

**LA TEMPERATURA COMO INDICADOR DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA  
CUENCA SUPERIOR DEL RÍO LEBRIJA, SANTANDER**

**DORIAN ZUZETTE SANTANA GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2017**

**LA TEMPERATURA COMO INDICADOR DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA  
CUENCA SUPERIOR DEL RÍO LEBRIJA, SANTANDER**

**DORIAN ZUZETTE SANTANA GÓMEZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniera Civil**

**Director  
SULLY GÓMEZ ISIDRO  
Ph.D en Ingeniería**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia y amigos por su apoyo en todas las etapas de mi vida, especialmente a mis padres. A mis amigos Luis Carlos, Sebastián y Andrés, que me han ayudado en esta experiencia por la universidad. A mi directora de proyecto por asesoría y acompañamiento.

Gracias  
Zuzette Santana

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN .....	18
1. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RÍO LEBRIJA.....	20
2. INDICADORES CLIMDEX.....	23
2.1. ANTECEDENTES DE INDICADORES EN LA CSRL .....	24
3. METODOLOGÍA.....	27
3.1. ANÁLISIS PREVIO DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE .....	27
3.2. INDICADORES CLIMDEX .....	28
3.3. INDICADORES ADAPTADOS .....	32

3.4. COMPARACIÓN DEL PERIODO BASE FRENTE AL PERIODO DE ESTUDIO.....	33
3.5. ASOCIACIONES.....	33
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	36
4.1. ANÁLISIS PREVIO DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE .....	36
4.2 INDICADORES CLIMDEX .....	40
4.2.1. Análisis de tendencias .....	44
4.3 INDICADORES ADAPTADOS.....	56
4.4. ASOCIACIONES.....	58
4.5 COMPARACIÓN DEL PERIODO BASE FRENTE AL PERIODO DE ESTUDIO.....	62
4.5.1. Tendencia .....	62
5. CONCLUSIONES.....	65

6. REFERENCIAS.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXOS.....	73

## LISTA DE TABLAS

pág.

TABLA 1. ADAPTACIÓN CUADRO RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE CALDAS. .....	21
TABLA 2 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA CSRL.....	22
TABLA 3. RANGO DE LA CLASIFICACIÓN CUALITATIVA DE LAS TASAS DE CAMBIO. ....	31
TABLA 4. ASOCIACIONES DE INDICADORES.....	34
TABLA 5 ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DE ESTUDIO.....	37
TABLA 6. OUTLIERS DE BUCARAMANGA.....	38
TABLA 7 OUTLIERS DE SURATÁ. ....	38

TABLA 8. OUTLIERS DE TONA.....	39
TABLA 9. PERCENTIL 10 DE LA TEMPERATURA MÍNIMA DE LAS ESTACIONES. ....	41
TABLA 10. PERCENTIL 10 DE LA TEMPERATURA MÁXIMA DE LAS ESTACIONES. ....	41
TABLA 11. PERCENTIL 90 DE LA TEMPERATURA MÍNIMA DE LAS ESTACIONES. ....	42
TABLA 12. PERCENTIL 90 DE LA TEMPERATURA MÁXIMA DE LAS ESTACIONES. ....	42
TABLA 13 CRITERIOS PARA REALIZAR LOS GRÁFICOS DE CONTROL X .....	45
TABLA 14 TASAS DE CAMBIO DE LOS INDICADORES CLIMDEX EN LAS CINCO (5) ESTACIONES QUE REGISTRAN DÍAS. ....	46
TABLA 15 PROMEDIO DE LAS TASAS DE CAMBIO DE DÍAS/ DÉCADA. ....	46
TABLA 16. LÍMITES PARA INDICADORES QUE SE MIDE EN DÍAS. ....	48

TABLA 17. TASAS DE CAMBIO DE LOS INDICADORES CLIMDEX EN LAS CINCO (5) ESTACIONES QUE REGISTRAN PORCENTAJE DE DÍAS.....	49
TABLA 18. PROMEDIO DE LAS TASAS DE CAMBIO DE % DÍAS / DÉCADA. ...	49
TABLA 19. LÍMITES PARA INDICADORES QUE SE MIDEN EN PORCENTAJE DE DÍAS.....	50
TABLA 20. TASAS DE CAMBIO DE LOS INDICADORES EN LAS CINCO (5) ESTACIONES QUE REGISTRAN TEMPERATURA.....	51
TABLA 21 PROMEDIO DE LAS TASAS DE CAMBIO DE °C/ DÉCADA.....	52
TABLA 13. LÍMITES PARA PARA INDICADORES QUE SE MIDEN EN TEMPERATURA. ....	53
TABLA 23. AUMENTO DE LA TEMPERATURA POR CADA DÉCADA.....	57
TABLA 24 CLASIFICACIÓN CUALITATIVA ORGANIZADA POR GRUPOS DE TODOS LOS INDICADORES.....	59

TABLA 25. RESULTADOS CUALITATIVO POR ASOCIACIONES.....60

TABLA 26. PERIODO CON TENDENCIA MÁS FUERTE. ....63

## LISTA DE FIGURAS

pág.

FIGURA 1 EJEMPLO DEL GRÁFICO DE CARTAS DE CONTROL.....	32
FIGURA 2 MODELO DEL IND 13 (TX90P) DÍAS CALIENTES, EN BERLÍN. ....	40
FIGURA 3 MODELO DEL IND 12 (TN90P) NOCHES CALIENTES, EN LA ESTACIÓN UIS. ....	43
FIGURA 4 MODELO DEL IND 12 (TN90P) NOCHES CALIENTES, EN LLANO GRANDE. ....	44
FIGURA 5 MODELO DE IND 2 (SU) DÍAS DE VERANO, EN APTO PALONEGRO. .....	44
FIGURA 6 CARTA DE CONTROL POR PROMEDIOS PARA LAS TASAS DE CAMBIO DÍAS / DÉCADA. ....	47

FIGURA 7 CARTA DE CONTROL POR PROMEDIOS PARA LAS TASAS DE CAMBIO % DÍAS / DÉCADA.....	50
FIGURA 8 CARTA DE CONTROL POR PROMEDIOS PARA LAS TASAS DE CAMBIO °C / DÉCADA. ....	52
FIGURA 9 MODELO DE IND 7 (TNX) VALOR MÁXIMO DE LA TEMPERATURA MÍNIMA, EN VIVERO SURATÁ. ....	53

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A: Estaciones climáticas en la Cuenca Superior del Río Lebrija.....	73
ANEXO B: Tablas indicadores de las 5 estaciones de la CSRL.....	76
ANEXO C: Gráficas de las series completas de los indicadores.....	86
ANEXO D: Tasa de cambio de las temperaturas.....	144
ANEXO E: Análisis de tendencia de toda la serie.....	153
ANEXO F: Tendencias obtenidas en los periodos base y de estudio.....	162
ANEXO G: Tendencias de los periodos base y de estudio.....	209

## RESUMEN

- TÍTULO:** LA TEMPERATURA COMO INDICADOR DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA SUPERIOR DEL RÍO LEBRIJA, SANTANDER\*
- AUTOR:** DORIAN ZUZETTE SANTANA GÓMEZ\*\*
- PALABRAS CLAVE:** CAMBIO CLIMÁTICO, TEMPERATURA, INDICADORES, CUENCA SUPERIOR DEL RÍO LEBRIJA, TENDENCIA
- DESCRIPCIÓN:**

La temperatura es la variable climatológica que se relaciona fácilmente con el cambio climático; se tiene proyectado por el grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), debido a esta influencia, que la temperatura global aumentará entre 2°C a 4,5°C a finales del siglo XXI [1]. Teniendo en cuenta esta variable, el objetivo de este trabajo es identificar si la temperatura en la Cuenca Superior del Río Lebrija (CSRL) tiene un comportamiento similar al previsto por el IPCC, y cómo el cambio climático la ha estado afectando. Para ello, Se tomaron 5 estaciones climáticas ubicadas en los municipios de Tona, Suratá, Lebrija, Bucaramanga y Girón; a las cuales se les aplicaron los Indicadores Climdex, que consisten en el análisis de eventos extremos, principalmente en la observación de la temperatura máxima y mínima, con su comportamiento anual. La serie de tiempo de estos indicadores, demuestran una tendencia de aumento, disminución o estacionalidad, estos resultados deducen que la temperatura máxima y media ha estado aumentando en la CSRL, mientras que la temperatura mínima aumenta en la mayoría de los pisos templados, y disminuye en los pisos fríos. Adicionalmente, se muestra también las tasas de crecimiento de las temperaturas.

