III Congreso Agua, Ambiente y Energía
AUGM - UNA

# ANÁLISIS DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS EN EL PARAGUAY DURANTE EL PERÍODO 1961-2020


Rocío Fernández [1], Max Pastén [2,3]

[1] *Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay,* rocioferodas@fpuna.edu.py

[2] *Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay,* almapas@pol.una.py.

[3] *Dirección de Meteorología e Hidrología DMH-DINAC, Asunción, Paraguay,* max.pasten@meteorologia.gov.py.


## Introducción

Existe consenso general en la Comunidad Científica de que cualquier cambio en la frecuencia o intensidad de los eventos climáticos extremos tendría profundos impactos en la naturaleza y la sociedad (Muñoz, 2013). Debido a esta posible afectación, es necesario realizar un adecuado análisis de este tipo de eventos, y para ello se requieren datos a resolución temporal diaria.

En la actualidad diferentes sectores de la sociedad creen conveniente ampliar el conocimiento del clima de Paraguay, las principales variables meteorológicas que deberían ser analizadas haciendo referencia a sus valores extremos son la precipitación, así como la temperatura del aire, especialmente su tendencia. De esta manera fomentar la realización de proyecciones hacia un desarrollo sustentable para sectores muy importantes de la sociedad como lo son la agricultura y ganadería (principal fuente de materia prima en el país), el sector energético, los recursos hídricos, el medio ambiente y la salud. Debido a los cambios esperados como consecuencia del calentamiento global, uno de los sectores que más afectados podrían estar con impactos negativos es la salud, esto debido a la aparición de ciertas enfermedades transmitidas por vectores, entre las que se encuentran, la fiebre amarilla, el dengue, entre otras, que son consecuencias de las condiciones ambientales en la actualidad, y que se vuelven cada vez más favorables para el desarrollo de los vectores que las transmiten.

## Objetivos

Analizar los diferentes índices climáticos extremos recomendados por el ETCCDI (Equipo de Expertos sobre Detección e Índices de Cambio Climático) en Paraguay.

Objetivos específicos;

1. Verificar la calidad de los registros históricos de las variables temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación diaria en Paraguay.
2. Calcular y analizar los índices climáticos extremos, utilizando el programa RClimDex en el período 1961 a 2020.

## Metodología

Los datos a hacer estudiados y analizados son de clasificación cualitativa y retrospectiva, es decir, recopilación de datos del pasado.

La metodología se aplica para un estudio que se enfoca en realizar un análisis estadístico de tendencias de los eventos climáticos extremos en Paraguay, específicamente analizando los cambios de temperatura y precipitación, el período que cubre el estudio es de 1961-2020, para tal efecto se ha recurrido a un Software que fue elaborado exclusivamente para ello, el Climdex que corre en la plataforma R. Con el fin de proporcionar respuestas fiables que puedan ayudar y ser guía para proyecciones a un desarrollo sustentable con planificaciones para situaciones futuras.

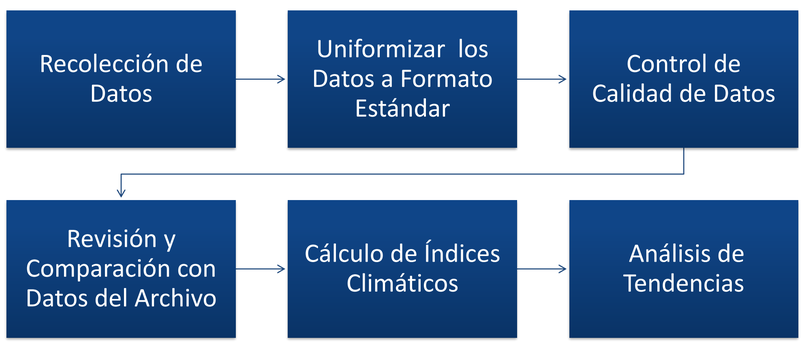


Figura 1. Proceso Metodológico para el Análisis de Datos.

Para analizar la calidad de datos, así como para calcular los índices, en este trabajo se aplicó el programa RClimDex desarrollado en lenguaje R.

El control de calidad de las series, permite el análisis de las series de tiempo, revisión de valores atípicos, revisión de errores de sesgo (generalmente debidos a cambios de equipos, que derivan en saltos indeseados de los datos), valores con errores en la digitación.

Asimismo, se calcularon 15 índices de extremos climáticos para 11 estaciones meteorológicas.

