.9462	↘ -1.8684	↘ -0.8563	↘ -0.9342	↘ -0.1557	↘ 0.3114
2701879	↘ -0.4506	↗ 0.0	↗ 0.4506	↗ 0.7509	↗ 1.2015	↗ 0.6008	↗ 0.3004	↗ 0.6008	↗ 0.0
2701950	↗ 3.2749	↗ 1.7695	↗ 2.4298	↗ 1.9016	↗ 1.8751	↗ 2.5354	↗ 2.9316	↗ 3.7767	↗ 4.0144
2701955	↗ 0.0	↘ -1.4015	↘ -0.8712	↘ -1.1742	↗ 0.4924	↗ 1.5151	↗ 2.4621	↗ 3.0302	↗ 3.1438
2702008	↗ 0.1298	↗ 0.2271	↗ 0.292	↗ 0.5191	↗ 0.7138	↗ 1.6547	↗ 2.3035	↗ 3.6662	↗ 4.1204
2702012	↘ -0.9305	↘ -2.5942	↘ -2.4532	↘ -2.4814	↘ -1.9739	↘ -0.1974	↗ 1.6919	↗ 2.9326	↗ 3.4683
2702013	↗ 0.0564	↘ -0.0564	↗ 0.2538	↗ 0.6768	↗ 0.8741	↗ 1.2971	↗ 2.7634	↗ 4.0605	↗ 4.0041
2702024	↗ 0.0	↘ -0.2114	↘ -0.0302	↗ 0.2718	↗ 0.0	↗ 0.151	↗ 1.3589	↗ 2.9291	↗ 4.0162
2702029	↗ 2.7634	↗ 3.2992	↗ 2.848	↗ 3.0736	↗ 2.7634	↗ 2.566	↗ 2.284	↗ 2.7634	↗ 2.4532
2702030	↘ -0.5486	↗ 0.5486	↗ 0.6172	↘ -0.1371	↘ -0.7543	↘ -1.7829	↘ -2.0572	↘ -1.0286	↘ -0.4114
2702035	↗ 0.8455	↗ 0.7851	↗ 0.6945	↗ 1.1173	↗ 1.4796	↗ 2.0534	↗ 3.5632	↗ 4.4691	↗ 4.6805
2702036	↘ -0.6711	↗ 0.0	↘ -1.0982	↘ -0.9761	↘ -0.9761	↘ -0.7931	↘ -0.9151	↘ -0.5491	↘ -0.7931
2702039	↗ 0.0	↘ -0.1208	↘ -0.1208	↘ -0.6039	↘ -0.0906	↗ 0.9965	↗ 2.3856	↗ 3.4123	↗ 4.0162
2702040	↗ 0.0604	↘ -0.4228	↘ -0.453	↗ 0.1208	↗ 0.3322	↗ 1.0871	↗ 1.6608	↗ 2.6271	↗ 3.7746
2702041	↗ 0.5133	↘ -0.2114	↘ -0.2114	↗ 0.0	↗ 0.5737	↗ 1.1777	↗ 2.6875	↗ 3.835	↗ 4.4993
2702495	↘ -2.5969	↘ -2.9291	↘ -2.7177	↘ -2.8687	↘ -3.2613	↘ -1.9024	↗ 0.9663	↗ 2.144	↗ 3.2915
2702599	↘ -0.5474	↘ -0.7664	↘ -0.8759	↘ -0.8759	↘ -0.1095	↘ -0.3832	↘ -1.2044	↘ -0.7117	↘ -0.7664
2702703	↘ -0.5474	↘ -0.5474	↗ 0.6569	↘ -0.4927	↘ -1.6971	↘ -1.4234	↗ 0.1642	↗ 0.1642	↗ 1.3139
2702717	↘ -0.6857	↘ -0.6857	↘ -1.92	↘ -2.5372	↘ -1.7829	↘ -1.1657	↗ 0.0	↗ 0.3429	↗ 0.0
2702724	↘ -0.3244	↘ -0.9084	↘ -1.1031	↘ -0.4867	↗ 0.0	↗ 1.0382	↗ 1.4275	↗ 2.7578	↗ 2.8227

Tabla A-16.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 12 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
1107009	↘ -0.6768	↘ -1.9739	↘ -1.0151	↘ -1.5227	↘ -0.9869	↘ -0.0564	↗ 2.1148	↗ 4.0323	↗ 4.0323
1107010	↘ -0.7613	↘ -2.3968	↘ -1.3535	↘ -0.2256	↗ 0.0	↗ 1.1279	↗ 2.1148	↗ 2.989	↗ 2.9326
1107012	↘ -0.1692	↘ -1.8893	↘ -0.6768	↘ -0.9869	↗ 0.141	↗ 0.9305	↗ 2.0303	↗ 2.7634	↗ 1.5227
1107015	↘ -0.9663	↘ -1.3891	↘ -0.8757	↘ -0.8757	↘ -0.7247	↗ 0.8757	↗ 2.6271	↗ 2.9291	↗ 2.6271
1107017	↗ 0.9869	↘ -2.0021	↘ -1.4381	↘ -1.9175	↘ -1.7765	↘ -0.7049	↗ 2.5096	↗ 2.989	↗ 2.8762
1111499	↗ 0.0	↗ 0.0	↗ 0.0	↗ 0.4949	↗ 0.1237	↗ 0.866	↗ 1.3609	↗ 1.3609	↗ 0.3712
1111999	↘ -0.4506	↘ -0.9011	↘ -0.6008	↘ -0.1502	↗ 1.0513	↗ 0.0	↘ -0.6008	↘ -1.2015	↘ -1.5019
2308021	↗ 2.336	↘ -1.2978	↘ -1.6547	↘ -1.4275	↘ -2.1089	↘ -0.6164	↗ 0.0	↗ 0.876	↗ 0.4867
2308022	↗ 3.7311	↗ 3.1147	↗ 3.4066	↗ 3.7311	↗ 2.4009	↗ 1.9791	↗ 1.5898	↗ 1.7844	↗ 1.5898
2308023	↘ -0.3244	↘ -1.8818	↘ -1.0058	↘ -0.876	↘ -0.0324	↘ -0.1298	↗ 1.2653	↗ 2.4333	↗ 3.4715
2308024	↗ 1.6871	↗ 0.0324	↘ -0.3569	↗ 0.4218	↗ 0.0	↗ 0.3244	↗ 0.5516	↗ 1.8493	↗ 2.6929
2308026	↗ 1.9457	↗ 1.4945	↗ 1.3817	↗ 1.3817	↗ 2.1994	↗ 2.8762	↗ 3.5247	↗ 3.3556	↗ 3.8913
2308027	↗ 2.6788	↗ 3.2992	↗ 3.13	↗ 2.989	↗ 3.0454	↗ 3.13	↗ 3.6375	↗ 3.2992	↗ 2.566
2308030	↘ -2.8687	↘ -2.6271	↘ -2.9593	↘ -3.0197	↘ -2.6875	↘ -2.2044	↘ -1.2079	↘ -0.4832	↗ 0.0302
2308035	↘ -0.5491	↘ -0.183	↘ -1.4642	↘ -0.6101	↘ -1.2812	↘ -0.6101	↘ -0.5491	↘ -1.0982	↗ 0.122
2308037	↘ -1.0606	↗ 0.0758	↗ 0.1515	↗ 0.7954	↗ 0.9848	↗ 2.159	↗ 1.1363	↗ 1.0606	↗ 2.3484
2308038	↘ -2.2741	↘ -2.2391	↘ -2.0991	↘ -2.1341	↘ -2.0641	↘ -1.6443	↘ -1.8542	↘ -0.6297	↗ 2.1691
2308044	↗ 2.5365	↗ 1.993	↗ 2.3252	↗ 2.7479	↗ 2.8385	↗ 2.3856	↗ 1.0267	↗ 0.8757	↗ 0.9361
2308046	↗ 0.3948	↗ 0.0	↗ 0.5358	↗ 0.1974	↗ 0.4512	↗ 1.0997	↗ 0.9587	↗ 1.0997	↗ 2.0303
2308050	↗ 0.4794	↘ -1.8047	↘ -2.3122	↘ -1.2689	↘ -0.6204	↗ 1.3253	↗ 3.2146	↗ 3.7785	↗ 3.9477
2308052	↘ -1.5509	↘ -1.8047	↘ -1.8329	↘ -1.5791	↘ -1.4099	↘ -1.1843	↗ 0.0846	↗ 2.425	↗ 2.7352
2308053	↘ -0.5076	↘ -0.2538	↘ -0.7331	↘ -0.7895	↘ -0.8459	↗ 0.1974	↗ 0.1128	↗ 1.2971	↗ 1.2971
2308054	↘ -0.9096	↘ -1.0846	↘ -0.9096	↘ -1.7143	↘ -1.5394	↘ -0.6647	↗ 0.9446	↗ 0.8397	↗ 2.1691
2308055	↘ -1.0146	↘ -1.1545	↘ -1.2595	↘ -1.0496	↘ -1.1195	↘ -0.8397	↗ 0.2099	↗ 1.9592	↗ 2.5889
2308057	↘ -0.282	↘ -2.989	↘ -1.4663	↘ -1.5227	↘ -0.9587	↗ 0.141	↗ 1.0151	↗ 2.2558	↗ 2.4814
2308067	↘ -2.4532	↘ -2.707	↘ -2.9608	↘ -2.989	↘ -2.3968	↘ -0.3384	↗ 2.0866	↗ 3.6093	↗ 3.9477
2308071	↗ 4.2578	↗ 0.9059	↗ 1.4796	↗ 1.8118	↗ 2.2346	↗ 3.6538	↗ 3.7142	↗ 3.9558	↗ 3.0499
2308077	↘ -2.6788	↘ -2.9044	↘ -2.6788	↘ -3.1864	↘ -3.0736	↘ -2.8198	↘ -2.2276	↗ 0.8741	↗ 2.1994
2308083	↗ 3.2428	↗ 4.3707	↗ 3.5529	↗ 3.7785	↗ 3.0736	↗ 2.7634	↗ 2.5942	↗ 1.9739	↗ 2.3122
2308084	↗ 3.0454	↗ 3.5811	↗ 4.2015	↗ 3.5811	↗ 3.0172	↗ 2.0866	↗ 1.6355	↗ 1.7483	↘ -0.2256
2308086	↗ 3.0172	↗ 2.3686	↗ 2.7352	↗ 2.7634	↗ 3.0454	↗ 2.3968	↗ 2.5378	↗ 2.5378	↗ 3.1018
2308087	↘ -0.7331	↗ 0.0282	↗ 0.1974	↗ 0.423	↗ 1.3817	↗ 2.3122	↗ 2.2558	↗ 3.0454	↗ 3.271
2308505	↗ 3.0454	↗ 3.8913	↗ 3.3274	↗ 3.0454	↗ 2.7352	↗ 2.4532	↗ 1.6355	↗ 2.2558	↘ -0.2256
2308517	↗ 3.13	↗ 2.3686	↗ 3.1582	↗ 2.9608	↗ 2.707	↗ 2.9326	↗ 1.1561	↗ 0.282	↗ 1.1279
2308523	↘ -0.7423	↗ 0.9897	↗ 0.3712	↗ 0.4949	↗ 0.3712	↘ -1.1135	↘ -2.1032	↘ -1.3609	↘ -2.1032
2308709	↗ 1.5791	↗ 1.8611	↗ 2.7352	↗ 2.2276	↗ 2.6788	↗ 2.989	↗ 2.6506	↗ 3.13	↗ 2.707
2308724	↘ -1.3553	↗ 0.2085	↗ 0.0	↗ 0.5213	↘ -0.3128	↘ -0.5213	↗ 0.0	↗ 0.3128	↗ 0.5213
2308754	↘ -0.8459	↘ -0.141	↘ -1.5227	↘ -1.2971	↘ -0.8741	↘ 0.2256	↗ 1.8893	↗ 2.0303	↗ 3.271
2308790	↗ 0.8212	↗ 2.9015	↗ 2.7372	↗ 1.9161	↗ 2.354	↗ 2.0803	↗ 1.4234	↗ 2.6278	↗ 0.4927
2308951	↘ -0.0547	↗ 2.1351	↗ 2.4088	↗ 0.9307	↗ 1.1496	↗ 0.7117	↗ 0.0547	↘ -0.5474	↗ 0.0
2309502	↗ 1.8909	↗ 1.2606	↗ 0.7204	↗ 0.8554	↗ 0.6303	↗ 0.6753	↗ 0.2251	↗ 0.4052	↗ 0.4952
2310009	↘ -0.9023	↘ -0.9869	↘ -0.7049	↘ -0.282	↗ 0.9869	↗ 2.143	↗ 3.2146	↗ 3.1018	↗ 3.3274
2310010	↘ -0.2718	↘ -1.0267	↘ -0.3926	↘ -0.2416	↗ 0.1208	↗ 0.7549	↗ 2.0232	↗ 2.6271	↗ 3.0499
2310011	↘ -0.292	↘ -1.1355	↘ -0.7138	↘ -1.3951	↘ -0.3569	↗ 0.2271	↗ 0.7462	↗ 1.46	↗ 2.4333
2310504	↘ -0.8111	↘ -0.3569	↘ -0.1947	↗ 0.9084	↗ 0.9733	↗ 1.6871	↗ 2.4982	↗ 2.9524	↗ 2.6929