---

\* Proyecto de Grado.

\* \* Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.  
Directora: Sully Gómez Isidro.

## ABSTRACT

**TITLE:** TEMPERATURE AS AN INDICATOR OF CLIMATIC CHANGE IN THE UPPER BASSIN OF THE RIVER LEBRIJA, SANTANDER\*

**AUTHOR:** DORIAN ZUZETTE SANTANA GÓMEZ\*\*

**KEY WORDS:** CLIMATE CHANGE, TEMPERATURE, INDICATOR, CUENCA SUPERIOR DEL RÍO LEBRIJA, TREND.

**DESCRIPTION:**

Temperature is the climatic variable that is easily related to climate change; it is projected that due to its influence the global temperature increase between 2°C to 4,5°C at the end of the 21<sup>st</sup> century [1]. The aim of this work is to identify if the temperature in the Upper Lebrija River Basin (CSRL, for its acronym in Spanish) behaves similarly to that projected by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), and how climate change has been affecting it. For its analysis, 5 stations were located in the municipalities of Tona, Suratá, Lebrija, Bucaramanga and Girón, it used the Climdex Indicators were used, which consists of the analysis of extreme events, mainly in the observation of the maximum and minimum temperature, with its annual behavior. These indicators give a series of time, demonstrating a tendency of increase, decrease or seasonality, from which it is inferred that the maximum and average temperature has been increasing in the CSRL, while the minimum temperature increases in the temperate floors, and decreases in the cold floors. Temperature growth rates are also shown.

---

\* Bachelor Thesis.

\* \*Faculty of Physico-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Isabel Cristina Domínguez Rivera. Co-Director: Edgar Ricardo Oviedo Ocaña.

## INTRODUCCIÓN

El cambio es inevitable, siempre ha existido, y el clima no es la excepción, el problema radica cuando no es posible adaptarse. Esto sucede actualmente en el planeta, fenómeno conocido como “cambio climático”, que es la alteración brusca del ecosistema [2] que se ha venido presentando, de manera acelerada, desde la era industrial [1].

Desde la era industrial se han alcanzado niveles de concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), históricamente sin precedentes [3]. Razón por la cual, se ha evidenciado un acelerado incremento de la temperatura, que antes tomaba cientos e incluso miles de años, actualmente se alcanza en décadas. Las proyecciones para finales del siglo XXI (2100) propuestas por el IPCC en el 2014 [1], basados en el modelado de varios escenarios, mostrando un aumento de 2°C desde la era industrial (1880). Sin embargo, si no se adoptan medidas al respecto se puede llegar a un aumento de 4.5°C. Los incrementos de temperatura no se presentan de la misma manera en todos los lugares del planeta.

Para llevar un control de sus efectos, se suelen utilizar los Indicadores ClimDex. En este trabajo se expone en el numeral 2.2 la aplicación de éstos por parte de El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) a la Cuenca Superior del Río Lebrija (CSRL). Las características de la cuenca se presentan en el numeral 2.

Seguidamente, en el numeral 3 se plantea la metodología, así como los procedimientos para hallar los indicadores, sus percentiles, análisis de sus tendencias y la comparación de las mismas entre el periodo base y periodo de estudio.

Los resultados se enuncian en el numeral 4, exponiendo la forma como ha aumentado la temperatura máxima, y como la temperatura mínima presenta un ascenso en algunas de las estaciones analizadas, mientras que en otras se tiene evidencias de una disminución. Finalmente en la sección 5 se presentan las conclusiones del trabajo.

## 1. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RÍO LEBRIJA

La cuenca Superior del Río Lebrija (CSRL) se encuentra ubicada en la cordillera oriental de Colombia en el costado occidental, en la zona intertropical [4], consecuentemente su clima está influenciado por el movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) [5] que ocasiona la bimodalidad en la lluvia, los periodos lluviosos en los meses de marzo a mayo y de septiembre a noviembre [6] y en intermedio presenta los periodos secos. Así mismo, el país tiene costas en los océanos Pacífico y Atlántico, lo que genera que éste sea propenso a diversos fenómenos como la Oscilación del Sur, que también es conocido como el fenómeno del Niño/ la Niña [5]. Dicho fenómeno, ocasiona un incremento de la temperatura y la precipitación respectivamente entre otros [5] [7]. Por otro lado, la altitud afecta de manera considerable variables críticas sobre el clima [7].

La CSRL está compuesta por las subcuencas: Río Suratá [8], Río Oro [9] y Río Lebrija Alto [10], donde se localizan los municipios de Bucaramanga, California, Charta, Floridablanca, Girón, Lebrija, Matanza, Piedecuesta, Suratá, Tona y Vetás.

Dada su ubicación en la cordillera oriental, se pueden encontrar temperaturas entre 0°C y 35°C, y una humedad relativa media de 81%. Se tienen nichos ecológicos de diferentes naturalezas desde Páramos hasta Bosques. En la parte alta de la cuenca se pueden encontrar los municipios de Tona, California, Suratá y Vetás [8] y en la parte más baja los municipios como Piedecuesta, Girón y Bucaramanga [10].

Para la clasificación de los climas de los municipios de la CSRL se toma como referencia la escala de clasificación de Caldas [11] [7]:

**Tabla 1. Adaptación cuadro resumen de clasificación de Caldas [7].**

<b>Piso Térmico</b>	<b>Rango de altura (m.s.n.m.)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
<b>Cálido</b>	0 – 1000	> 24
<b>Templado</b>	1001 – 2000	17.5 a 24
<b>Frío</b>	2001 – 3000	12 a 17.5
<b>Páramo Bajo</b>	3001 – 3700	7 a 12
<b>Páramo alto</b>	3701- 4200	-6 a 7
<b>Nieves perpetuas</b>	>4200	< -6

Otra clasificación climática empleada en la CSRL es la de Koppen- Geiger [7] [12]

Las clasificaciones encontradas son:

- Af= clima tropical húmedo o lluvioso
- Aw=clima tropical con estación seca en invierno, o clima de sabana
- Cfb= clima templado sin estación seca con veranos cálidos
- Et= Clima polar, o de tundra

A partir de lo anterior se puede clasificar el clima de los municipios según la **Tabla 2:**

**Tabla 2 Clasificación climática CSRL.**

<b>MUNICIPIO</b>	<b>ELEVACIÓN (m)</b>	<b>TIPO CLIMA</b>	<b>PISO TÉRMICO</b>	<b>T<sup>a</sup> MÍN. (°C)</b>	<b>T<sup>a</sup> MÁX. (°C)</b>	<b>P. ANUAL (mm)</b>
<b>Bucaramanga</b>	959	Af	Cálido	18.5	28.4	1259
<b>California</b>	2005	Cfb	Frío	10.3	21.1	1032
<b>Charta</b>	2000	Cfb	Frío	10.7	21.5	1084
<b>Floridablanca</b>	1480	Aw	Templado	18.6	28.8	1055
<b>Girón</b>	777	Af	Cálido	19.7	30.5	1295
<b>Lebrija</b>	1055	Af	Templado	18.8	27.4	1280
<b>Matanza</b>	1550	Cfb	Templado	12.9	23.1	1594
<b>Piedecuesta</b>	1005	Aw	Templado	18.3	28.4	928
<b>Suratá</b>	1850	Cfb	Templado	11.4	22.0	1163
<b>Tona</b>	3214	Cfb	Paramo bajo	10.3	21.3	1114
<b>Vetas</b>	3350	Et	Paramo bajo	1.4	13.8	994

Ta: Temperatura, P: Precipitación

## 2. INDICADORES CLIMDEX

Los indicadores de cambio climático utilizados en este trabajo, son los indicadores Climdex [13], indicadores propuestos por el Equipo de Expertos en la detección, el seguimiento y los índices del cambio climático (ETCCDMI, por sus siglas en inglés), apoyado en instituciones internacionales como Organización Mundial Meteorológica (WMO, por sus siglas en inglés), Comisión de Climatología (CCI, por sus siglas en inglés), Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (WCRP, por sus siglas en inglés) y programa de Variabilidad y Previsibilidad del Clima (CLIVAR, por sus siglas en inglés), “Indicadores ClimDex” que tienen como fundamento la temperatura y la precipitación, variables que son registradas en todos los países.