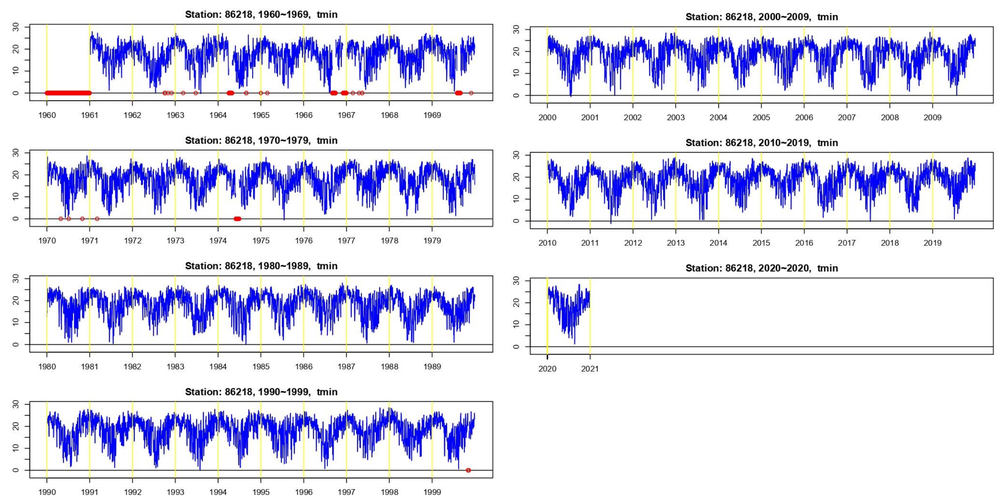


Figura 2. Gráfico de series de tiempo de datos de la temperatura mínima, las líneas azules indican presencia de datos, y los puntos rojos, datos faltantes.

## Resultados

Los resultados muestran evidencias de un aumento de las temperaturas máximas y mínimas, se detecta incremento en la frecuencia de noches y días cálidos, en cuanto a las noches y días frescos, se observó una disminución significativa. Las noches tropicales y días de verano, ambas con un comportamiento similar, presentaron un incremento significativo, así como una tendencia positiva de las temperaturas máximas extremas. Se encontró variaciones en los indicadores derivados de precipitaciones, notándose un aumento en la precipitación total anual, así también se observó tendencias positivas en la frecuencia de días extremadamente húmedos o mayor al percentil 99. El número de días secos consecutivos se está incrementando, bajo estas condiciones, los sectores más vulnerables como la agricultura y ganadería podrían verse afectados, y por ende la economía del país, por lo tanto, es necesario tomar medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

| Índices | Nombre del indicador | Estaciones Meteorológicas | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Bahía Negra | Mariscal Estigarribia | Puerto Casado | Pedro Juan Caballero | Concepción | Asunción | Villarrica | Ciudad del Este | Pilar | San Juan Bautista | Encarnación |
| SU25 | Días de verano | ▽ | △ | △ | ▲ | △ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | △ |
| TR20 | Noches tropicales | △ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▽ | ▽ | ▲ |
| TXx | Máxima temperatura máxima | ▽ | ▲ | △ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | △ | ▲ | ▲ |
| TNx | Mínima temperatura mínima | ▽ | ▽ | △ | ▽ | ▽ | △ | △ | △ | ▼ | ▽ | ▲ |
| Tn10p | Noches frías | * | ▽ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | △ | ▼ | ▼ |
| Tx10p | Días fríos | * | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ |
| Tn90p | Noches cálidas | * | △ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | △ | △ | ▲ |
| Tx90p | Días cálidos | * | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ |
| DTR | Rango diurno de temperatura | △ | ▲ | △ | ▲ | ▲ | △ | ▽ | △ | ▲ | △ | ▼ |

| Índices | Nombre del indicador | Estaciones Meteorológicas | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Bahía Negra | Mariscal Estigarribia | Puerto Casado | Pedro Juan Caballero | Concepción | Asunción | Villarrica | Ciudad del Este | Pilar | San Juan Bautista | Encarnación |
| RX1day | Cantidad máxima de precipitación en un día | △ | △ | ▲ | △ | △ | △ | △ | △ | ▲ | △ | △ |
| CDD | Días secos consecutivos | △ | △ | ▽ | △ | △ | △ | △ | △ | ▲ | ▲ | △ |
| CWD | Días húmedos consecutivos | ▽ | ▽ | ▲ | △ | △ | △ | ▽ | ▽ | ▽ | △ | △ |
| R95p | Días muy húmedos | ▽ | △ | ▲ | ▲ | △ | ▽ | △ | △ | ▲ | ▽ | △ |
| R99p | Días extremadamente húmedos | △ | △ | ▲ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | ▽ | △ |
| PRCPTOT | Precipitación total anual en los días húmedos | △ | △ | ▲ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ |

▲ Positiva significativa △ Positiva no significativa ▼ Negativa significativa ▽ Negativa no significativa

* Indica que el índice no fue calculado debido a datos insuficientes en dicha localidad

Tabla 1. Resumen de las tendencias de los índices climáticos extremos.

## Referencias


Aguilar, E., Sigró, J., & Brunet, M. (2009). *RClimdex con funcionalidades extra de control de calidad. Manual de Uso, versión 1.0.*

Muñoz, Á. (2013). Análisis estadístico con climdex de índice climáticos para las provincias de pichincha y napo.