Tabla A-17.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 12 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2310505	↘ -0.6039	↘ -0.0302	↗ 0.0906	↗ 0.1208	↗ 0.9965	↗ 0.5737	↗ 0.2718	↗ 0.8153	↗ 2.144
2618008	↘ -0.8455	↘ -2.1138	↘ -2.5969	↘ -2.1742	↘ -0.8153	↗ 0.0	↗ 1.4193	↗ 2.2346	↗ 2.7479
2618010	↘ -1.8125	↘ -2.1008	↘ -1.9361	↘ -2.5951	↘ -2.348	↘ -1.7713	↘ -0.1236	↘ -0.0412	↘ -0.206
2618715	↘ -0.7509	↗ 0.4506	↗ 0.7509	↗ 0.4506	↘ -0.3004	↗ 0.4506	↗ 0.6008	↗ 0.6008	↗ 0.3004
2618722	↘ -0.3757	↗ 0.3757	↗ 0.7515	↗ 0.9393	↗ 0.5636	↗ 0.7515	↗ 1.1272	↗ 1.5029	↗ 1.5029
2623023	↗ 0.2718	↗ 0.0	↗ 1.1173	↗ 0.8757	↗ 1.5098	↗ 2.2648	↗ 3.1707	↗ 3.9558	↗ 3.7746
2623025	↗ 1.4642	↗ 1.8913	↗ 2.1353	↗ 1.7082	↗ 1.8303	↗ 2.0743	↗ 2.6234	↗ 2.2573	↗ 0.4271
2623707	↗ 0.0	↗ 0.6186	↗ 0.3712	↗ 0.866	↗ 0.3712	↗ 0.3712	↗ 0.1237	↘ -0.6186	↘ -1.1135
2625007	↘ -2.4158	↘ -1.9326	↘ -2.0534	↘ -1.9024	↘ -1.9628	↘ -1.6004	↘ -0.5737	↗ 1.4193	↗ 2.2648
2701032	↘ -1.8818	↘ -2.336	↘ -1.9142	↘ -2.0115	↘ -0.1947	↗ 1.46	↗ 3.7311	↗ 3.6662	↗ 3.4715
2701034	↘ -0.9587	↘ -2.7352	↘ -2.284	↘ -2.143	↘ -0.9587	↗ 0.1128	↗ 1.5791	↗ 2.6506	↗ 2.6506
2701035	↘ -0.9965	↘ -2.5667	↘ -0.9361	↘ -0.2416	↘ -0.2114	↗ 0.2416	↗ 0.4832	↗ 2.446	↗ 2.6875
2701036	↗ 0.141	↘ -1.3535	↘ -1.6073	↘ -1.2125	↘ -0.2538	↗ 1.3817	↗ 2.989	↗ 3.7221	↗ 3.2146
2701037	↗ 2.2346	↗ 0.9059	↗ 1.3287	↗ 2.2648	↗ 2.2346	↗ 2.3252	↗ 1.7212	↗ 2.9291	↗ 4.0766
2701038	↘ -1.0569	↘ -1.4495	↘ -1.6004	↘ -0.8757	↗ 0.1208	↗ 0.5133	↗ 2.0232	↗ 2.3856	↗ 2.7479
2701045	↗ 2.6271	↗ 1.1173	↗ 1.0569	↗ 1.2683	↗ 1.2381	↗ 1.4796	↗ 1.691	↗ 2.8687	↗ 3.5934
2701046	↘ -1.1475	↘ -1.6004	↘ -0.2416	↗ 0.0	↗ 1.9628	↗ 1.9024	↗ 3.0499	↗ 3.684	↗ 2.6271
2701053	↗ 2.8762	↗ 2.8762	↗ 3.2992	↗ 3.6375	↗ 3.2428	↗ 3.7221	↗ 4.0605	↗ 3.9477	↗ 3.3838
2701054	↘ -1.2044	↗ 0.4927	↗ 0.0547	↗ 0.0	↗ 1.6971	↗ 1.8066	↗ 1.5329	↗ 0.9854	↗ 1.6971
2701055	↗ 3.13	↗ 2.6506	↗ 3.0736	↗ 2.9044	↗ 2.2276	↗ 2.0584	↗ 2.425	↗ 2.2558	↗ 3.1582
2701056	↘ -1.6222	↘ -1.46	↘ -1.9467	↘ -1.5573	↘ -1.1355	↘ -0.0973	↗ 0.584	↗ 1.9142	↗ 1.9791
2701057	↘ -2.3035	↘ -1.8493	↘ -2.2711	↘ -1.9791	↘ -1.2329	↘ -0.1298	↗ 0.9733	↗ 1.7195	↗ 3.212
2701059	↗ 1.5509	↗ 0.0	↘ -0.5358	↘ -0.3666	↘ -0.8741	↗ 0.0282	↗ 1.2971	↗ 2.7916	↗ 3.271
2701060	↘ -0.6857	↗ 0.6857	↗ 0.8229	↗ 0.1371	↘ -0.4114	↗ 0.2743	↗ 1.0286	↗ 0.7543	↗ 1.8515
2701070	↘ -0.1692	↘ -1.4381	↘ -0.2256	↘ -0.3384	↘ -0.1974	↗ 1.4663	↗ 3.13	↗ 3.1582	↗ 3.7221
2701072	↗ 2.707	↗ 0.2538	↗ 0.3948	↗ 0.7895	↗ 1.7201	↗ 1.4663	↗ 3.0172	↗ 3.8349	↗ 2.8198
2701073	↗ 1.5702	↗ 0.7247	↗ 0.8757	↗ 1.1173	↗ 2.7177	↗ 3.1405	↗ 3.0499	↗ 4.1974	↗ 3.835
2701074	↗ 2.1969	↘ -1.9696	↘ -2.4242	↘ -0.7576	↗ 0.6818	↗ 1.553	↗ 2.7651	↗ 3.2954	↗ 2.3484
2701075	↘ -0.5491	↗ 0.5491	↗ 0.4271	↗ 0.8541	↗ 1.0982	↗ 1.5252	↗ 1.0372	↗ 1.4032	↗ 1.8913
2701076	↗ 3.8048	↗ 1.5098	↗ 2.3554	↗ 2.8083	↗ 2.2044	↗ 2.0836	↗ 2.6271	↗ 3.4123	↗ 2.2044
2701093	↗ 0.3322	↘ -0.4228	↗ 0.0302	↗ 0.7851	↗ 1.0267	↗ 1.7816	↗ 2.3252	↗ 3.5934	↗ 2.9291
2701094	↗ 2.6788	↘ -0.7613	↘ -1.1561	↘ -0.9023	↗ 0.0564	↗ 1.1561	↗ 2.0866	↗ 2.2558	↗ 2.1994
2701095	↘ -0.9409	↘ -2.9849	↘ -1.7195	↘ -0.6164	↘ -0.8111	↗ 0.4218	↗ 1.7844	↗ 1.9791	↗ 2.1413
2701099	↘ -1.2689	↘ -4.1451	↘ -4.0041	↘ -3.4401	↘ -3.2992	↘ -1.7201	↘ -0.3384	↗ 1.2971	↗ 2.0866
2701100	↘ -0.4512	↘ -0.1974	↗ 0.4794	↗ 0.6768	↗ 0.7049	↗ 0.3948	↗ 1.8329	↗ 3.8349	↗ 3.0454
2701101	↘ -0.7613	↘ -3.1018	↘ -2.0584	↘ -1.9457	↘ -1.8611	↘ -1.6355	↘ -0.2256	↗ 0.4512	↗ 0.7331
2701102	↘ -0.4794	↘ -1.0433	↘ -0.141	↘ -0.141	↗ 0.8177	↗ 1.6073	↗ 2.3968	↗ 3.6093	↗ 4.3989
2701103	↘ -0.0778	↗ 0.6228	↗ 0.0	↘ -0.0778	↗ 0.2335	↘ -0.3114	↗ 0.0	↘ -0.9342	↘ -0.9342
2701107	↘ -0.151	↗ 0.1812	↗ 0.0906	↘ -0.3624	↘ -0.2114	↗ 0.8757	↗ 1.1475	↗ 0.6945	↗ 1.4193
2701108	↗ 0.0	↘ -0.423	↘ -0.7613	↘ -0.5076	↘ -0.282	↗ 0.7895	↗ 1.8329	↗ 2.7634	↗ 3.1018
2701109	↘ -0.7138	↘ -2.8875	↘ -2.2387	↘ -2.7902	↘ -2.336	↘ -2.044	↘ -1.9142	↗ 1.0707	↗ 1.8493
2701114	↘ -0.3149	↗ 0.0	↗ 0.2449	↗ 1.3644	↗ 0.9446	↗ 1.5744	↗ 1.9592	↗ 2.7289	↗ 2.449
2701115	↗ 0.0564	↘ -0.3102	↗ 1.0715	↗ 1.9175	↗ 3.1864	↗ 3.0454	↗ 3.4965	↗ 3.2146	↗ 3.3838
2701116	↘ -0.1208	↘ -2.6271	↘ -1.4193	↘ -0.6341	↘ -0.302	↘ -0.2416	↗ 0.7549	↗ 0.5133	↗ 1.9024
2701118	↗ 0.1622	↘ -3.7311	↘ -2.336	↘ -1.5898	↘ -1.6222	↘ -1.4924	↘ -0.584	↗ 0.6164	↗ 1.7195

Tabla A-18.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 12 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2701122	↗ 1.8459	↗ 0.3152	↗ 1.3507	↘ -0.045	↗ 0.3602	↗ 1.4857	↗ 1.3057	↗ 2.1161	↗ 1.4857
2701472	↘ -0.7298	↘ -1.5639	↘ -1.8766	↘ -2.6064	↘ -1.1468	↘ -0.5213	↘ -0.1043	↘ -0.7298	↗ 0.0
2701483	↘ -0.4506	↗ 0.3004	↗ 0.9011	↗ 0.0	↗ 0.3004	↘ -0.3004	↘ -2.1026	↘ -1.2015	↘ -1.2015
2701484	↗ 1.8613	↗ 2.8467	↗ 2.5183	↗ 1.6423	↗ 1.5876	↗ 0.9854	↗ 1.4234	↗ 0.7664	↗ 0.3285
2701501	↗ 2.5663	↗ 3.1966	↗ 3.0165	↗ 3.6918	↗ 3.0165	↗ 2.7914	↗ 3.0165	↗ 2.2961	↗ 0.4952
2701514	↘ -0.9869	↘ -1.3253	↘ -1.2407	↘ -0.5358	↘ -0.0282	↗ 0.9023	↗ 1.7201	↗ 1.5791	↗ 2.0866
2701517	↗ 1.2329	↗ 0.6164	↗ 0.9084	↗ 1.6222	↗ 1.5898	↗ 2.0764	↗ 2.4009	↗ 3.6662	↗ 3.8609
2701518	↘ -0.0324	↘ -0.584	↘ -0.584	↘ -1.1355	↘ -0.9409	↘ -0.292	↗ 0.0973	↗ 0.876	↗ 1.8493
2701522	↘ -1.4945	↘ -3.4965	↘ -3.13	↘ -3.271	↘ -3.6657	↘ -1.8047	↘ -0.9305	↗ 0.0	↗ 0.9587
2701523	↗ 0.9965	↗ 0.0	↘ -0.3926	↗ 0.0604	↗ 0.0	↗ 1.2381	↗ 1.54	↗ 1.6306	↗ 2.3856
2701525	↗ 0.9869	↘ -0.6768	↗ 0.141	↗ 1.2689	↗ 1.6919	↗ 2.2558	↗ 2.9608	↗ 3.8349	↗ 3.7785
2701706	↗ 0.7613	↗ 0.423	↘ -0.7049	↗ 0.2538	↗ 1.4663	↗ 2.4814	↗ 3.3556	↗ 4.2297	↗ 4.0605
2701707	↘ -0.5474	↗ 1.3139	↗ 0.5474	↗ 0.1095	↘ -0.8212	↘ -0.3832	↘ -1.5329	↘ -2.0256	↘ -1.7518
2701712	↗ 2.7352	↗ 3.5247	↗ 3.5811	↗ 3.5811	↗ 3.3556	↗ 2.9608	↗ 2.9326	↗ 2.5096	↗ 2.3404
2701713	↘ -0.6711	↗ 0.6711	↗ 1.2202	↘ -0.305	↗ 0.0	↗ 0.3661	↗ 0.4881	↗ 0.061	↘ -0.7931
2701736	↘ -0.3384	↘ -1.9739	↘ -2.2276	↘ -1.0997	↗ 0.1974	↗ 1.3817	↗ 1.9175	↗ 2.8198	↗ 1.9175
2701762	↘ -0.5213	↗ 0.0	↗ 0.0	↗ 0.0	↘ -0.2085	↗ 0.2085	↗ 0.3128	↗ 1.1468	↗ 1.5639
2701763	↗ 0.5922	↗ 0.9587	↗ 1.8047	↗ 2.848	↗ 2.5378	↗ 2.3122	↗ 3.2992	↗ 2.6788	↗ 2.3968
2701793	↘ -1.1877	↘ -1.6826	↘ -2.2269	↘ -2.1774	↘ -1.7815	↘ -1.2372	↘ -0.8413	↘ -0.1485	↘ -0.8413
2701802	↘ -0.5449	↗ 0.9342	↗ 1.9462	↗ 1.9462	↗ 1.7198	↗ 2.0241	↗ 1.0899	↗ 0.1557	↗ 0.3114
2701805	↘ -0.5449	↘ -1.4791	↘ -2.2576	↘ -1.9462	↘ -1.4013	↘ -0.4671	↗ 0.3114	↗ 0.7785	↗ 0.0
2701879	↘ -0.4506	↘ -0.7509	↗ 0.0	↘ -0.3004	↗ 0.4506	↘ -0.4506	↗ 0.0	↗ 0.3004	↗ 0.0
2701950	↗ 3.4334	↗ 2.2713	↗ 2.3241	↗ 1.8751	↗ 1.5054	↗ 2.5618	↗ 2.6146	↗ 3.1164	↗ 3.4862
2701955	↘ -2.2348	↘ -1.8181	↘ -0.9848	↘ -1.0227	↗ 0.0379	↗ 0.7576	↗ 1.7424	↗ 2.8787	↗ 3.0302
2702008	↗ 0.0324	↘ -0.1298	↗ 0.0649	↗ 0.2596	↗ 0.4218	↗ 0.8436	↗ 2.044	↗ 2.2387	↗ 3.3418
2702012	↘ -2.6788	↘ -3.3556	↘ -3.13	↘ -2.8762	↘ -2.3686	↘ -1.0151	↗ 1.5227	↗ 2.9326	↗ 2.9608
2702013	↘ -0.0846	↘ -1.4663	↘ -0.4794	↘ -0.3948	↗ 0.0	↗ 0.6486	↗ 1.5227	↗ 1.8329	↗ 2.6506
2702024	↘ -0.151	↘ -0.0906	↘ -0.5133	↘ -0.0906	↘ -0.0906	↗ 0.2718	↗ 1.4796	↗ 2.6875	↗ 3.835
2702029	↗ 2.9044	↗ 3.4965	↗ 2.9044	↗ 2.5096	↗ 2.1994	↗ 2.2276	↗ 2.0866	↗ 2.1148	↗ 2.3122
2702030	↘ -0.5486	↗ 0.48	↘ -0.7543	↘ -0.6857	↗ 0.0	↘ -0.3429	↘ -0.7543	↗ 0.3429	↗ 1.0286
2702035	↗ 0.151	↘ -0.302	↗ 0.2114	↗ 0.7851	↗ 0.4832	↗ 2.5667	↗ 3.1707	↗ 3.9558	↗ 3.8954
2702036	↘ -0.6711	↗ 0.0	↘ -1.0982	↘ -1.5862	↘ -0.4881	↘ -0.305	↘ -0.6711	↘ -0.305	↘ -0.7931
2702039	↘ -0.4228	↗ 0.0	↘ -0.3926	↘ -0.6039	↗ 0.0604	↗ 1.0569	↗ 1.842	↗ 2.6271	↗ 3.5934
2702040	↘ -0.3322	↗ 0.0302	↘ -0.1812	↗ 0.1208	↗ 0.0906	↗ 1.1777	↗ 1.2381	↗ 3.1103	↗ 3.533
2702041	↗ 0.0	↘ -0.302	↘ -1.0569	↘ -0.0604	↗ 0.0906	↗ 1.1475	↗ 1.7212	↗ 2.9895	↗ 3.5934
2702495	↘ -3.1103	↘ -3.2311	↘ -3.0801	↘ -3.5028	↘ -3.3519	↘ -2.3554	↗ 0.7549	↗ 2.5063	↗ 3.2311
2702599	↘ -0.5474	↗ 0.1095	↘ -0.3832	↘ -0.219	↘ -0.3285	↘ -1.2044	↘ -0.4927	↘ -0.5474	↘ -0.438
2702703	↘ -0.5474	↘ -0.2737	↘ -0.3285	↘ -1.0949	↘ -0.7664	↗ 0.1095	↗ 0.9854	↗ 0.8212	↗ 0.8759
2702717	↘ -0.6857	↘ -1.92	↘ -1.7829	↘ -2.4	↘ -2.4	↘ -0.8229	↗ 0.0	↗ 0.96	↘ -0.2057
2702724	↘ -0.292	↘ -2.1413	↘ -1.46	↘ -1.0058	↘ -0.9733	↗ 0.1298	↗ 0.0973	↗ 1.2004	↗ 1.6547