Estos indicadores fueron socializados a través de talleres realizados en todo el mundo [13], incluso alguno de ellos son referenciados en los informes de la IPCC [14]. Particularmente, en Colombia se llevaron a cabo en el 2005, desde entonces han sido aplicados en algunos trabajos, y sus resultados se obtuvieron a partir de la utilización del software RclimDex.

Los Indicadores ClimDex son capaces de reflejar en cierta medida el aumento, disminución o estacionalidad de las temperaturas; del mismo modo, son capaces de caracterizar aspectos como la cantidad de días o noches frías, temporadas calientes e incluso la variabilidad entre el mismo tipo de temperatura con sus máximos y mínimos absolutos para cada una.

Algunos de estos indicadores se apoyan en el análisis paramétrico, específicamente en las distribuciones de valores extremos y análisis no paramétrico como son los percentiles (la posición de determinado percentil se ubica de 1-100 cuando se tienen los datos organizados de menor a mayor, siendo el mayor quien tendrá el 100% del percentil). Éstos son calculados en un periodo

base comprendido entre 1961-1990, sin embargo se proponen otros periodos como 1971-2000 [15]. Los percentiles juegan un papel importante para los indicadores dado que permiten definir límites de mínimos y máximos locales, permitiendo así analizar los datos consigo mismo a lo largo del tiempo. En la metodología, se explica en detalle el significado de cada uno de los indicadores.

## **2.1. ANTECEDENTES DE INDICADORES EN LA CSRL**

El IDEAM fue la primera entidad colombiana en trabajar sobre estos indicadores. Las publicaciones destacadas han sido: i) Notas Técnicas del 2007 [16], ii) 2011 [17] y iii) 2012 [18]. Donde las dos (2) primeras estudian varias estaciones en todo el país hasta el año 2010, y en la última Nota [18] se hace una proyección a futuro 2011-2040.

En la Nota publicada en 2007 del IDEAM [16], en Santander se evaluaron las estaciones Apto Yariguies de Barrancabermeja y Apto Palonegro de Lebrija con datos hasta el 2005. Debido a la gran cantidad de indicadores utilizados, se dieron los resultados por agrupaciones de los índices: los relacionados con la precipitación, rango de temperatura, temperatura mínima y máxima. Este estudio resume una tendencia positiva en las temperaturas mínimas y máximas en Apto Palonegro, por otro lado en Barrancabermeja la tendencia no fue clara. En Palonegro las temporadas cálidas en el año han aumentado, en síntesis las noches y los días son más calientes cada vez.

En la Nota técnica publicada por el IDEAM en el 2011 [17] se hizo otro estudio con los indicadores ClimDex, pero esta vez se tomaron en cuenta más puntos de monitoreo para hacer un sondeo de cómo se encuentra el país con datos hasta el

2010; y sus resultados, se dieron con las mismas agrupaciones al igual que la Nota del 2007 [16] de la misma entidad.

Las estaciones que empleó el IDEAM en el 2011 [17], que están dentro de la CSRL son las siguientes: Apto Palonegro (Lebrija), UIS (Bucaramanga), Llano Grande (Girón), Cachiri (Suratá), y Berlín (Tona). Se pudo evidenciar que la estación de Apto Palonegro continua mostrando una tendencia de aumento de la temperatura máxima y mínima. La estación UIS presenta este mismo comportamiento, mientras que en Girón la temperatura mínima disminuyó y la máxima aumentó. En Suratá solo se pudo especificar que la temperatura mínima aumentó, y en Tona la temperatura máxima aumentó. En general, en Santander se presenta aumento de la temperatura máxima, lo cual muestra un claro indicio de calentamiento. Sin embargo, con respecto a la mínima se presenta tanto aumento como disminución. La estación de Berlín (Tona) al estar ubicada en una zona de Paramo se detalló la tendencia mostrando un aumento en las Temperaturas mínima de  $0.04^{\circ}\text{C}$ , en la media de  $0.07^{\circ}\text{C}$  y en la máxima de  $0.37^{\circ}\text{C}$ , por cada 10 años [17].

En la nota técnica del IDEAM en el 2012 [18] se hicieron simulaciones en PRECIS para obtener los datos necesarios para los indicadores ClimDex desde 2011-2040. Dentro de los resultados obtenidos en el departamento de Santander se prevé que las temperaturas extremas mínimas tenderán a disminuir, y las máximas a aumentar, como se evidencia en los estudios anteriores del IDEAM.

José Pabón en el 2012 [19] publicó un artículo con similitudes al estudio realizado por el IDEAM en el 2012 [18], adicionalmente tuvo en cuenta los cambios de la temperatura en Colombia a lo largo de los siglos, dividiéndolo en tres (3) partes: i) Pasado lejano (millones de años), ii) Reciente (siglo XX) y iii) Actual (siglo XXI). En este se resalta el informe del IPCC en el 2000, donde se estimaba que en Colombia en el 2050 se incrementaría en  $1^{\circ}\text{C}$  hasta  $2.5^{\circ}\text{C}$  por encima del promedio de 1961-1990; y en el 2080 hasta  $4.5^{\circ}\text{C}$ . En el trabajo de Pabón se

usaron las estaciones de Berlín y UIS entre otras, donde se presenta una disminución en las temporadas heladas de la primera de ellas, y un incremento en los días cuya temperatura es superior al 25°C en la segunda. Con respecto al rango en la UIS se presenta una disminución mientras que en Berlín un aumento.

### **3. METODOLOGÍA**

En los trabajos mencionados del IDEAM [16] [17] han estudiado las series de tiempo, que van máximo hasta el 2010, los resultados obtenidos en éstos pueden diferir de los obtenidos en este trabajo, debido a que se incluirán los años 2011-2016. En el presenta trabajo únicamente se tuvieron en cuenta los indicadores relacionados con la temperatura.

#### **3.1. ANÁLISIS PREVIO DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE**

Para seleccionar las estaciones climáticas que se van a utilizar en el estudio de la CSRL; el periodo de registro de las temperaturas máxima y mínima debe permitir el periodo base, en este caso los años correspondientes son desde 1978 hasta el 2000. Los años posteriores a este tiempo, se llama periodo de estudio (2001-2016). De esta manera se puede observar el cambio entre los últimos 16 años en comparación con el periodo base de la cuenca.

A las estaciones seleccionadas se le hace un control de la calidad, y para completar los datos de temperatura faltantes, se realiza un análisis de promedios con los demás puntos de monitoreo que estén dentro del municipio, teniendo una relación espacial cercana.

Finalmente, se hace un análisis de los datos, obteniendo los outliers (valores atípicos), los cuales podrían tener o no sentido dentro de la serie de tiempo, y pueden dar prueba de la intensidad de los fenómenos o anomalías del clima.

### 3.2. INDICADORES CLIMDEX

No todos los índices pueden ser aplicados para un clima ubicado en la zona ecuatorial, ya que la temperatura registrada no presenta el valor crítico necesario para su cálculo, por ejemplo existen municipios en la cuenca en los cuales, hasta la fecha no se ha registrado temperaturas inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$ , ni cercanas a este valor, por lo cual no puedan demostrar nada en el indicador 1, de forma similar sucede con otros indicadores en las demás estaciones analizadas.

Para realizar este trabajo se utilizaron los 16 indicadores ClimDex enunciados a continuación:

- **Indicador 1 (FD):** Número de días helados,  $TN < 0^{\circ}\text{C}$ .
- **Indicador 2: (SU):** Número de días de verano,  $TX > 25^{\circ}\text{C}$ .
- **Indicador 4. (TR):** Noches de Verano,  $TN > 20^{\circ}\text{C}$
- **Indicador 6. (TX<sub>x</sub>):** Valor máximo de la Temperatura diurna.
- **Indicador 7. TN<sub>x</sub>:** Valor máximo de la temperatura nocturna.
- **Indicador 8. (TX<sub>n</sub>):** Valor mínimo de la temperatura diurna.
- **Indicador 9. (TN<sub>n</sub>):** Valor mínimo de la temperatura nocturna.
- **Indicador 10. (TN10p):** Noches Frías, porcentaje de días cuya temperatura mínima es menor que el percentil 10.
- **Indicador 11. (TX10p):** Días Fríos, porcentaje de días cuya temperatura máxima es menor que el percentil 10.
- **Indicador 12. (TN90p):** Noches Calientes, porcentaje de días cuya temperatura mínima es mayor que el percentil 90.
- **Indicador 13. (TX90p):** Días Calientes, porcentaje de días cuya temperatura máxima es mayor que el percentil 90.
- **Indicador 14. (WSDI):** Índice de duración de temporada cálida,  $TX > 90$  percentil con una duración mínima de seis (6) días seguidos.
- **Indicador 15. (CSDI):** Índice de duración de temporada helada,  $TN < 10$  percentil con una duración mínima de seis (6) días seguidos.

- **Indicador 16.** (DTR): Rango diario de temperatura, el cual se halla según la Ecuación 1.

$$DTR = \frac{\sum_{\text{día}=1}^n (T_{\text{maxdía}} - T_{\text{mindía}})}{n} \quad (1)$$

**Ecuación 1 Formula para hallar el rango promedio de los Indicadores ClimDex [20].**

Donde la temperatura mínima o nocturna es TN, y la máxima o diurna es TX.

En indicadores que involucren percentiles (10-15) se considera una ventana de cinco (5) días para hallar el percentil [15]. Para hallar la ventana, se pueden considerar cinco (5) días seguidos, esto implica que, si cada día (i) tiene registrada una temperatura “X”, se debe obtener un representante “Y”, como se expresa en la Ecuación 2:

$$Y_i = \text{promedio}(X_{i-2}, X_{i-1}, X_i, X_{i+1}, X_{i+2}) \quad (2)$$

**Ecuación 2 Formula para hallar la ventana de cinco (5) días.**

Donde:

- $Y_i$ = el representante (de temperatura) en el día i.
- $X_i$ = la temperatura registrada en el día i.
- $X_{i-n}$ = la temperatura registrada en el día hace n días del día i.
- $X_{i+n}$ = la temperatura registrada n días después del día i.

Si no existe dato de uno de los 5 días que conforman la ventana, se descarta éste de la operación.

De esta manera, una vez obtenido todos los  $Y_i$  en el periodo base (1978-2000), se organizan los datos de menor a mayor sin importar si existen representantes repetidos. Todo esto da “n” posiciones. Una vez obtenido esta hilera se divide en 10 grupos, siendo el grupo uno (1) los valores más pequeños, y el grupo 10, el de los valores más altos.

El percentil 10 será el valor más alto del grupo uno (1) y el percentil 90 el menor valor del grupo 10. Este procedimiento se hace para las temperaturas máximas y mínimas, independientemente.

Los años cuyos registros no tuvieron disponible la temperatura mínima o máxima, fueron descartados. Una vez obtenido los percentiles se grafican y se halla la tendencia de toda la serie, la cual representa la tasa de variación anual. Si no hay tendencia, indica que su comportamiento es estacional, esta tendencia es la tasa anual de cambio del indicador; su cálculo a las series de tiempo de cada indicador, se halló a través del análisis lineal de tendencia en Minitab.

Las tendencias obtenidas se clasificaron en leve, fuerte y muy fuerte, con límites obtenidos a través de gráficos de promedios de las cartas de control [21] [22]. Se establecen 3 diferentes límites de acuerdo a la unidad de medida de los indicadores; por lo cual se agrupan los indicadores en, aquellos que miden días, porcentaje de días (% días), y en grados centígrados (°C). Cada uno de estos grupos es una población, que tiene unas muestras (“k”) que son cada una de las estaciones seleccionadas en la cuenca. La cantidad de indicadores para grupo de cada estación son el tamaño de las muestras (“n”).

Estos límites en las cartas de control se define como la línea central (LC), se halla el promedio de cada muestra, finalmente el promedio de lo anterior mencionado (promedio de los promedios  $\bar{\bar{x}}$ ); para los límites superior (LSC) e inferior (LIC) de control se calculan según las ecuaciones 3 y 4:

$$LSC = \bar{\bar{x}} + A_2 * \bar{R} \quad (3)$$

**Ecuación 3 Calculo LSC del gráfico de promedios.**

$$Y \quad LIC = \bar{\bar{x}} - A_2 * \bar{R} \quad (4)$$

**Ecuación 4 Calculo LIC del gráfico de promedios.**

Donde:

- $A_2$ =Variable tabulada que depende del tamaño n de las muestras
- $\bar{R}$  = El promedio de los rangos de las muestras

La realización de los cálculos excluye el signo debido a que éste indica, aumento o disminución, y no expresa intensidad. Los límites obtenidos se definieron positivos para las tasas de aumento, y negativa para las de disminución. Los rangos cualitativos utilizados están dados según el siguiente ejemplo de **Tabla 3** y el

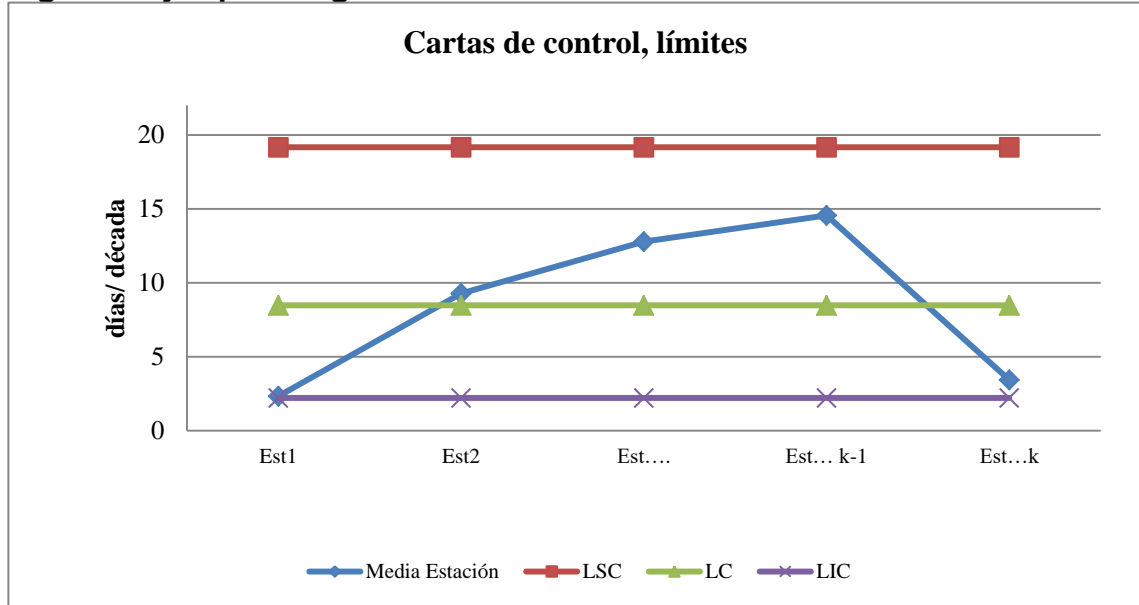
**Figura 1 :**

**Tabla 3. Rango de la clasificación cualitativa de las tasas de cambio.**

<b>Indicadores que calcula Temperatura</b>		
<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>	<b>Tendencia</b>
<b>±LSC</b>	<b>±&gt; LSC</b>	<b>Muy Fuerte</b>
<b>±LC</b>	<b>±LSC</b>	<b>Fuerte</b>
<b>±LIC</b>	<b>±LC</b>	<b>Leve</b>
<b>0</b>	<b>±LIC</b>	<b>Sin tendencia</b>

\*Ejemplo. LSC: Límite superior, LC: Línea central, LIC: límite inferior del gráfico de control.

**Figura 1 Ejemplo del gráfico de cartas de control**



### 3.3. INDICADORES ADAPTADOS

Fuera de los Indicadores ClimDex en este trabajo se utilizó el siguiente indicador para establecer la relación diaria de la temperatura máxima y la mínima:

\**Indicador ETR*: Es una variación del Indicador DTR, el cual registra el valor máximo diario de éste en el año.

Adicionalmente se presenta el promedio de la temperatura media anual, para así poder evidenciar como se ha estado comportando el clima en general. También se hará un control de la temperatura mínima y máxima para conocer la tasa de cambio por cada década que se está presentando en las estaciones.