Tabla A-19.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 24 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
1107009	↘-3.4683	↘-3.4683	↘-3.1864	↘-2.7352	↘-2.1994	↘-1.6919	↘-0.9587	↘-1.4099	↘-1.6919
1107010	↘-3.8913	↘-2.9044	↘-1.2689	↘-0.7049	↘-0.3102	↗0.3666	↗0.7895	↗0.0564	↘-0.1128
1107012	↘-3.2428	↘-2.284	↘-1.1561	↘-0.4794	↘-0.5922	↘-0.6768	↗0.0	↘-0.8459	↗0.1128
1107015	↘-3.684	↘-2.7479	↘-1.7514	↘-1.3589	↘-1.3287	↘-0.2114	↗0.5133	↘-0.3322	↘-1.54
1107017	↘-2.0021	↘-1.8611	↘-2.1148	↘-1.8047	↘-1.2689	↘-0.4512	↘-0.1692	↘-0.6768	↘-0.6204
1111499	↗0.1237	↗0.4949	↗0.4949	↗0.3712	↗1.1135	↗1.1135	↗0.866	↗0.0	↘-0.866
1111999	↗0.3004	↗0.0	↗0.0	↗1.2015	↘-0.1502	↘-0.9011	↘-0.9011	↘-1.2015	↘-1.2015
2308021	↘-3.0498	↘-3.5689	↘-3.3093	↘-3.3093	↘-3.2769	↘-1.46	↗0.0324	↘-1.3302	↗0.0
2308022	↘-0.8111	↗0.7138	↗0.4867	↗0.6164	↗0.1947	↘-0.0324	↗0.0	↗0.2271	↗0.0973
2308023	↘-2.2062	↘-2.2062	↘-1.1355	↘-0.6164	↘-1.6547	↘-1.5249	↘-1.0707	↘-1.5898	↘-0.5516
2308024	↘-2.0115	↘-1.2653	↘-0.584	↘-0.7138	↘-0.8111	↘-1.5898	↘-2.1089	↘-1.5249	↘-0.1622
2308026	↘-0.282	↗1.2971	↗1.2407	↗1.3817	↗1.8611	↗1.2407	↗0.564	↗0.1692	↗0.1128
2308027	↘-0.6768	↘-0.2538	↗0.0	↗0.6768	↗0.7895	↗0.6204	↗1.5791	↗0.282	↗0.5076
2308030	↘-4.0464	↘-3.684	↘-3.3519	↘-2.6875	↘-2.5365	↘-2.295	↘-2.446	↘-2.0836	↘-1.9628
2308035	↗0.244	↘-0.6711	↘-0.122	↘-0.3661	↗0.122	↘-0.061	↘-0.6711	↗0.183	↘-0.4271
2308037	↗0.0	↗0.0	↗0.5303	↗1.2121	↗0.3788	↗0.1894	↘-0.9848	↘-1.4394	↘-1.0606
2308038	↘-2.7988	↘-2.9388	↘-2.5889	↘-2.7639	↘-2.6589	↘-2.519	↘-2.449	↘-2.379	↘-1.7493
2308044	↘-2.7177	↘-0.7851	↗0.302	↗0.0906	↗0.0	↘-0.151	↘-0.5737	↘-0.0302	↗0.2718
2308046	↘-3.9477	↘-3.0454	↘-2.1712	↘-1.4945	↘-0.564	↗0.0	↘-0.564	↘-0.2256	↘-1.5227
2308050	↘-1.0997	↘-0.7331	↗0.1692	↗0.1128	↗0.1974	↗0.2256	↗0.3384	↗0.7895	↗1.4099
2308052	↘-3.2428	↘-2.5942	↘-2.3686	↘-1.7483	↘-2.1994	↘-2.7634	↘-2.143	↘-1.2407	↗0.0846
2308053	↘-4.3989	↘-3.2146	↘-2.989	↘-2.848	↘-2.7634	↘-2.3122	↘-2.3686	↘-2.5942	↘-1.5227
2308054	↘-3.2886	↘-2.9388	↘-2.6589	↘-2.0991	↘-1.1195	↘-2.0991	↘-1.9942	↘-2.7988	↘-1.1895
2308055	↘-2.8688	↘-1.9592	↘-1.8892	↘-2.449	↘-2.2741	↘-2.2391	↘-2.7289	↘-2.6589	↘-2.309
2308057	↘-3.8631	↘-2.9326	↘-2.6788	↘-1.9739	↘-1.1561	↘-1.0151	↘-0.8459	↘-0.282	↘-0.3948
2308067	↘-2.3968	↘-1.7483	↘-1.5791	↘-0.8459	↘-0.2256	↗0.4512	↗1.4099	↗2.989	↗3.0454
2308071	↗1.2381	↗1.2985	↗0.9361	↗0.9361	↗1.3287	↗2.0836	↗2.0232	↗0.9965	↘-0.5133
2308077	↘-3.2146	↘-3.3838	↘-3.9195	↘-3.8349	↘-4.1451	↘-3.8631	↘-3.4683	↘-3.0172	↘-2.425
2308083	↘-1.7483	↘-0.9305	↘-0.8741	↘-0.1692	↗0.3384	↘-0.1128	↗0.4512	↘-0.1692	↗0.4512
2308084	↘-1.4099	↘-0.6768	↗0.0	↘-0.564	↘-0.7895	↘-0.6768	↘-0.3948	↘-1.2407	↘-1.2971
2308086	↘-2.2558	↘-0.4794	↗0.8459	↗0.4794	↗0.7331	↗0.4512	↗1.5791	↗1.9175	↗1.7483
2308087	↘-4.0605	↘-2.707	↘-1.5791	↘-0.564	↘-0.3384	↘-0.2256	↘-1.5227	↘-2.143	↘-2.8762
2308505	↘-0.6768	↗0.0282	↗0.0	↗0.0846	↗0.5358	↗0.7895	↘-0.1128	↘-0.564	↘-1.7483
2308517	↘-1.1561	↘-1.1561	↘-0.0564	↗0.1128	↗0.3384	↘-0.3384	↗0.1128	↘-0.3384	↗0.0
2308523	↗0.7423	↘-0.9897	↘-0.2474	↘-0.6186	↘-0.7423	↘-1.1135	↘-1.3609	↘-0.6186	↘-1.3609
2308709	↗0.6486	↗2.3122	↗2.3122	↗2.7352	↗2.4532	↗1.7483	↗1.3535	↗2.1994	↗0.9023
2308724	↗0.0	↘-0.6255	↗0.0	↗0.0	↗0.2085	↗0.1043	↗0.5213	↗0.9383	↗0.5213
2308754	↘-2.5942	↘-1.4945	↘-0.0846	↗0.3666	↗0.0	↘-0.7895	↘-1.2407	↘-2.3122	↘-1.9739
2308790	↗2.1898	↗1.9161	↗2.6278	↗2.2993	↗2.1898	↗2.2993	↗2.6278	↗0.9854	↗1.5329
2308951	↗0.9854	↗2.1898	↗2.2993	↗0.7117	↗0.1095	↗1.0949	↗0.219	↗0.3285	↘-1.7518
2309502	↘-0.7654	↘-0.8554	↘-0.7654	↘-0.9005	↗0.0	↘-0.6303	↘-0.9905	↗0.3152	↗0.4052
2310009	↘-4.1451	↘-3.3838	↘-2.143	↘-0.9869	↘-1.1279	↘-0.564	↘-0.2256	↘-0.6204	↘-1.6919
2310010	↘-3.3217	↘-2.5063	↘-2.1742	↘-1.842	↘-2.3252	↘-2.0232	↘-1.2985	↘-1.1777	↘-1.2381
2310011	↘-3.9582	↘-3.6338	↘-3.2444	↘-2.6929	↘-2.6929	↘-2.4982	↘-2.1738	↘-2.4333	↘-2.4982
2310504	↘-4.1204	↘-3.0173	↘-2.336	↘-1.0382	↘-0.6813	↘-0.4867	↘-1.3302	↘-0.876	↘-1.8493