### 3.4. COMPARACIÓN DEL PERIODO BASE FRENTE AL PERIODO DE ESTUDIO

El objetivo principal de comparar ambos periodos consiste en determinar si en los últimos años determinar el efecto del cambio climático sobre la temperatura. El periodo con mayor tasa de cambio señala cuál de los dos ha tenido mayor impacto en el indicador que se esté analizando. Si fue mayor en el periodo base, es porque se ha logrado mitigar en los últimos años, de lo contrario no han tenido efecto las estrategias que se hayan podido llegar a implementar para contrarrestar el cambio climático. Los límites obtenidos en el análisis cualitativo de la serie completa, se mantienen iguales para el análisis de los periodos. La comparación se realizó a los índices y estaciones que manifestaron tendencia en toda la serie.

### 3.5. ASOCIACIONES

Los indicadores se agruparon en la literatura para hacer el análisis más sencillo de la siguiente manera:

- El indicador analiza la temperatura máxima o mínima, en los grupos “A” y “B”, respectivamente, de no tener una sola de estas variables será “C”.

Se propone una subdivisión:

- En la cual la tendencia positiva indica un aumento en la temperatura, grupo “a”; pero si la tendencia es negativa e indica aumento en la temperatura es “b”.

En el grupo C, se analiza cada indicador por si solo y no se le subdivide con el 2do criterio. De esta manera los grupos de indicadores a analizar se observan en la **Tabla 4:**

**Tabla 4. Asociaciones de Indicadores.**

N°	INDICADOR	SIGLA	Asoc.
2	Días de verano	SU	Aa
6	Temperatura máxima	TXx	
8	Menor temperatura máxima	TXn	
13	Días calientes	TX90P	
14	Temporada cálida	WSDI	
11	Días fríos	TX10P	Ab
4	Noches de verano	TR	Ba
7	Mayor temperatura mínima	TNx	
9	Temperatura mínima	TNn	
12	Noches calientes	TN90P	
1	Días helados	FD	Bb
10	Noches frías	TN10P	
15	Temporada fría	CSDI	
16	Rango promedio	DTR	C
°	Rango máximo	ETR	
°	Temperatura media	MEDIA	

\*Asoc.: asociación. Asociaciones según el tipo de temperatura y el significado de su tendencia es positiva.

Estas asociaciones permiten observar los indicadores que tienen que ver con el mismo tipo de temperatura y comprender si aumenta o disminuye. De este modo si en el grupo Aa, todos los indicadores muestran una tendencia positiva, eso quiere decir que la temperatura máxima ha estado aumentando. En el grupo Ab si la tendencia del indicador es positiva, expresa que la temperatura máxima está disminuyendo. En el caso del grupo Ba con tendencia positiva, apunta que la

temperatura mínima está aumentando, pero si en el grupo Bb la tasa de cambio es positiva, lo que está sugiriendo es que se encuentra disminuyendo.

Cuando se llegue a manifestar contradicción entre los grupos de la misma temperatura, aumento por un lado y por el otro una disminución, existe la posibilidad que la temperatura esté presentando estacionalidad, para ello se puede verificar con la tasa de cambio por cada década obtenida en la sección de indicadores adaptados.

En el caso del grupo C, los rangos (DTR y ETR) señalan la relación de la temperatura mínima con la máxima, y la media permite observar de manera general como ha cambiado el clima en la estación.

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos después de aplicar la metodología, desde la selección de los datos, el tratamiento para completarlos y los resultados que estos dieron después de realizar los procedimientos necesarios para la obtención de los indicadores, y se explica lo que dicen acerca de la CSRL.

### 4.1. ANÁLISIS PREVIO DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

En CSRL se localizan cinco (5) estaciones climáticas del IDEAM que poseen una serie de datos de temperaturas con información disponible desde 1978 hasta 2016 (38 años) (**Tabla 5**), de esta manera se obtienen 22 años para el periodo base y 16 años para el periodo de estudio:

**Tabla 5 Estaciones Climatológicas de Estudio.**

NOMBRE	TIPO	MUNICIPIO	COORDENADAS	ALTURA (m.s.n.m.)	FECHA INICIO	FECHA FINAL	AÑOS ACTIVA
UNIV IND SANTANDER	CP	BUCARAMANGA	708 N 7307 W	1018	1978	2003	25
VIVERO SURATA	CO	SURATA	721 N 7259 W	1725	1978	2016	38
LLANO GRANDE	CO	GIRÓN	701 N 7310 W	777	1978	2016	38
BERLIN	CP	TONA	711 N 7252 W	3214	1978	2016	38
APTO PALONEGRO	SP	LEBRIJA	703 N 7311 W	1189	1978	2016	38

\*CP= CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL CO=ORDINARIA SP=SINÓPTICA PRINCIPAL.

En los municipios de Bucaramanga, Girón, Lebrija, Suratá y Tona se ubican las estaciones seleccionadas y respectivamente corresponde a UIS, Llano grande, Apto Palonegro, Vivero Suratá y Berlín.

Estación como UIS, Vivero Suratá y Llano Grande presentan registros discontinuos en el periodo de estudio, teniendo como caso crítico en la Uis con el 86% de los datos faltantes. Se aprovechó la proximidad geométrica entre las estaciones en cuestión con puntos de monitoreo de la Entidad Ambiental de la región (CDMB) para completar las series de temperatura (**Anexo B**), calculando la proporción de los registros que comparten ambas estaciones.

A los registros ya complementados se les realizó el análisis de outliers, y sus resultados se sintetizan a continuación (**Tabla 6-8**), donde se presenta una breve explicación de lo que pudo haber sucedido:

**Tabla 6. Outliers de Bucaramanga.**

<b>Bucaramanga</b>				
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Extremo</b>	<b>Fecha</b>	<b>¿Qué pasó?</b>
13.6	Mínima	Inferior	10/03/1984	Fenómeno NIÑA
19.4	Máxima	Inferior	12/03/1989	
15	Mínima	Inferior	15/03/2002	Acaba de salir de un fenómeno de la Niña fuerte
18.8	Máxima	Inferior	20/12/2010	El año inicio Niño. Terminó Niña intenso
17.7	Media	Inferior	20/12/2010 [23]	

**Tabla 7 Outliers de Suratá.**

<b>Suratá</b>				
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Extremo</b>	<b>Fecha</b>	<b>¿Qué pasó?</b>
14	Media	Inferior	08/11/1984	Fenómeno NIÑA

**Tabla 8. Outliers de Tona.**

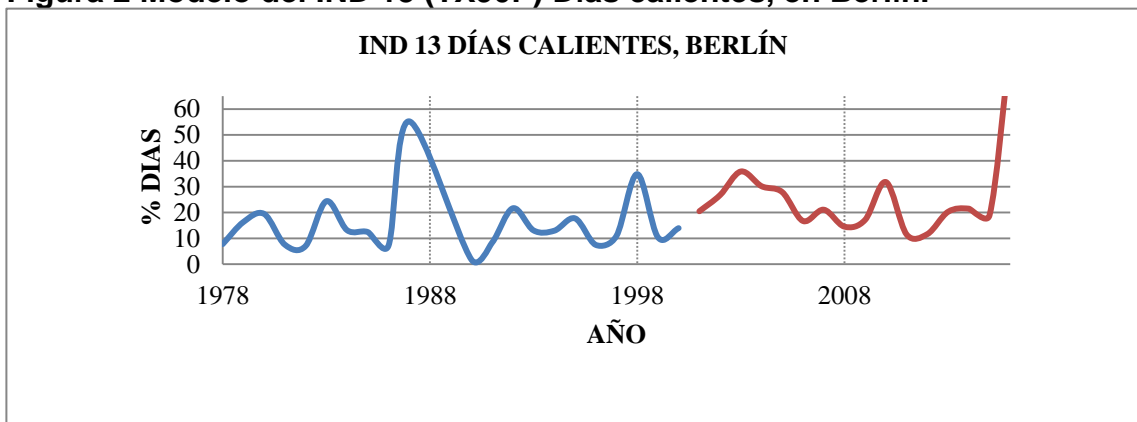
Tona				
Temperatura (°C)	Tipo	Extremo	Fecha	¿Qué pasó?
3.4	Media	Inferior	04/01/2000	Fenómeno NIÑA
4.1	Media	Inferior	01/01/2003 17/01/2003 27/02/2003	A principios del 2003 el Niño perdió intensidad pero después estabilizó
-9.8	Mínima	Inferior	04/01/2000 18/03/2000 01/12/2001 04/12/2001 19/01/2002 10/02/2002	Fenómeno de la NIÑA intenso desde final 98 hasta 2001 Acaba de salir de un fenómeno de la Niña fuerte

Gran parte de los outliers fueron temperaturas extremas inferiores, lo cual quiere decir que lo habitual es tener temperaturas altas, lo que señala un calentamiento, razón por la que en la mayoría de los años de este siglo, se encuentran los 10 años más calurosos registrados. De este modo, el cambio climático posiblemente, esté afectando los fenómenos como el ENOS, debido a que presentaron casos donde los fenómenos de la NIÑA son extremadamente fuertes y duraderos, que incluso llegan a presentar terribles inundaciones [24] [25] capaces de dejar secuelas en los años posteriores, finalizando su efecto a comienzos del fenómeno del NIÑO, generando consecuentemente datos atípicos [26] [23] e incluso evidenciar granizadas en pisos cálidos [27].