Tabla A-20.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 24 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2310505	↘-3.4123	↘-3.1707	↘-3.0801	↘-2.4761	↘-2.0232	↘-1.9024	↘-2.8989	↘-2.7479	↘-1.9628
2618008	↘-3.4424	↘-1.4193	↘-0.6341	↘-0.5133	↗0.0906	↘-0.5133	↘-0.5737	↘-0.6945	↘-1.1777
2618010	↘-2.6775	↘-2.1008	↘-2.348	↘-2.6363	↘-2.5128	↘-2.1008	↘-1.277	↘-2.1008	↘-2.6775
2618715	↗0.7509	↗1.3517	↗1.0513	↗0.6008	↗0.0	↗0.0	↗1.5019	↗0.0	↗2.1026
2618722	↗0.7515	↘-0.5636	↗0.0	↗1.1272	↗0.3757	↗1.1272	↗1.1272	↗1.1272	↗1.1272
2623023	↘-2.2044	↘-2.2044	↘-0.453	↘-0.453	↘-0.9965	↘-0.5737	↘-0.6341	↘-0.6945	↗0.0
2623025	↘-0.183	↗0.183	↘-0.244	↗0.5491	↗0.5491	↗0.7931	↗1.2812	↗0.183	↗0.061
2623707	↗0.0	↗1.4846	↗1.3609	↗1.1135	↗0.7423	↗1.1135	↗0.1237	↘-0.1237	↘-0.6186
2625007	↘-3.1405	↘-3.0197	↘-2.8083	↘-2.6875	↘-2.0836	↘-1.9024	↘-1.6608	↘-1.0569	↘-0.2718
2701032	↘-1.0707	↘-1.4924	↘-0.584	↗0.1622	↗0.876	↗2.8875	↗3.3418	↗3.4066	↗3.2769
2701034	↘-4.4553	↘-4.2579	↘-4.1451	↘-2.4814	↘-1.8893	↘-1.7483	↘-1.0433	↘-1.5791	↘-0.5076
2701035	↘-4.4389	↘-2.8989	↘-2.8989	↘-2.3252	↘-1.6608	↘-1.1777	↘-1.7816	↘-1.2985	↘-1.4193
2701036	↘-2.9608	↘-1.8893	↘-1.5227	↘-0.9305	↘-0.564	↘-0.3948	↘-0.4512	↘-0.6204	↘-2.0866
2701037	↘-1.2079	↘-0.453	↗1.4193	↗1.5098	↗1.2079	↗0.6341	↘-0.7549	↘-0.2718	↘-0.2718
2701038	↘-3.3821	↘-2.9291	↘-2.8385	↘-1.5702	↘-1.1173	↘-0.151	↘-0.453	↘-0.8153	↘-1.6608
2701045	↗2.1138	↗1.3589	↗1.6004	↗1.6004	↗1.842	↗1.4193	↗1.2985	↗0.6341	↘-0.2114
2701046	↘-3.1707	↘-1.691	↘-0.5133	↘-0.7851	↗1.1777	↗0.6945	↗0.6341	↗0.0302	↗0.3322
2701053	↗1.1279	↗1.8047	↗1.9457	↗1.7483	↗2.284	↗2.6506	↗2.2558	↗0.9587	↗0.7895
2701054	↗0.7117	↗0.3832	↗0.1095	↗1.4781	↗1.8613	↗1.7518	↗0.9854	↗1.2044	↗1.3139
2701055	↘-0.564	↘-1.0151	↘-0.4794	↘-0.3384	↗0.1128	↗0.3948	↗0.7613	↗1.1843	↗1.6919
2701056	↘-2.7253	↘-2.336	↘-1.9791	↘-1.3951	↘-1.5898	↘-2.0764	↘-2.3035	↘-2.044	↘-0.8111
2701057	↘-1.9791	↘-2.8551	↘-2.336	↘-1.752	↘-1.752	↘-1.46	↘-1.6547	↘-1.8493	↘-1.5249
2701059	↘-3.6375	↘-2.7634	↘-2.1712	↘-1.8893	↘-2.1712	↘-1.2971	↘-1.2971	↘-2.143	↘-1.9739
2701060	↘-0.1371	↗0.5486	↗0.8914	↗0.2743	↗0.3429	↗0.8914	↗0.8229	↗1.7143	↗0.7543
2701070	↘-2.6224	↘-1.7765	↘-1.2971	↘-0.5922	↘-0.423	↗0.4512	↗1.0151	↗0.7331	↗0.9023
2701072	↘-1.1843	↘-0.4512	↘-0.9587	↘-0.141	↘-0.1974	↘-1.7483	↘-1.0715	↘-0.7895	↘-0.4512
2701073	↘-2.0534	↘-1.0267	↘-0.3926	↗0.453	↗1.2079	↗1.3589	↗0.6341	↘-0.3322	↘-0.3322
2701074	↗0.6439	↗0.0758	↘-0.4924	↗0.1515	↗0.6818	↗1.3636	↗1.0606	↗0.6818	↘-0.3788
2701075	↗0.5491	↗2.6844	↗1.7693	↗1.2812	↗1.8913	↗1.4032	↗1.5252	↗1.7693	↗2.2573
2701076	↗1.1173	↗1.1173	↗1.5098	↗1.5702	↗1.6306	↗0.9361	↗0.8757	↗0.453	↘-1.2985
2701093	↘-1.5098	↘-1.2381	↘-0.4228	↘-0.3926	↘-1.1777	↗0.2718	↗0.3926	↘-0.5133	↘-0.8153
2701094	↘-0.9869	↘-1.3535	↘-0.4794	↘-0.282	↗0.0	↗0.5076	↗0.1692	↘-0.4512	↘-1.3535
2701095	↘-3.8284	↘-3.3742	↘-2.8227	↘-2.1089	↘-2.2387	↘-1.0707	↘-1.6547	↘-2.044	↘-2.628
2701099	↘-3.9477	↘-4.2015	↘-3.7785	↘-3.4683	↘-3.1018	↘-3.271	↘-2.989	↘-3.3274	↘-2.0303
2701100	↘-3.6939	↘-3.1864	↘-2.7634	↘-1.8893	↘-1.4381	↘-1.4663	↘-2.143	↘-2.0303	↘-1.5227
2701101	↘-3.6375	↘-2.989	↘-2.3686	↘-1.9175	↘-2.1994	↘-2.9326	↘-2.3686	↘-2.8762	↘-3.1018
2701102	↘-3.13	↘-2.2558	↘-1.8329	↘-1.0151	↘-0.1128	↗0.5076	↗0.6768	↗0.9587	↗1.2971
2701103	↗0.6228	↗0.3114	↗0.0778	↗0.3892	↗0.3114	↗0.1557	↘-0.6228	↗0.0	↘-1.0899
2701107	↘-2.8083	↘-1.842	↘-1.691	↘-1.2985	↘-1.3589	↘-0.8153	↘-1.6004	↘-2.5063	↘-1.1777
2701108	↘-2.989	↘-2.9326	↘-2.3686	↘-2.4814	↘-1.6919	↘-1.2407	↘-1.8047	↘-0.7331	↘-1.1279
2701109	↘-3.9582	↘-3.8933	↘-3.504	↘-3.2769	↘-2.628	↘-3.212	↘-2.5631	↘-1.9142	↘-2.2387
2701114	↘-3.0787	↘-0.7697	↗0.0	↗0.7697	↗0.0	↗0.2799	↗0.07	↗0.3499	↘-0.4198
2701115	↘-2.0021	↘-1.1843	↗0.3948	↗1.1843	↗1.2689	↗1.9175	↗1.0151	↘-0.1692	↘-0.0564
2701116	↘-3.3821	↘-3.0499	↘-2.0836	↘-2.0534	↘-1.4796	↘-1.9024	↘-2.144	↘-1.54	↘-1.9024
2701118	↘-4.088	↘-3.3742	↘-2.7902	↘-2.044	↘-2.0764	↘-1.5898	↘-1.5898	↘-2.1738	↘-1.3951

Tabla A-21.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 24 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2701122	↘ -1.0805	↘ -0.2251	↘ -0.6303	↗ 0.2251	↗ 1.3057	↗ 1.5758	↗ 0.7654	↗ 0.7654	↗ 0.4952
2701472	↘ -1.2511	↘ -1.2511	↘ -1.6681	↘ -1.1468	↘ -0.3128	↘ -0.1043	↘ -0.3128	↘ -0.3128	↘ -0.3128
2701483	↗ 0.9011	↘ -0.3004	↘ -0.3004	↗ 0.0	↘ -1.2015	↘ -1.8023	↘ -1.8023	↘ -1.8023	↘ -0.9011
2701484	↘ -0.9854	↘ -0.219	↘ -1.2044	↘ -1.5329	↘ -1.3139	↘ -0.7664	↘ -1.2044	↘ -0.7664	↘ -0.6569
2701501	↘ -2.7014	↘ -2.7014	↘ -1.7559	↘ -1.0805	↘ -1.1706	↘ -0.9905	↘ -0.7654	↘ -0.6753	↘ -1.1256
2701514	↘ -4.6527	↘ -3.6375	↘ -3.271	↘ -2.6788	↘ -1.9175	↘ -2.2558	↘ -2.0303	↘ -1.9175	↘ -1.0715
2701517	↘ -1.5573	↗ 0.0649	↘ -0.0649	↗ 0.0324	↗ 0.1298	↘ -1.1355	↘ -1.7195	↘ -0.876	↘ -1.0058
2701518	↘ -3.4391	↘ -2.1738	↘ -2.1413	↘ -2.1413	↘ -1.6547	↘ -1.3302	↘ -1.8493	↘ -1.7844	↘ -1.9791
2701522	↘ -3.8067	↘ -3.5247	↘ -3.1582	↘ -3.2992	↘ -3.0736	↘ -2.5378	↘ -2.284	↘ -2.5378	↘ -2.6506
2701523	↘ -3.7444	↘ -2.7177	↘ -2.2044	↘ -1.3891	↘ -0.5737	↘ -0.9965	↗ -1.691	↘ -1.2381	↘ -1.6608
2701525	↘ -1.2125	↘ -1.4663	↗ 0.0564	↗ 0.0	↗ 0.7613	↗ 0.9869	↗ 1.0997	↗ 0.9023	↗ 1.2407
2701706	↘ -3.3838	↘ -1.9457	↘ -0.9869	↘ -0.141	↗ 0.282	↗ 1.0151	↗ 0.1974	↗ 0.282	↗ 0.0
2701707	↗ 1.5329	↗ 0.1642	↗ 0.3285	↘ -1.1496	↘ -1.3686	↘ -1.8613	↘ -2.0803	↘ -1.7518	↘ -1.9708
2701712	↘ -3.6093	↘ -0.3666	↗ 0.7049	↗ 1.1279	↗ 1.7765	↗ 1.2407	↗ 0.9023	↗ 0.4512	↗ 1.0715
2701713	↘ -0.305	↗ 0.5491	↘ -0.4271	↘ -0.305	↗ 0.6711	↗ 0.6711	↘ -0.5491	↘ -0.9151	↘ -1.7693
2701736	↘ -3.0172	↘ -2.9326	↘ -1.6919	↘ -1.1561	↘ -1.0151	↘ -1.2971	↘ -2.0303	↘ -1.6355	↘ -3.0454
2701762	↗ 0.0	↘ -0.2085	↗ 0.417	↗ 0.1043	↗ 0.5213	↗ 0.0	↗ 0.7298	↗ 1.5639	↗ 1.3553
2701763	↘ -2.1148	↘ -0.2256	↗ 1.0997	↗ 0.7613	↗ 1.4945	↗ 1.0151	↗ 0.0	↘ -0.5076	↘ -0.9305
2701793	↘ -0.5444	↘ -0.8908	↘ -2.2764	↘ -1.1877	↘ -0.8908	↘ -0.4454	↘ -0.7918	↘ -1.2867	↘ -1.4846
2701802	↗ 0.5449	↗ 1.3234	↗ 1.4791	↗ 1.8684	↗ 1.9462	↗ 1.4791	↘ -0.1557	↗ 0.3114	↗ 0.0
2701805	↘ -1.557	↘ -1.8684	↘ -1.6348	↘ -1.3234	↘ -0.4671	↗ 0.8563	↗ 0.4671	↗ 0.3114	↘ -0.3114
2701879	↘ -0.4506	↘ -0.6008	↗ 0.0	↘ -0.1502	↘ -0.1502	↗ 0.0	↗ 0.1502	↘ -0.3004	↘ -0.3004
2701950	↗ 0.5018	↗ 0.9508	↗ 1.1885	↗ 1.2677	↗ 0.8187	↗ 0.3169	↘ -0.3169	↗ 0.0528	↘ -0.2641
2701955	↘ -2.8408	↘ -2.4242	↘ -1.7424	↘ -1.1363	↘ -0.8333	↘ -1.2121	↘ -1.25	↘ -0.8333	↘ -1.8181
2702008	↘ -2.1413	↘ -1.2978	↘ -1.1355	↘ -0.8111	↘ -1.3951	↘ -0.6164	↘ -1.1355	↘ -1.5249	↘ -2.4333
2702012	↘ -3.6375	↘ -3.6375	↘ -3.1582	↘ -2.989	↘ -2.707	↘ -0.6768	↘ -0.2256	↘ -0.4512	↘ -0.8741
2702013	↘ -3.4401	↘ -2.6788	↘ -1.8893	↘ -1.4099	↘ -0.9023	↘ -1.1279	↘ -0.7331	↘ -0.4794	↘ -1.8611
2702024	↘ -1.7816	↘ -1.993	↘ -1.7514	↘ -1.2381	↘ -1.1173	↘ -0.2718	↘ -0.0906	↗ 0.0	↗ 0.0
2702029	↘ -1.5509	↘ -0.282	↘ -0.8459	↘ -0.5076	↘ -0.1128	↘ -0.3102	↗ 0.0282	↗ 0.0	↗ 0.282
2702030	↗ 0.2743	↗ 0.2057	↘ -0.2743	↘ -0.8229	↘ -0.6172	↗ 0.6172	↘ -0.2057	↘ -0.2057	↗ 0.0686
2702035	↘ -1.8722	↘ -0.4228	↗ 0.6643	↗ 0.6341	↘ -0.0302	↘ -0.3926	↗ 0.151	↗ 0.6945	↗ 0.0
2702036	↘ -0.8541	↘ -0.8541	↘ -0.9151	↘ -1.0372	↘ -0.7321	↘ -0.6711	↘ -0.5491	↘ -0.4271	↘ -0.4271
2702039	↘ -2.8687	↘ -1.7212	↘ -0.9965	↘ -1.6004	↘ -1.1173	↘ -1.1173	↘ -1.7212	↘ -1.4796	↘ -1.7212
2702040	↘ -2.8687	↘ -1.8722	↘ -0.6341	↘ -0.5737	↘ -1.1173	↘ -0.8153	↘ -1.1173	↘ -0.8757	↘ -0.9361
2702041	↘ -2.7781	↘ -1.6004	↘ -1.5098	↘ -0.8757	↘ -0.9361	↘ -0.7549	↘ -0.8153	↘ -1.2985	↘ -1.54
2702495	↘ -3.7142	↘ -3.986	↘ -3.835	↘ -3.8954	↘ -3.8652	↘ -1.7816	↘ -0.5737	↗ 0.0906	↗ 1.842
2702599	↘ -1.5329	↘ -0.6569	↘ -0.5474	↘ -0.8759	↘ -1.4781	↘ -0.3285	↘ -1.0949	↘ -0.3285	↗ 0.438
2702703	↗ 0.1642	↗ 0.2737	↘ -0.438	↗ 0.0	↗ 0.4927	↗ 0.1095	↗ 0.0	↗ 0.5474	↗ 0.7664
2702717	↘ -1.44	↘ -2.1943	↘ -2.3315	↘ -2.3315	↘ -1.44	↘ -0.3429	↗ 0.2057	↗ 0.0	↘ -0.7543
2702724	↘ -3.1147	↘ -3.0822	↘ -2.92	↘ -2.4009	↘ -1.5573	↘ -1.7195	↘ -2.628	↘ -2.3684	↘ -1.7844