## 4.2 INDICADORES CLIMDEX

En la estación de Berlín, el año 2016 solo cuenta con los tres (3) primeros meses, los cuales representan demasiada anomalía en los indicadores, como se evidencia en la **Figura 2**, por lo que se optó por eliminar este año de los indicadores donde se obtenía este comportamiento [28].

**Figura 2 Modelo del IND 13 (TX90P) Días calientes, en Berlín.**



Para el cálculo de los indicadores una vez obtenido las ventanas de cinco (5) días, se hallaron los percentiles, los cuales representan límites definir si un día se puede considerar frío o caliente, éstos se encuentran en las **Tabla 9- Tabla 12**:

**Tabla 9. Percentil 10 de la temperatura mínima de las estaciones.**

<b>PERCENTIL TN10P</b>	
<b>Estación</b>	<b>Temperatura</b>
<b>Berlín</b>	1.52°C
<b>V. Suratá</b>	12.8°C
<b>A. Palonegro</b>	17.78 °C
<b>UIS</b>	18.12°C
<b>Llano Grande</b>	18.25°C

**Tabla 10. Percentil 10 de la temperatura máxima de las estaciones.**

<b>PERCENTIL TX10P</b>	
<b>Estación</b>	<b>Temperatura</b>
<b>Berlín</b>	12°C
<b>V. Suratá</b>	22.72°C
<b>A. Palonegro</b>	24.08 °C
<b>UIS</b>	26.56°C
<b>Llano Grande</b>	29.24°C

**Tabla 11. Percentil 90 de la temperatura mínima de las estaciones.**

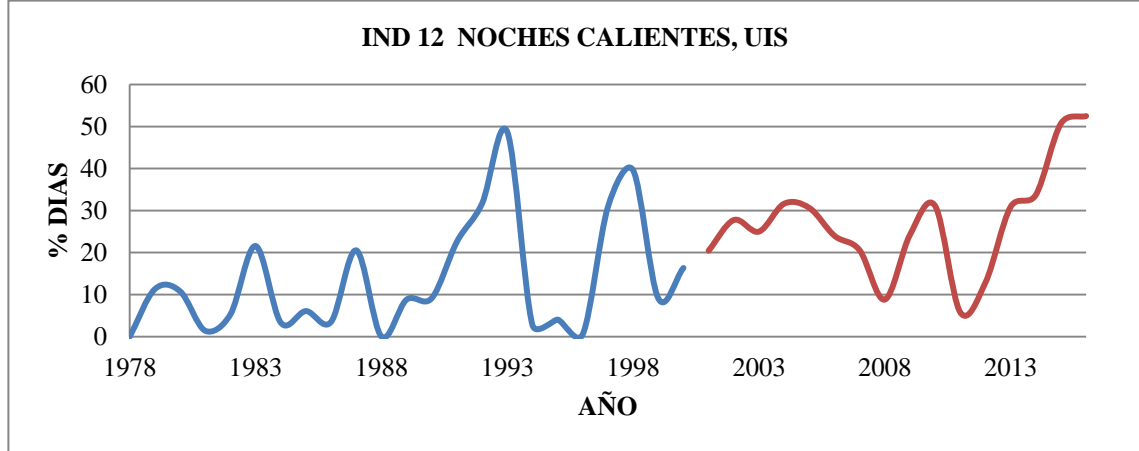
<b>PERCENTIL TN90P</b>	
<b>Estación</b>	<b>Temperatura</b>
<b>Berlín</b>	6.36°C
<b>V. Suratá</b>	15.28
<b>A. Palonegro</b>	19.44°C
<b>UIS</b>	20.32
<b>Llano Grande</b>	20.56°C

**Tabla 12. Percentil 90 de la temperatura máxima de las estaciones.**

<b>PERCENTIL TX90P</b>	
<b>Estación</b>	<b>Temperatura</b>
<b>Berlín</b>	15.04°C
<b>V. Suratá</b>	26.12°C
<b>A. Palonegro</b>	26.64°C
<b>UIS</b>	29.75°C
<b>Llano Grande</b>	31.96°C

Como se puede ver en los percentiles (**Tabla 9- Tabla 12**), Berlín siempre tiene la menor temperatura, lo que corresponde a su nivel en los pisos térmicos (Páramo bajo), sin embargo, las demás estaciones presentan similitudes con las estaciones más cercana en altura, sobre todo la estación de UIS.

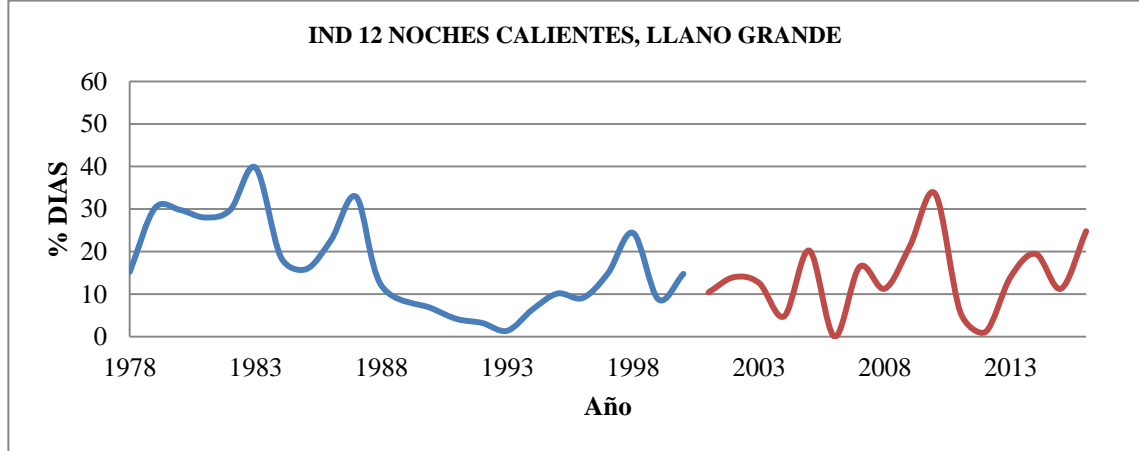
**Figura 3 Modelo del IND 12 (TN90P) Noches calientes, en la estación UIS.**



Aunque la relación de la UIS- Llano grande difiere en algunos indicadores, sobre todo aquellos que tienen que ver con la temperatura mínima; como se puede ver las

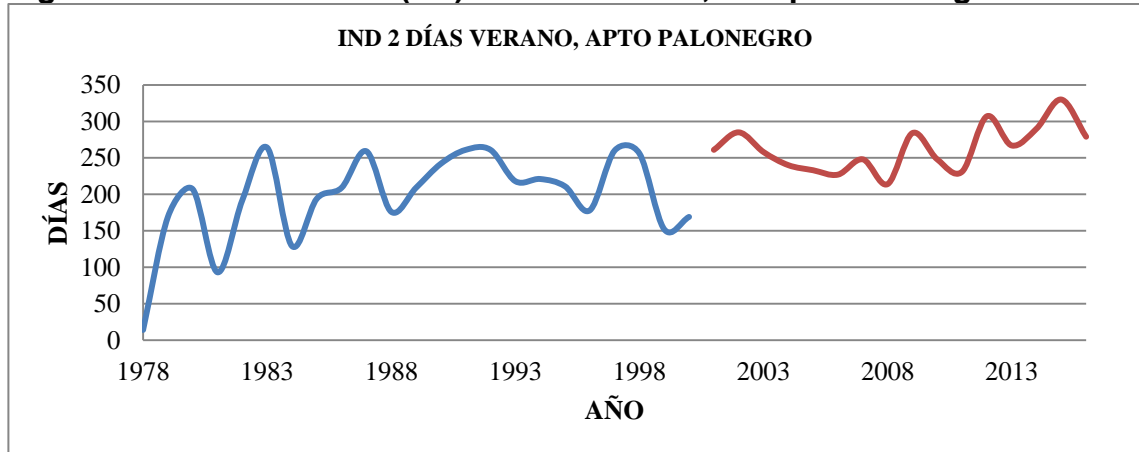
**Figura 3** y **Figura 4** , en la primera se muestra un aumento de las noches calientes. Cada vez hay más días con temperatura nocturna superior a 20.32°C; mientras que la segunda evidencia una disminución en los días con la temperatura mínima superior a 20.56°C, esto quiere decir que en las noches es probable que la temperatura en Bucaramanga sea mayor que en Girón.