Tabla A-22.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 48 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
1107009	↘ -2.3404	↘ -0.5922	↘ -0.4512	↘ -0.4512	↗ 0.6768	↗ 1.4663	↗ 1.3535	↗ 0.9587	↘ -0.0564
1107010	↘ -1.7483	↗ 0.4512	↗ 0.6768	↗ 1.0715	↗ 1.5227	↗ 1.6355	↗ 2.1994	↗ 1.4663	↗ 0.7895
1107012	↘ -1.5509	↗ 0.2256	↗ 0.564	↗ 0.3948	↗ 0.564	↗ 1.6355	↗ 1.1279	↗ 1.1843	↗ 0.9023
1107015	↘ -2.6875	↘ -1.4193	↘ -0.0302	↗ 1.1173	↗ 1.4193	↗ 1.9628	↗ 1.7816	↗ 0.9965	↗ 0.9965
1107017	↘ -1.4945	↘ -0.2538	↘ -0.3384	↗ 0.1692	↗ 1.0715	↗ 1.6919	↗ 1.5791	↗ 1.1279	↗ 1.0151
1111499	↗ 0.0	↗ 0.6186	↗ 0.3712	↗ 0.866	↗ 0.6186	↗ 0.3712	↗ 0.1237	↗ 0.3712	↘ -0.3712
1111999	↗ 1.0513	↗ 0.4506	↗ 0.0	↗ 0.3004	↗ 0.0	↘ -0.3004	↘ -0.9011	↘ -1.2015	↘ -0.6008
2308021	↘ -3.5364	↘ -3.4066	↘ -2.5955	↘ -2.4333	↘ -0.0973	↗ 0.0	↗ 0.5516	↗ 0.0324	↘ -0.6813
2308022	↗ 1.8493	↗ 1.8169	↗ 1.3302	↗ 1.3627	↗ 1.0058	↗ 0.3569	↗ 1.1355	↗ 1.0707	↘ -0.1622
2308023	↘ -0.6813	↘ -0.292	↗ 0.0973	↘ -0.6813	↘ -0.2271	↘ -0.9409	↗ 0.0	↘ -0.3569	↗ 0.8111
2308024	↗ 0.1298	↗ 0.584	↗ 0.3569	↗ 0.292	↘ -0.1622	↘ -0.4867	↘ -1.1355	↘ -0.292	↗ 0.8111
2308026	↗ 2.7352	↗ 2.7634	↗ 2.284	↗ 2.0866	↗ 1.0715	↗ 1.8611	↗ 1.5227	↗ 1.4099	↗ 2.3686
2308027	↘ -0.3948	↗ 0.9587	↗ 1.4945	↗ 1.6919	↗ 1.9457	↗ 2.2558	↗ 0.3666	↗ 0.5076	↗ 0.564
2308030	↘ -2.6875	↘ -2.6875	↘ -1.842	↘ -2.144	↘ -1.4193	↘ -1.1777	↘ -1.54	↘ -1.4796	↘ -1.54
2308035	↗ 0.0	↗ 0.0	↘ -0.305	↘ -0.183	↘ -0.061	↗ 0.4271	↗ 0.183	↗ 0.305	↘ -1.0372
2308037	↗ 0.0758	↗ 1.7803	↗ 2.5757	↗ 1.8181	↗ 2.2727	↗ 0.9848	↘ -0.3788	↗ 0.0	↘ -0.2273
2308038	↘ -2.309	↘ -2.519	↘ -2.5889	↘ -2.379	↘ -2.0292	↘ -2.0292	↘ -2.379	↘ -1.4694	↘ -1.4694
2308044	↗ 0.151	↗ 0.9965	↗ 0.8757	↗ 1.0569	↗ 1.4495	↗ 1.1173	↗ 1.2381	↗ 0.3322	↗ 1.1173
2308046	↘ -1.7765	↘ -0.1128	↗ 0.0	↗ 0.0	↗ 0.2256	↗ 0.1128	↗ 1.1279	↗ 0.3948	↘ -0.1128
2308050	↗ 0.8741	↗ 0.6204	↗ 0.6768	↗ 1.5791	↗ 0.9587	↗ 1.5227	↗ 1.6919	↗ 1.8047	↗ 3.1582
2308052	↘ -2.425	↘ -1.8611	↘ -1.9175	↘ -1.2971	↘ -1.2971	↘ -0.3948	↗ 0.0564	↗ 1.4663	↗ 0.6204
2308053	↘ -2.9608	↘ -2.848	↘ -1.4099	↘ -1.4663	↘ -1.9175	↘ -1.2407	↘ -1.0715	↘ -0.6768	↘ -1.3535
2308054	↘ -2.484	↘ -1.6793	↘ -1.1195	↘ -1.0496	↘ -0.2799	↘ -0.3499	↗ 0.1399	↗ 0.5598	↗ 0.3499
2308055	↘ -1.6793	↘ -1.2595	↘ -1.4694	↘ -0.9096	↘ -0.7697	↘ -0.4898	↘ -0.3499	↘ -1.1895	↘ -0.9096
2308057	↘ -3.1018	↘ -1.2407	↘ -0.7331	↗ 0.0	↗ 0.0564	↗ 1.1843	↗ 0.4512	↗ 0.9023	↗ 0.4512
2308067	↘ -0.1128	↘ -0.2256	↗ 1.2407	↗ 0.7331	↗ 1.6919	↗ 2.0866	↗ 1.9175	↗ 2.0303	↗ 1.4663
2308071	↗ 1.1777	↗ 0.0	↘ -0.6341	↗ 1.1777	↗ 1.7212	↗ 1.54	↗ 1.1777	↗ 0.151	↘ -0.6341
2308077	↘ -3.5247	↘ -3.5811	↘ -3.271	↘ -3.4119	↘ -2.7634	↘ -3.6093	↘ -2.3686	↘ -2.0866	↘ -1.6355
2308083	↘ -1.0715	↘ -0.141	↘ -0.0564	↗ 0.6768	↗ 0.0564	↘ -0.1128	↗ 1.0151	↗ 1.2407	↗ 0.1128
2308084	↘ -0.3384	↗ 0.0	↗ 0.282	↗ 0.9587	↗ 0.9587	↗ 0.7895	↗ 0.282	↗ 0.0	↘ -1.3535
2308086	↗ 0.4512	↗ 1.7483	↗ 1.9175	↗ 2.1994	↗ 1.9175	↗ 1.8047	↗ 1.2971	↗ 2.1994	↗ 1.8611
2308087	↘ -3.2428	↘ -1.9175	↗ 0.0564	↗ 0.4794	↗ 0.282	↗ 0.9587	↗ 0.3948	↘ -0.4512	↘ -0.1692
2308505	↘ -0.1692	↗ 0.6204	↗ 0.9023	↗ 1.5791	↗ 1.6355	↗ 0.9587	↗ 1.4099	↗ 0.1128	↘ -0.9587
2308517	↘ -1.6637	↗ 1.3253	↗ 0.9023	↗ 1.0997	↗ 1.1279	↗ 1.1843	↗ 1.0151	↗ 1.2971	↗ 0.9587
2308523	↗ 0.0	↗ 0.3712	↘ -0.1237	↘ -0.1237	↘ -0.6186	↘ -0.866	↗ 0.0	↘ -0.866	↘ -2.1032
2308709	↗ 2.3686	↗ 3.2428	↗ 2.8762	↗ 2.3404	↗ 2.3122	↗ 2.5378	↗ 2.9326	↗ 2.5942	↗ 1.8611
2308724	↘ -0.417	↘ -0.7298	↘ -0.8341	↗ 0.6255	↗ 0.5213	↗ 1.0426	↗ 1.3553	↗ 1.1468	↗ 1.1468
2308754	↘ -0.564	↗ 1.1279	↗ 1.0715	↗ 0.6768	↗ 0.564	↗ 0.3384	↘ -0.564	↗ 0.0	↗ 0.2256
2308790	↗ 2.2993	↗ 1.7518	↗ 1.4234	↗ 2.0803	↗ 2.1898	↗ 1.6423	↗ 2.6278	↗ 2.8467	↗ 1.2044
2308951	↗ 0.5474	↗ 0.9854	↗ 0.438	↗ 0.7664	↗ 1.7518	↗ 0.9854	↗ 0.6569	↗ 0.438	↘ -0.6569
2309502	↘ -0.4952	↗ 0.0	↗ 0.4502	↗ 0.3152	↘ -0.2251	↘ -0.6753	↗ 0.7654	↗ 1.1256	↘ -0.4052
2310009	↘ -3.13	↘ -2.284	↘ -0.5076	↗ 0.1128	↘ -0.1692	↗ 0.7895	↘ -0.7331	↗ 0.0	↘ -0.3948
2310010	↘ -2.4158	↘ -1.3589	↘ -0.9965	↘ -0.3926	↗ 0.3926	↘ -0.0302	↘ -0.151	↗ 0.5133	↘ -0.3926
2310011	↘ -3.1471	↘ -2.8227	↘ -2.6929	↘ -2.3684	↘ -2.044	↘ -2.0115	↘ -1.8493	↘ -1.8493	↘ -1.2004
2310504	↘ -2.7253	↘ -2.5631	↘ -0.2271	↗ 0.2271	↗ 0.4867	↗ 0.7462	↗ 0.0	↘ -0.1622	↘ -0.4218

Tabla A-23.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 48 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2310505	↘ -3.0197	↘ -1.9628	↘ -1.8118	↘ -1.2985	↘ -1.54	↘ -1.2381	↘ -1.6608	↘ -1.7212	↘ -1.2985
2618008	↘ -0.9965	↗ 1.1777	↗ 1.7816	↗ 1.9628	↗ 2.2044	↗ 2.6271	↗ 2.144	↗ 2.2044	↗ 0.8757
2618010	↘ -2.6363	↘ -2.0184	↘ -2.1008	↘ -1.8537	↘ -1.0298	↘ -1.3594	↘ -1.7713	↘ -1.1946	↘ -1.5241
2618715	↘ -0.3004	↘ -0.1502	↗ 0.4506	↗ 0.9011	↗ 0.7509	↗ 0.3004	↗ 0.9011	↗ 1.2015	↗ 1.2015
2618722	↘ -0.9393	↗ 0.0	↗ 0.0	↗ 1.5029	↗ 1.1272	↗ 0.0	↗ 1.5029	↗ 1.1272	↗ 1.5029
2623023	↘ -1.0267	↗ 0.0	↗ 0.8153	↗ 0.8153	↗ 0.3322	↗ 0.453	↗ 0.0302	↗ 0.2114	↗ 0.151
2623025	↘ -0.4271	↘ -0.6711	↘ -0.305	↗ 0.4271	↗ 0.183	↗ 1.0372	↗ 0.4271	↗ 0.0	↗ 0.9151
2623707	↗ 1.4846	↗ 1.6083	↗ 1.6083	↗ 1.1135	↗ 1.1135	↗ 0.1237	↘ -0.6186	↗ 0.1237	↘ -0.866
2625007	↘ -2.0836	↘ -1.842	↘ -0.8153	↘ -0.5737	↘ -0.3926	↗ 0.0302	↗ 0.6945	↗ 0.8153	↗ 0.9965
2701032	↘ -0.2271	↗ 0.0	↗ 0.9409	↗ 1.2653	↗ 2.1738	↗ 2.4982	↗ 3.0173	↗ 3.212	↗ 1.1355
2701034	↘ -3.7503	↘ -2.7634	↘ -1.6919	↘ -0.1692	↗ 1.0151	↗ 0.3384	↗ 0.5076	↗ 0.564	↗ 0.9587
2701035	↘ -2.6875	↘ -2.1742	↘ -0.9361	↘ -0.9965	↘ -0.0604	↘ -0.3926	↘ -0.453	↗ 0.453	↗ 0.453
2701036	↘ -2.4814	↘ -2.2276	↘ -0.564	↗ 0.0	↗ 0.6768	↗ 0.6204	↗ 0.7895	↗ 0.7895	↘ -0.7895
2701037	↗ 0.6945	↗ 1.691	↗ 1.5702	↗ 1.9024	↗ 1.7212	↗ 0.9965	↗ 0.5133	↗ 1.2381	↘ -0.2718
2701038	↘ -3.5028	↘ -2.4761	↘ -0.9965	↘ -0.3322	↗ 0.5737	↗ 1.2381	↗ 1.3589	↗ 2.0232	↗ 1.1777
2701045	↗ 0.1208	↗ 0.6945	↗ 1.54	↗ 0.9965	↗ 0.5133	↗ 0.2114	↗ 0.0302	↗ 0.6945	↗ 0.6341
2701046	↘ -1.6608	↗ 0.0302	↗ 0.8455	↗ 1.6608	↗ 2.0836	↗ 1.6004	↗ 1.4796	↗ 1.54	↗ 2.2044
2701053	↗ 1.8611	↗ 2.0584	↗ 2.425	↗ 2.4814	↗ 1.9739	↗ 1.5791	↗ 2.2558	↗ 1.8611	↗ 0.564
2701054	↗ 0.5474	↗ 0.438	↗ 1.1496	↗ 1.5329	↗ 1.3139	↗ 1.2044	↗ 0.6569	↗ 1.2044	↗ 1.4234
2701055	↘ -2.0021	↘ -0.9305	↗ 0.0564	↗ 0.1692	↗ 0.2256	↗ 0.6204	↗ 1.5227	↗ 1.6355	↗ 1.2971
2701056	↘ -2.2387	↘ -1.3951	↘ -0.4867	↘ -0.6813	↘ -0.5516	↗ 0.1622	↘ -0.7462	↗ 0.0	↗ 0.4867
2701057	↘ -0.7787	↘ -1.0058	↘ -1.1031	↗ 0.2271	↗ 0.0	↘ -0.8111	↘ -0.0973	↘ -0.5516	↘ -1.0058
2701059	↘ -1.8611	↘ -1.1561	↘ -1.1843	↘ -0.4794	↘ -0.3384	↘ -0.5358	↘ -0.3948	↘ -0.4512	↗ 0.1128
2701060	↘ -1.1657	↘ -0.2743	↗ 0.2743	↗ 0.2057	↗ 0.3429	↗ 0.48	↗ 0.6172	↗ 1.7143	↗ 0.1371
2701070	↘ -1.4099	↘ -0.282	↗ 0.5922	↗ 1.9175	↗ 1.7483	↗ 2.143	↗ 2.0303	↗ 1.8611	↗ 1.0715
2701072	↗ 0.0564	↗ 0.4512	↗ 0.4512	↗ 0.3384	↗ 0.3948	↘ -0.4512	↘ -0.7895	↘ -0.564	↗ 1.1279
2701073	↗ 0.7247	↗ 0.6643	↗ 1.4796	↗ 2.2346	↗ 2.3252	↗ 1.7212	↗ 2.3856	↗ 1.842	↘ -0.0302
2701074	↗ 0.0	↘ -0.7954	↗ 0.5303	↗ 1.6666	↗ 1.4772	↗ 1.5909	↗ 1.2878	↗ 1.5909	↗ 0.9091
2701075	↗ 0.0	↗ 0.6101	↗ 0.122	↗ 0.9761	↗ 1.2202	↗ 1.2812	↗ 1.1592	↗ 1.8913	↗ 3.4775
2701076	↗ 0.453	↗ 1.0267	↗ 2.0232	↗ 1.2985	↗ 1.54	↗ 1.842	↗ 0.7549	↗ 0.151	↘ -0.6341
2701093	↘ -1.691	↘ -0.0604	↘ -0.3926	↘ -0.2718	↗ 0.0302	↗ 0.2718	↗ 1.2381	↗ 1.1173	↗ 0.3926
2701094	↘ -1.4945	↘ -1.0715	↘ -0.1692	↘ -0.3384	↗ 0.2256	↘ -0.282	↘ -1.1279	↘ -0.4512	↘ -0.9023
2701095	↘ -0.6813	↘ -0.0324	↗ 0.0973	↗ 0.0324	↘ -0.3569	↗ 0.3569	↗ 1.0058	↘ -0.2271	↘ -0.4867
2701099	↘ -3.4683	↘ -3.4119	↘ -2.7916	↘ -2.6506	↘ -2.425	↘ -2.2558	↘ -1.7483	↘ -0.7895	↗ 0.1692
2701100	↘ -2.425	↘ -1.6919	↘ -0.5076	↘ -0.7331	↘ -0.6768	↘ -1.1279	↗ 0.1692	↘ -0.6768	↘ -1.2971
2701101	↘ -2.7916	↘ -2.7352	↘ -1.4945	↘ -1.0715	↘ -1.0715	↘ -1.2407	↘ -1.2407	↘ -1.4099	↘ -2.1994
2701102	↘ -2.284	↘ -1.0151	↘ -0.3384	↗ 0.5076	↗ 1.0433	↗ 0.9587	↗ 1.1279	↗ 1.2971	↗ 2.0866
2701103	↗ 0.1557	↗ 0.0	↗ 0.6228	↗ 0.0	↗ 0.7006	↗ 1.0899	↘ -0.4671	↘ -1.2456	↘ -0.6228
2701107	↘ -0.1812	↘ -0.453	↘ -0.9361	↘ -0.453	↘ -0.6341	↘ -0.8757	↘ -1.4193	↘ -0.5133	↘ -0.2114
2701108	↘ -2.0021	↘ -2.1148	↘ -0.7895	↘ -1.1843	↗ 0.3948	↗ 0.0	↗ 0.0564	↗ 0.9023	↗ 0.6204
2701109	↘ -2.4333	↘ -2.9524	↘ -2.8227	↘ -2.8875	↘ -3.0822	↘ -2.7578	↘ -2.044	↘ -1.6547	↘ -0.292
2701114	↘ -0.2449	↗ 0.9796	↗ 1.3295	↗ 0.4198	↗ 1.2595	↗ 0.7697	↗ 1.3295	↗ 0.4898	↗ 0.6997
2701115	↘ -0.282	↗ 0.0846	↗ 0.9023	↗ 1.4663	↗ 1.4663	↗ 1.7483	↗ 1.2407	↗ 1.5227	↗ 1.8047
2701116	↘ -2.5667	↘ -1.2683	↘ -0.8757	↘ -0.3926	↗ 0.0	↘ -0.151	↘ -0.3926	↘ -0.2114	↘ -1.6004
2701118	↘ -3.3418	↘ -2.2062	↘ -1.6222	↘ -1.6547	↘ -1.0707	↘ -0.7462	↘ -0.5516	↘ -1.1355	↘ -0.6164

Tabla A-24.: Prueba de Significancia Mann-Kendall para datos agregados cada 48 horas

Estación	Decil 10	Decil 20	Decil 30	Decil 40	Decil 50	Decil 60	Decil 70	Decil 80	Decil 90
2701122	↘ -0.1351	↗ 0.4502	↗ 0.1351	↗ 1.5758	↗ 0.3152	↗ 0.4052	↗ 1.1256	↗ 1.5758	↗ 1.936
2701472	↗ 1.0426	↗ 0.0	↗ 0.7298	↗ 0.7298	↗ 0.3128	↗ 0.0	↘ -0.3128	↘ -0.3128	↘ -0.3128
2701483	↘ -0.9011	↘ -0.3004	↘ -0.9011	↘ -2.1026	↘ -1.5019	↘ -0.9011	↘ -1.2015	↘ -1.5019	↗ 0.0
2701484	↘ -0.6022	↘ -1.2044	↘ -1.0949	↘ -0.6569	↘ -1.4234	↘ -1.0949	↘ -0.9854	↘ -1.2044	↗ 0.0
2701501	↘ -1.7559	↘ -0.9455	↘ -0.09	↗ 0.4052	↘ -0.4502	↘ -0.8554	↘ -0.7654	↘ -1.3957	↘ -1.1256
2701514	↘ -1.6355	↘ -1.3817	↘ -1.1279	↘ -0.7895	↘ -1.9175	↘ -0.564	↘ -0.8459	↘ -0.1128	↗ 0.3384
2701517	↗ 0.4218	↗ 0.9084	↗ 0.6813	↗ 0.6813	↘ -0.6164	↘ -0.2596	↘ -0.4867	↗ 0.0973	↘ -0.1622
2701518	↘ -1.6871	↘ -1.46	↘ -0.5516	↘ -0.2271	↘ -0.4218	↘ -0.6164	↘ -1.1355	↘ -0.6164	↘ -1.8493
2701522	↘ -3.6093	↘ -3.5529	↘ -2.6506	↘ -1.5227	↘ -0.8741	↘ -1.2971	↘ -1.6637	↘ -1.1279	↘ -1.6919
2701523	↘ -2.6875	↘ -1.8118	↘ -1.4495	↗ 0.2718	↗ 0.2718	↗ 0.0906	↘ -0.2718	↘ -1.54	↘ -0.6341
2701525	↘ -1.2971	↗ 0.3102	↗ 0.9587	↗ 1.2407	↗ 1.1279	↗ 2.143	↗ 2.0866	↗ 1.8611	↗ 2.425
2701706	↘ -1.1561	↗ 0.423	↗ 1.4663	↗ 1.9175	↗ 1.8329	↗ 1.9175	↗ 1.0151	↗ 0.3948	↗ 0.1128
2701707	↘ -1.3686	↘ -1.4234	↘ -0.9307	↘ -1.3686	↘ -1.2044	↘ -1.7518	↘ -2.4088	↘ -2.1898	↘ -2.2993
2701712	↘ -0.6768	↗ 0.5922	↗ 1.4381	↗ 1.2407	↗ 1.3817	↗ 1.4663	↗ 1.1279	↗ 1.4099	↗ 0.4512
2701713	↗ 0.4271	↘ -0.3661	↗ 0.183	↗ 0.305	↗ 0.0	↘ -0.183	↘ -0.5491	↘ -0.4271	↘ -0.6711
2701736	↘ -1.6355	↘ -0.9023	↘ -0.3384	↗ 0.9023	↘ -0.2256	↗ 0.2256	↘ -0.1692	↗ 0.7331	↘ -0.564
2701762	↗ 0.0	↗ 0.9383	↗ 0.5213	↗ 0.0	↗ 0.5213	↗ 0.0	↗ 1.1468	↗ 0.7298	↗ 0.5213
2701763	↗ 0.2538	↗ 1.2689	↗ 1.2407	↗ 1.3535	↗ 1.0151	↗ 0.3948	↗ 0.564	↗ 0.6768	↗ 0.3384
2701793	↘ -1.4846	↘ -1.831	↘ -1.2372	↘ -1.3856	↘ -0.4949	↘ -0.6928	↘ -1.0887	↘ -1.1877	↘ -1.2867
2701802	↗ 1.2456	↗ 0.7006	↗ 1.0899	↗ 1.2456	↘ -0.1557	↗ 0.3114	↗ 0.0	↗ 0.3114	↗ 0.6228
2701805	↘ -2.2576	↘ -1.7905	↘ -0.7785	↗ 0.7785	↗ 0.0	↗ 0.3114	↗ 1.0899	↗ 0.3114	↗ 0.6228
2701879	↗ 0.1502	↗ 0.0	↗ 0.0	↘ -0.3004	↘ -0.3004	↗ 0.0	↗ 0.6008	↗ 0.3004	↗ 0.6008
2701950	↗ 1.3998	↗ 2.3769	↗ 1.9544	↗ 1.0564	↗ 1.0036	↗ 0.1585	↗ 0.3169	↗ 0.4754	↘ -0.4754
2701955	↘ -1.6666	↘ -0.7576	↘ -0.303	↗ 0.303	↗ 0.0	↗ 0.5303	↗ 0.3788	↘ -0.4545	↘ -0.1515
2702008	↘ -0.6813	↗ 0.5516	↗ 0.0324	↘ -0.1622	↗ 0.2271	↘ -0.5516	↘ -0.6813	↘ -1.2653	↘ -1.6547
2702012	↘ -2.5096	↘ -2.3404	↘ -2.143	↘ -0.282	↗ 0.7331	↗ 0.0564	↘ -0.0564	↘ -0.2256	↗ 0.2256
2702013	↘ -2.0021	↘ -1.4945	↘ -0.282	↘ -0.7895	↘ -0.3948	↘ -0.4512	↘ -0.9587	↘ -0.1128	↘ -0.1692
2702024	↘ -0.9361	↗ 0.151	↘ -0.151	↗ 0.3926	↗ 0.5737	↘ -0.0906	↗ 0.9361	↗ 1.1173	↗ 1.0569
2702029	↗ 0.141	↘ -0.5076	↗ 0.423	↗ 0.0	↗ 0.3384	↗ 0.7895	↗ 0.3384	↗ 0.1692	↗ 0.9587
2702030	↘ -0.8229	↘ -0.6172	↘ -0.7543	↘ -0.2057	↗ 0.0686	↗ 0.0	↗ 0.0686	↗ 0.7543	↘ -0.0686
2702035	↘ -0.3926	↗ 0.2114	↘ -0.0302	↗ 0.5133	↗ 0.0906	↗ 1.3589	↗ 0.8757	↗ 1.4796	↗ 0.453
2702036	↘ -0.4271	↘ -0.6711	↘ -0.5491	↘ -0.7931	↘ -1.1592	↘ -0.7931	↘ -0.7931	↘ -0.5491	↘ -0.7931
2702039	↘ -1.54	↘ -0.2114	↘ -0.2718	↗ 0.3322	↘ -0.0302	↗ 0.5737	↘ -0.2114	↘ -0.3926	↘ -0.3926
2702040	↘ -0.0604	↗ 0.5737	↘ -0.0302	↘ -0.2114	↘ -0.453	↗ 0.3926	↗ 0.3926	↗ 0.9965	↗ 1.1777
2702041	↘ -2.0232	↘ -0.0906	↗ 0.3926	↗ 0.5737	↗ 0.453	↗ 0.2718	↗ 0.0906	↘ -0.2718	↘ -0.453
2702495	↘ -2.8083	↘ -3.5632	↘ -2.5063	↘ -1.7212	↘ -0.6341	↘ -0.3926	↘ -0.3322	↘ -0.2718	↘ -0.8757
2702599	↘ -0.2737	↘ -0.3832	↘ -0.5474	↘ -0.9854	↘ -1.4234	↘ -1.0949	↘ -0.9854	↗ 0.0	↘ -0.438
2702703	↗ 0.5474	↗ 0.219	↘ -0.219	↗ 0.3285	↗ 0.6022	↗ 0.8759	↗ 0.5474	↗ 0.9854	↗ 0.6569
2702717	↘ -1.44	↘ -2.88	↘ -1.8515	↘ -1.0286	↘ -0.8914	↗ 0.0	↘ -0.48	↘ -1.44	↘ -0.7543
2702724	↘ -1.4924	↘ -1.4275	↘ -0.9733	↘ -1.2004	↘ -0.2271	↘ -0.5516	↘ -1.46	↘ -0.9409	↘ -0.9409

B. Anexo: Mapas de tendencias significantes a diferentes escalas temporales

Figura B-1.: Mapas pendientes de precipitación para precipitaciones con resolución temporal 1 hora para los percentiles 10 al 40

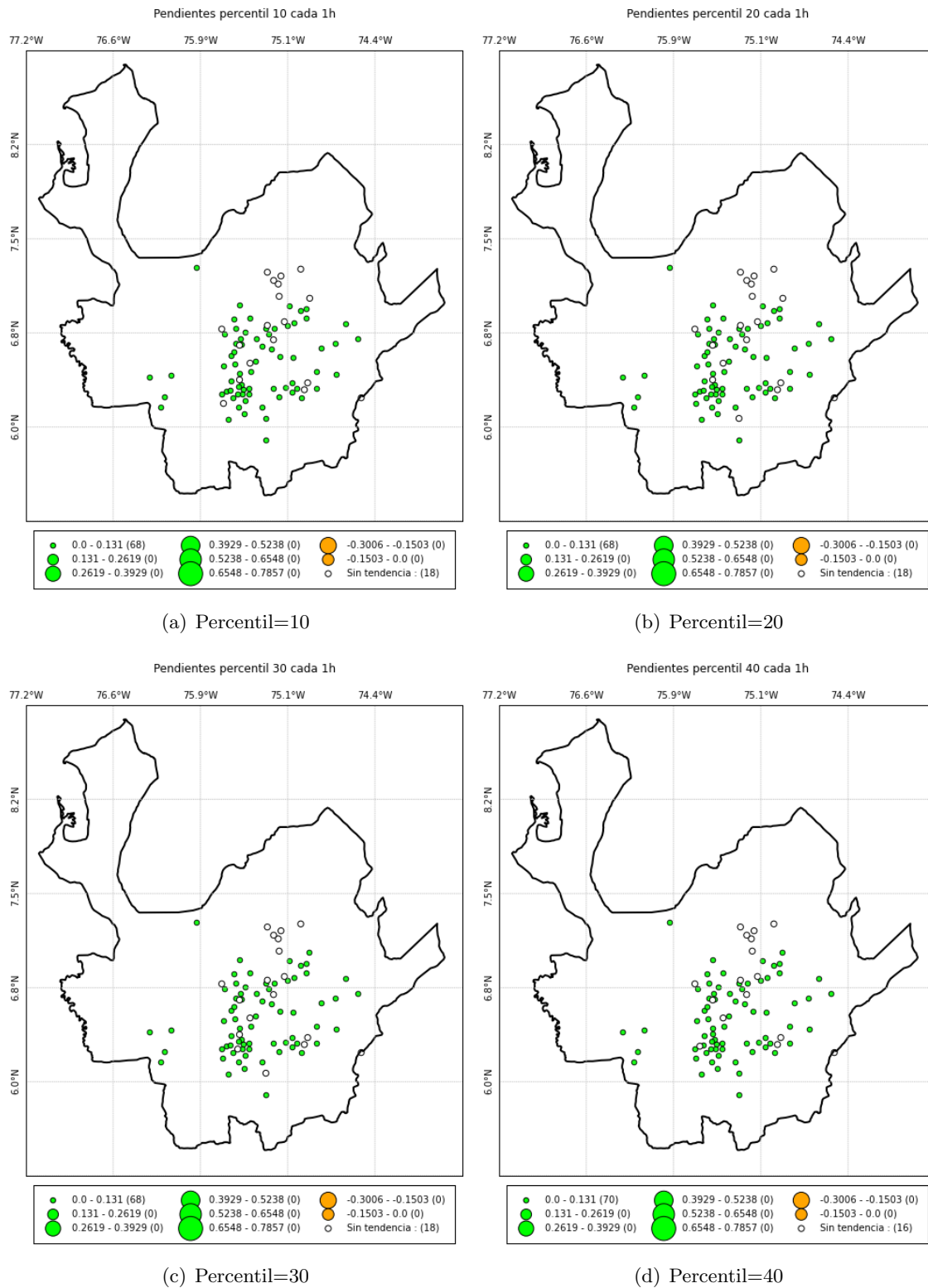


Figura B-2.: Mapas pendientes de precipitación para precipitaciones con resolución temporal 1 hora para los percentiles 50 al 80