**Figura 4 Modelo del IND 12 (TN90P) Noches calientes, en Llano Grande.**



**4.2.1. Análisis de tendencias.** Después de calcular los 16 indicadores a cada una de las cinco (5) estaciones a lo largo del periodo del registro (Anexo C y D), se obtuvieron series de tiempo de dichos indicadores, cada una de éstas puede presentar tendencia o estacionalidad, los valles o picos pronunciados suelen indicar que se presentó un fenómeno de la Niña o el Niño según el tipo de indicador, por ejemplo Figura 5, se presenta un pico pronunciado en 1998, este año concuerda con un fenómeno del NIÑO que inicio en la segunda mitad de 1997 y termino a mitad de 1998 [26].

**Figura 5 Modelo de IND 2 (SU) Días de verano, en Apto Palonegro.**



Los análisis cualitativos de tendencia se llevaron a cabo según los límites definidos por las cartas de control, teniendo en cuenta que los criterios de éstas (**Tabla 14**):

**Tabla 13 Criterios para realizar los gráficos de control X**

<b>Población</b>	<b>Cuenca Superior del Río Lebrija</b>
<b>Muestras</b>	1 Berlín, 2 Vivero Suratá, 3 Apto Palonegro, 4 UIS, 5 Llano Grande
<b>n</b>	Varía según el tipo de registro

\* n: Tamaño de la muestra.

Para los indicadores que cuentan días se tiene el procedimiento sintetizado en las siguientes tablas (**Tablas 14-16**):

**Tabla 14 Tasas de cambio de los indicadores ClimDex en las cinco (5) estaciones que registran días.**

Estaciones:			Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande	
#	Indicador	Registro en	TASAS DE CAMBIO					n
1	Días helados	Días / década	0,02	NA	NA	NA	NA	1
2	Días verano	Días / década	NA	15,99	33,76	CTE	CTE	2
4	Noches verano	Días / década	NA	NA	1,44	38,96	0,64	3
14	Temporada cálida	Días / década	5,69	5,33	14,35	3,13	7,3	4
15	Temporada Fría	Días / década	-1,28	6,52	-1,58	-1,59	-2,37	5

\* Valores obtenidos del análisis de tendencia lineal en Minitab, donde NA: No aplica, CTE: Es contante, todos los días cumplen el requisito del indicador, Datos extraídos del Anexo D multiplicado por 10; n=5, entonces  $A2=0.577$ .

**Tabla 15 Promedio de las tasas de cambio de días/ década.**

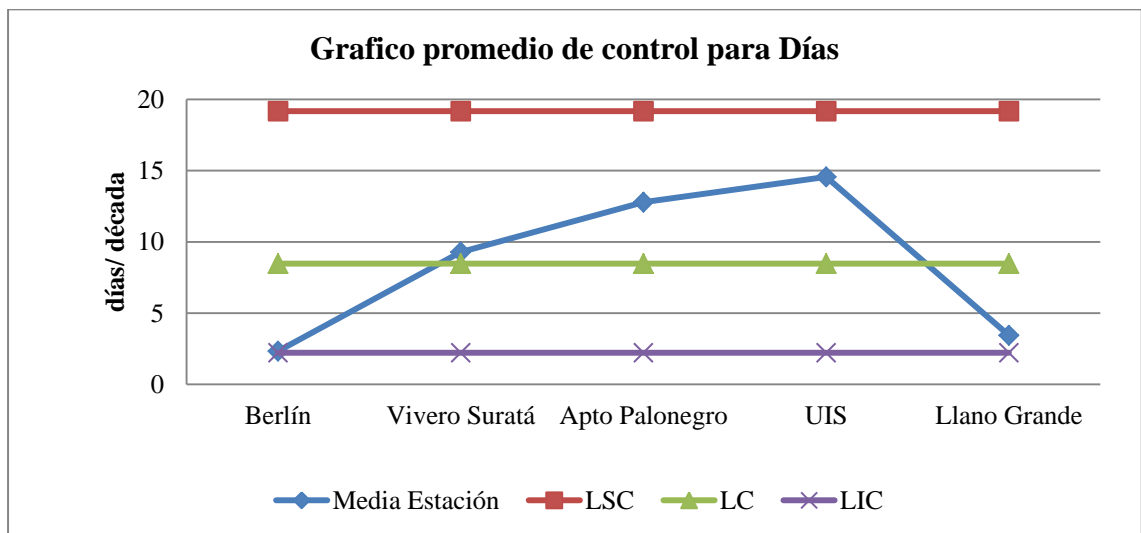
Estación:	Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande	Promedio total
<b>Promedio:</b>	2,330	9,280	12,783	14,560	3,437	8,478
<b>Rango:</b>	5,67	10,66	32,32	37,37	6,66	18,536

Aplicamos las ecuaciones 3 y 4:

$$LSC = \bar{x} + A_2 * \bar{R} \quad \Rightarrow \quad LSC = |8.48 + 0.577 * 18.54| = 19.17$$

$$LIC = \bar{x} - A_2 * \bar{R} \quad \Rightarrow \quad LIC = |8.48 - 0.577 * 18.54| = 2.22$$

**Figura 6 Carta de control por promedios para las tasas de cambio días / década.**



**Tabla 16. Límites para indicadores que se mide en días.**

<b>Indicadores que calculan Días</b>		
<b>límite inferior (días / década)</b>	<b>límite superior (días / década)</b>	<b>Tendencia</b>
<b>±19.17</b>	<b>±&gt; (mayor)</b>	<b>Muy Fuerte</b>
<b>±8.48</b>	<b>±19.16</b>	<b>Fuerte</b>
<b>±2.22</b>	<b>±8.47</b>	<b>Leve</b>
<b>0</b>	<b>±2.21</b>	<b>Sin tendencia</b>

\*Límites para análisis cualitativo de las tasas de cambio anual de los indicadores que cuentan días. Indicadores 1, 2, 4, 14 y 15.

Para los indicadores que cuentan porcentaje de días se tiene el procedimiento sintetizado en las siguientes tablas (**Tablas 17-19**):

**Tabla 17. Tasas de cambio de los indicadores ClimDex en las cinco (5) estaciones que registran porcentaje de días.**

Estaciones:			Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande	
#	Indicador	Registro en	TASAS DE CAMBIO					n
10	Noches frías	% días / década	1,01	0,2	2,37	5,09	2,13	1
11	Días fríos	% días / década	2,18	0,02	4,45	4,36	0,06	2
12	Noches Calientes	% días / década	5,89	1,45	1,48	7,32	2,41	3
13	Días calientes	% días / década	2,29	2,32	6,69	3,83	3,52	4

Valores obtenidos del análisis de tendencia lineal en Minitab, donde NA: No aplica, CTE: Es contante, todos los días cumplen el requisito del indicador, Datos extraídos del Anexo D multiplicado por 10; n=4, entonces A2=0,729.