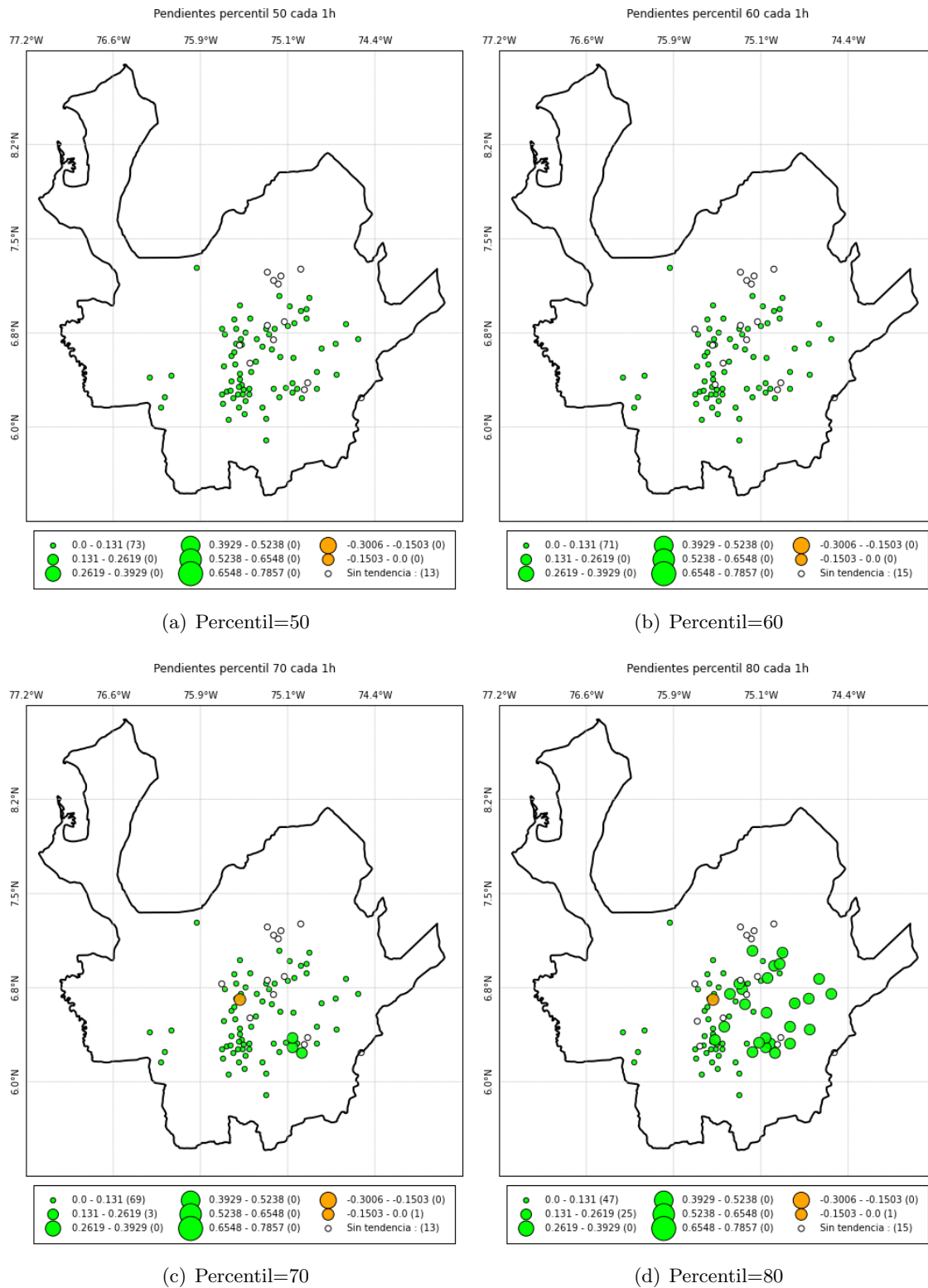


Figura B-3.: Mapas pendientes de precipitación para precipitaciones con resolución temporal 1 hora para los percentiles 90 al 95

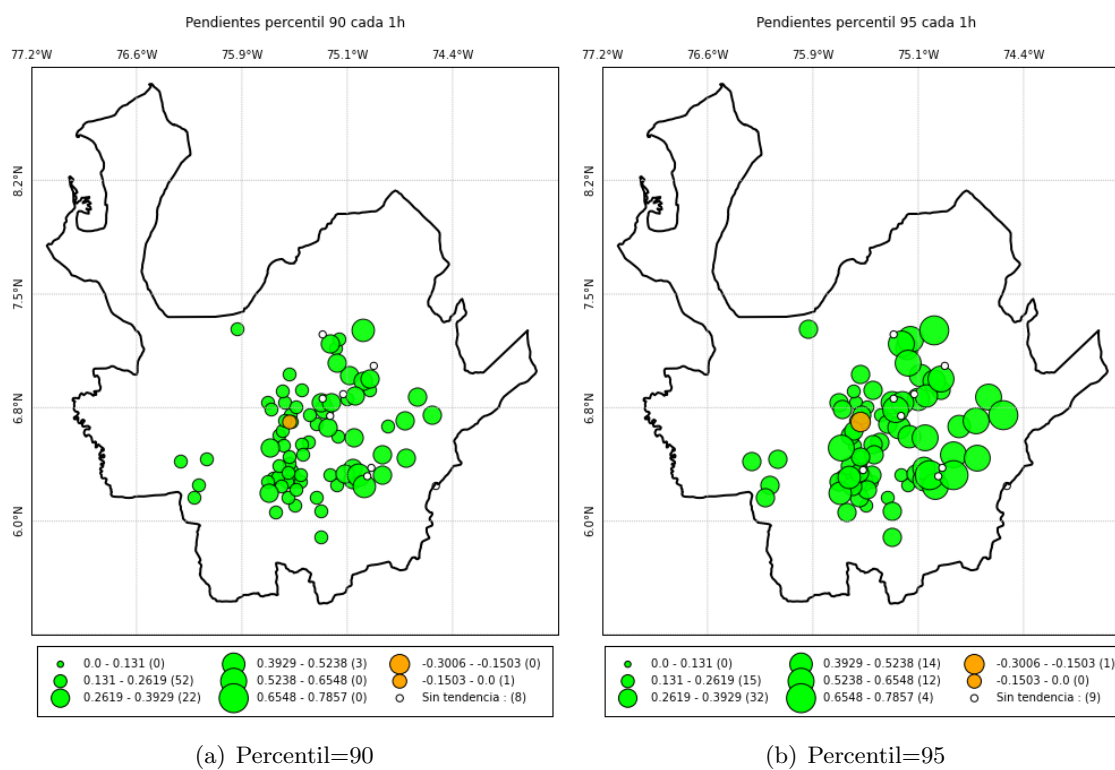


Figura B-4.: Mapas pendientes de precipitación para precipitaciones con resolución temporal 24 horas para los percentiles 10 al 40

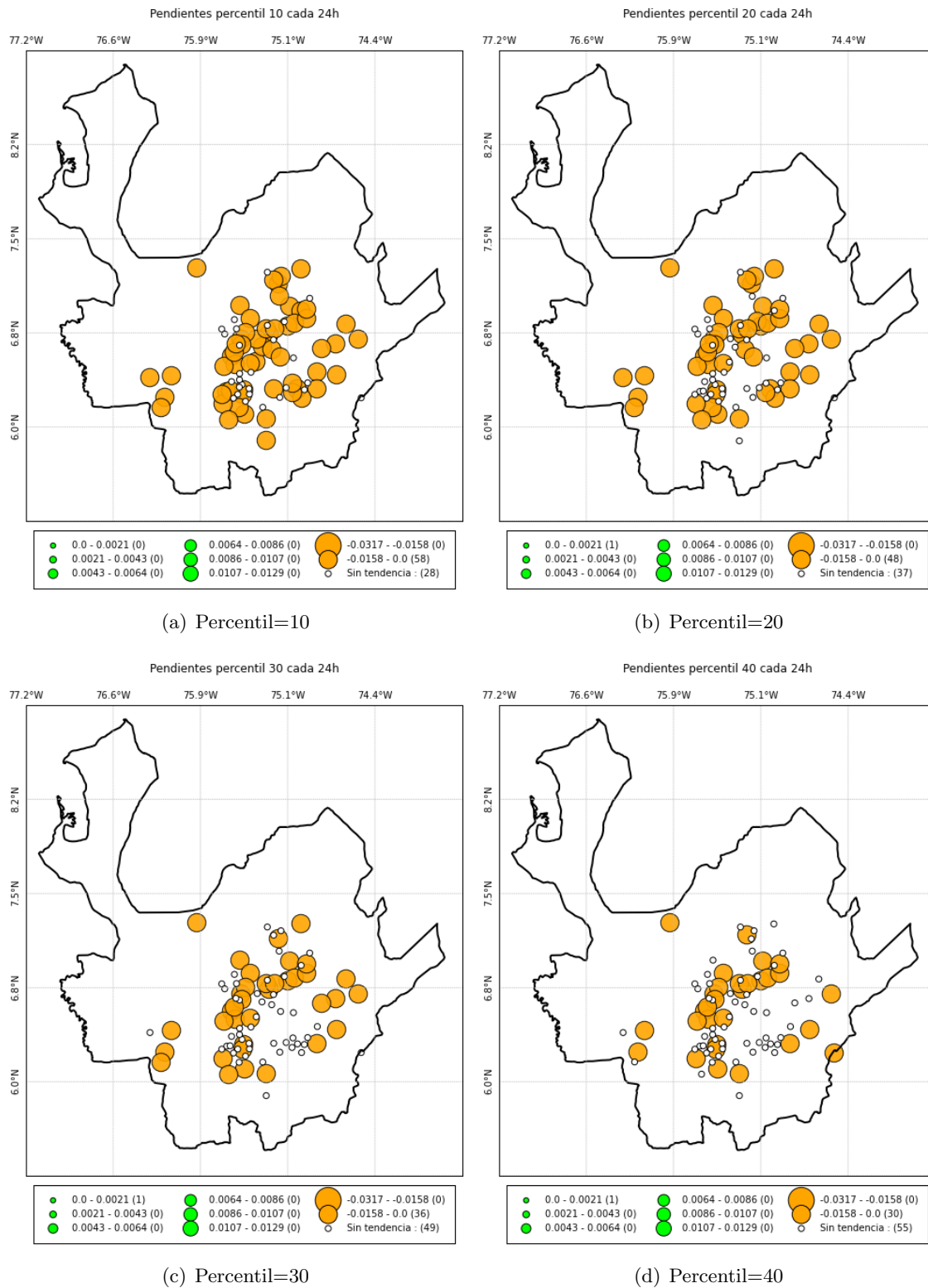


Figura B-5.: Mapas pendientes de precipitación para precipitaciones con resolución temporal 24 horas para los percentiles 50 al 80

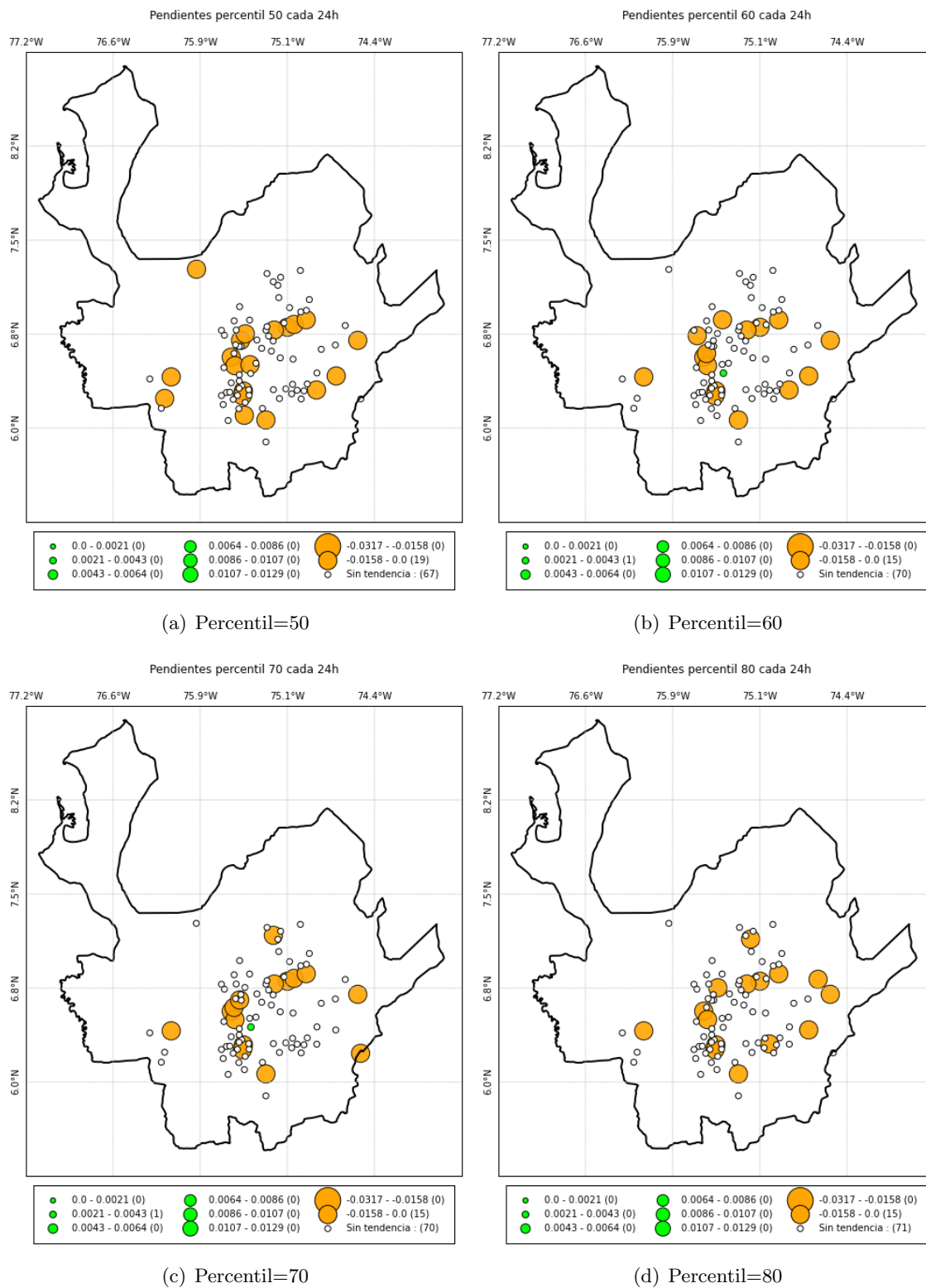
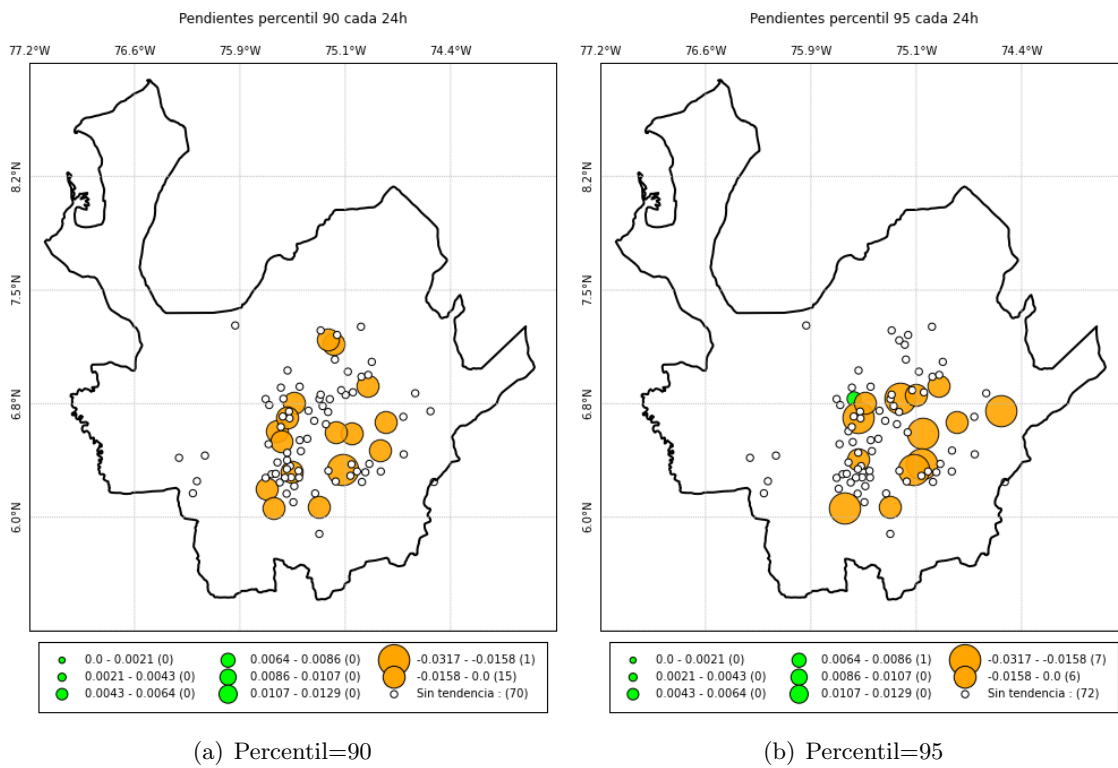


Figura B-6.: Mapas pendientes de precipitación para precipitaciones con resolución temporal 24 horas para los percentiles 90 y 95



Bibliografía

- [Aguilar et al., 2005] Aguilar, E., Peterson, T., Obando, P. R., Frutos, R., Retana, J., Solera, M., Soley, J., García, I. G., Araujo, R., Santos, A. R., et al. (2005). Changes in precipitation and temperature extremes in central america and northern south america, 1961–2003. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012)*, 110(D23).
- [Alexander et al., 2006] Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Rupa Kumar, K., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D. B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Rusticucci, M., and Vazquez-Aguirre, J. L. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111(D5):n/a–n/a. D05109.
- [Allen and Ingram, 2002] Allen, M. R. and Ingram, W. J. (2002). Constraints on future changes in climate and the hydrologic cycle. *Nature*, 419(6903):224–232.
- [Bloomfield and Steiger, 1980] Bloomfield, P. and Steiger, W. (1980). Least absolute deviations curve-fitting. *SIAM Journal on scientific and statistical computing*, 1(2):290–301.
- [Cantor, 2011a] Cantor, D. (2011a). Evaluacion y analisis espaciotemporal de tendencias de largo plazo en la hidroclimatologia colombiana. Master's thesis, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas.
- [Cantor, 2011b] Cantor, D.C., O. A. (2011b). Senales de cambio climatico en series de lluvia en antioquia. In *IX Congreso Colombiano de Meteorología y Conferencia Internacional, 200 años de la meteorología y de la climatología en América Latina*. Bogota, Colombia.
- [Carmona and Poveda, 2014] Carmona, A. M. and Poveda, G. (2014). Detection of long-term trends in monthly hydro-climatic series of colombia through empirical mode decomposition. *Climatic change*, 123(2):301–313.
- [Drobinski et al., 2016] Drobinski, P., Alonzo, B., Bastin, S., Silva, N. D., and Muller, C. (2016). Scaling of precipitation extremes with temperature in the french mediterranean region: what explains the hook shape? *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, pages n/a–n/a. 2015JD023497.
- [Easterling et al., 2000] Easterling, D. R., Evans, J. L., Groisman, P. Y., Karl, T. R., Kunkel, K. E., and Ambenje, P. (2000). Observed Variability and Trends in Extreme Climate Events: A Brief Review*. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81(3):417–425.

- [Ellis, 1998] Ellis, S. P. (1998). Instability of least squares, least absolute deviation and least median of squares linear regression. *Statistical Science*, pages 337–344.
- [Elsner et al., 2008] Elsner, J. B., Kossin, J. P., and Jagger, T. H. (2008). The increasing intensity of the strongest tropical cyclones. *Nature*, 455(7209):92–95.
- [Frich et al., 2002] Frich, P., Alexander, L., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Klein Tank, A., and Peterson, T. (2002). Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate research*, 19(3):193–212.
- [Friedman et al., 2013] Friedman, A. R., Hwang, Y.-T., Chiang, J. C. H., and Frierson, D. M. W. (2013). Interhemispheric Temperature Asymmetry over the Twentieth Century and in Future Projections. *Journal of Climate*, 26(15):5419–5433.
- [Gilbert, 1987] Gilbert, R. O. (1987). *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. John Wiley & Sons.
- [Goswami et al., 2006] Goswami, B. N., Venugopal, V., Sengupta, D., Madhusoodanan, M., and Xavier, P. K. (2006). Increasing trend of extreme rain events over india in a warming environment. *Science*, 314(5804):1442–1445.
- [Groisman et al., 1999] Groisman, P., Karl, T., Easterling, D., Knight, R., Jamason, P., Hennessy, K., Suppiah, R., Page, C., Wibig, J., Fortuniak, K., Razuvaev, V., Douglas, A., Førland, E., and Zhai, P.-M. (1999). Changes in the probability of heavy precipitation: Important indicators of climatic change. *Climatic Change*, 42(1):243–283.
- [Hardwick Jones et al., 2010] Hardwick Jones, R., Westra, S., and Sharma, A. (2010). Observed relationships between extreme sub-daily precipitation, surface temperature, and relative humidity. *Geophysical Research Letters*, 37(22).
- [Haylock et al., 2006] Haylock, M. R., Peterson, T., Alves, L., Ambrizzi, T., Anunciação, Y., Baez, J., Barros, V., Berlato, M., Bidegain, M., Coronel, G., et al. (2006). Trends in total and extreme south american rainfall in 1960–2000 and links with sea surface temperature. *Journal of climate*, 19(8):1490–1512.
- [Hennessy et al., 1997] Hennessy, K., Gregory, J., and Mitchell, J. (1997). Changes in daily precipitation under enhanced greenhouse conditions. *Climate Dynamics*, 13(9):667–680.
- [Hurtado-Montoya, 2015] Hurtado-Montoya, A.F.; Mesa-Sánchez, O. (2015). *Revista EIA*, 12(24):131–150.
- [IPCC, 2013] IPCC (2013). *Summary for Policymakers*, book section SPM, page 1–30. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [Ivancic and Shaw, 2016] Ivancic, T. J. and Shaw, S. B. (2016). A u.s. based analysis of the ability of the clausius-clapeyron relationship to explain changes in extreme rainfall with changing temperature. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, pages n/a–n/a. 2015JD024288.

- [Kharin et al., 2007] Kharin, V. V., Zwiers, F. W., Zhang, X., and Hegerl, G. C. (2007). Changes in temperature and precipitation extremes in the ipcc ensemble of global coupled model simulations. *Journal of Climate*, 20(8):1419–1444.
- [Kiely, 1999] Kiely, G. (1999). Climate change in ireland from precipitation and streamflow observations. *Advances in water resources*, 23(2):141–151.
- [Kiktev et al., 2003] Kiktev, D., Sexton, D. M., Alexander, L., and Folland, C. K. (2003). Comparison of modeled and observed trends in indices of daily climate extremes. *Journal of Climate*, 16(22):3560–3571.
- [Lenderink and van Meijgaard, 2008] Lenderink, G. and van Meijgaard, E. (2008). Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes. *Nature Geosci*, 1(8):511–514.
- [Lenderink and Van Meijgaard, 2010] Lenderink, G. and Van Meijgaard, E. (2010). Linking increases in hourly precipitation extremes to atmospheric temperature and moisture changes. *Environmental Research Letters*, 5(2):025208.
- [Liu et al., 2012] Liu, C., Allan, R. P., and Huffman, G. J. (2012). Co-variation of temperature and precipitation in cmip5 models and satellite observations. *Geophysical Research Letters*, 39(13).
- [Marcott et al., 2013] Marcott, S. A., Shakun, J. D., Clark, P. U., and Mix, A. C. (2013). A reconstruction of regional and global temperature for the past 11,300 years. *Science*, 339(6124):1198–1201.
- [Min et al., 2011] Min, S.-K., Zhang, X., Zwiers, F. W., and Hegerl, G. C. (2011). Human contribution to more-intense precipitation extremes. *Nature*, 470(7334):378–381.
- [Noake et al., 2012] Noake, K., Polson, D., Hegerl, G., and Zhang, X. (2012). Changes in seasonal land precipitation during the latter twentieth-century. *Geophysical Research Letters*, 39(3).
- [Pabón Caicedo, 2012] Pabón Caicedo, J. D. (2012). Cambio climático en colombia: tendencias en la segunda mitad del siglo xx y escenarios posibles para el siglo xxi. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36(139):261–278.
- [Pall et al., 2007] Pall, P., Allen, M., and Stone, D. (2007). Testing the clausius–clapeyron constraint on changes in extreme precipitation under co2 warming. *Climate Dynamics*, 28(4):351–363.
- [Plummer et al., 1999] Plummer, N., Salinger, M., Nicholls, N., Suppiah, R., Hennessy, K., Leighton, R., Trewin, B., Page, C., and Lough, J. (1999). Changes in climate extremes over the australian region and new zealand during the twentieth century. In Karl, T., Nicholls, N., and Ghazi, A., editors, *Weather and Climate Extremes*, pages 183–202. Springer Netherlands.
- [Polade et al., 2014] Polade, S. D., Pierce, D. W., Cayan, D. R., Gershunov, A., and Dettinger, M. D. (2014). The key role of dry days in changing regional climate and precipitation regimes. *Scientific Reports*, 4:1–8.

- [Ren et al., 2013] Ren, L., Arkin, P., Smith, T. M., and Shen, S. S. (2013). Global precipitation trends in 1900–2005 from a reconstruction and coupled model simulations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(4):1679–1689.
- [Shepard and Hurwitz, 1984] Shepard, R. N. and Hurwitz, S. (1984). Upward direction, mental rotation, and discrimination of left and right turns in maps. *Cognition*, 18(1):161–193.
- [Soden et al., 2002] Soden, B. J., Wetherald, R. T., Stenchikov, G. L., and Robock, A. (2002). Global cooling after the eruption of mount pinatubo: A test of climate feedback by water vapor. *Science*, 296(5568):727–730.
- [Tebaldi et al., 2006] Tebaldi, C., Hayhoe, K., Arblaster, J. M., and Meehl, G. A. (2006). Going to the extremes. *Climatic change*, 79(3-4):185–211.
- [Trenberth et al., 2003] Trenberth, K. E., Dai, A., Rasmussen, R. M., and Parsons, D. B. (2003). The changing character of precipitation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 84(9):1205–1217.
- [Utsumi et al., 2011] Utsumi, N., Seto, S., Kanae, S., Maeda, E. E., and Oki, T. (2011). Does higher surface temperature intensify extreme precipitation? *Geophysical Research Letters*, 38(16):L16708.
- [Vincent et al., 2005] Vincent, L. A., Peterson, T., Barros, V., Marino, M., Rusticucci, M., Carrasco, G., Ramirez, E., Alves, L., Ambrizzi, T., Berlato, M., et al. (2005). Observed trends in indices of daily temperature extremes in south america 1960-2000. *Journal of climate*, 18(23):5011–5023.
- [Wasko et al., 2015] Wasko, C., Sharma, A., and Johnson, F. (2015). Does storm duration modulate the extreme precipitation-temperature scaling relationship? *Geophysical Research Letters*, 42(20):8783–8790.