**Tabla 18. Promedio de las tasas de cambio de % días / década.**

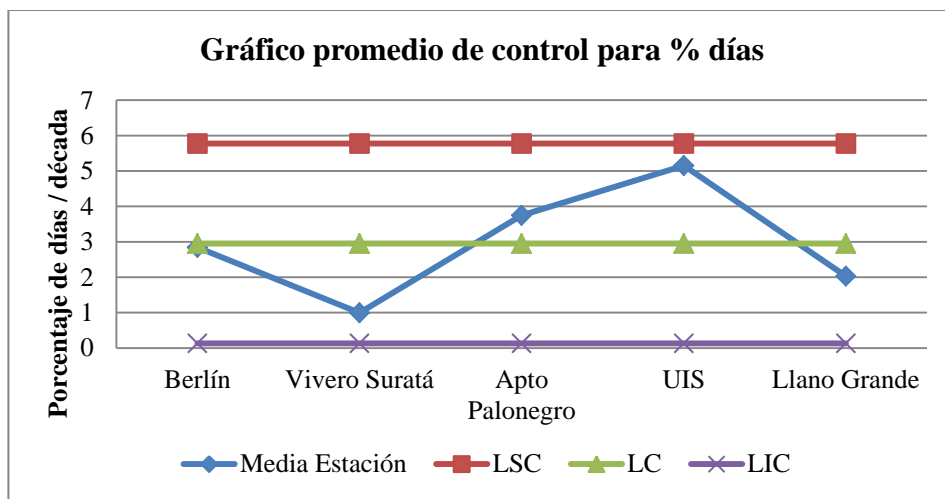
Estación:	Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande	Promedio total
<b>Promedio:</b>	2,011	0,863	2,764	3,51	1,515	2,954
<b>Rango:</b>	4,88	2,3	5,21	3,49	3,46	3,868

Aplicamos las ecuaciones 3 y 4:

$$LSC = \bar{x} + A_2 * \bar{R} \quad \Rightarrow \quad LSC = |2.954 + 0.729 * 3.868| = 5.77$$

$$LIC = \bar{x} - A_2 * \bar{R} \quad \Rightarrow \quad LIC = |2.954 - 0.729 * 3.868| = 0.13$$

**Figura 7 Carta de control por promedios para las tasas de cambio % días / década.**



**Tabla 19. Límites para indicadores que se miden en porcentaje de días.**

Indicadores que calculan % Días		
límite inferior (%días / década)	límite superior (%días / década)	Tendencia
±5.77	±> 5.77	Muy Fuerte
±2.95	±5.76	Fuerte
±0.13	±2.94	Leve
0	±0.13	Sin tendencia

\*Límites para análisis cualitativo de las tasas de cambio anual de los indicadores que cuentan días mediante porcentajes. Indicadores 10-13.

Para los indicadores que registran temperaturas se tiene el procedimiento sintetizado en las siguientes tablas (**Tablas 20-22**):

**Tabla 20. Tasas de cambio de los indicadores en las cinco (5) estaciones que registran temperatura.**

Estaciones:			Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande	
#	Indicador	Registro en	TASAS DE CAMBIO					n
6	Máx. T. diurna	°C / década	0,24	0,14	0,42	0,19	0,54	1
7	Máx. T. nocturna	°C / década	0,14	0,03	0,02	0,25	0,04	2
8	Mín. T. diurna	°C / década	0,11	0,002	0,11	0,3	0,2	3
9	Mín. T. nocturna	°C / década	0,38	0,2	0,07	0,58	0,03	4
16	Rango promedio	°C / década	0,08	0,14	0,25	0,004	0,1259	5
ETR	Rango máximo	°C / década	0,05	0,015	0,28	0,19	0,31	6
<b>MEDIA</b>	T. Media	°C / década	0,14	0,2	0,22	0,29	0,27	<b>7</b>

Valores obtenidos del análisis de tendencia lineal en Minitab, donde T: Temperatura, NA: No aplica, CTE: Es contante, todos los días cumplen el requisito del indicador, Datos extraídos del Anexo D multiplicado por 10; n=7, entonces A2=0.419.

**Tabla 21 Promedio de las tasas de cambio de °C/ década.**

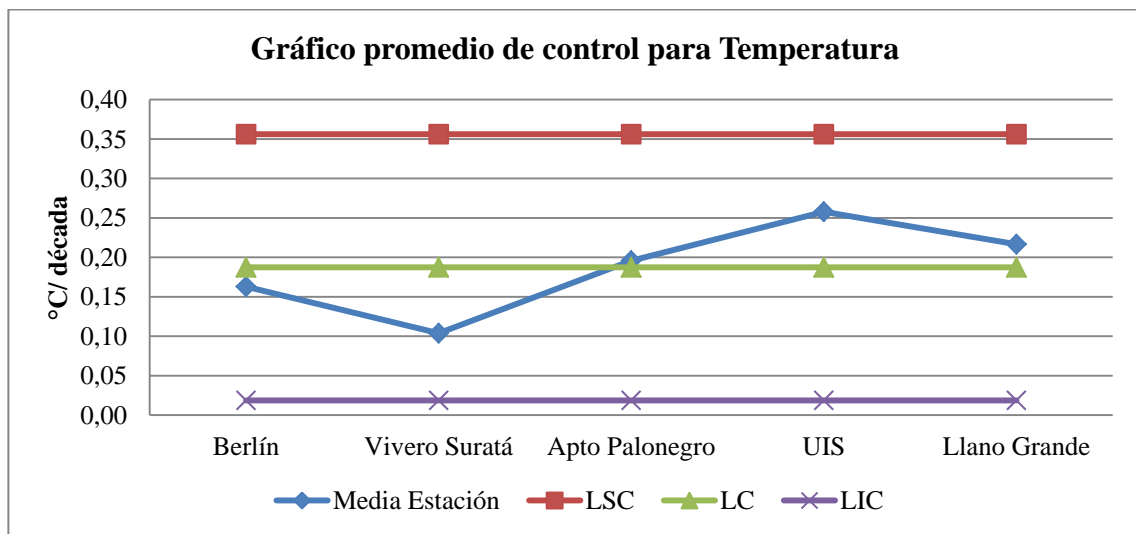
Estación:	Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande	Promedio total
<b>Promedio:</b>	0,163	0,104	0,196	0,258	0,217	0,187
<b>Rango:</b>	0,33	0,198	0,4	0,576	0,51	0,403

Aplicamos las ecuaciones 3 y 4:

$$LSC = \bar{x} + A_2 * \bar{R} \quad \Rightarrow \quad LSC = |0.19 + 0.419 * 0.403| = 0.356$$

$$LIC = \bar{x} - A_2 * \bar{R} \quad \Rightarrow \quad LIC = |0.19 - 0.419 * 0.403| = 0.019$$

**Figura 8 Carta de control por promedios para las tasas de cambio °C / década.**



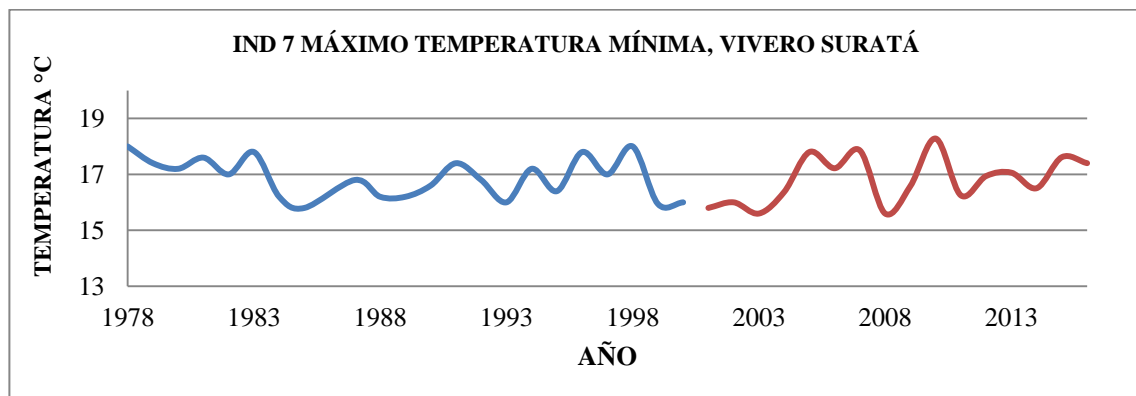
**Tabla 22. Límites para para indicadores que se miden en temperatura.**

Indicador que calculan temperatura		
límite inferior (°C/década)	límite superior (°C/ década)	Tendencia
±0.36	±>0.36	Muy Fuerte
±0.19	±0.35	Fuerte
±0.02	±0.18	Leve
0	±0.01	Sin tendencia

\*Límites para análisis cualitativo de las tasas de cambio anual de los indicadores que registran temperatura. Indicadores 6-9, 16, ETR, Temperatura media.

El estado estacional en la evaluación de eventos extremos ocurre de forma poco frecuente, sin embargo, en la evaluación del indicador 7, TNx, en el punto de monitorio de Vivero Suratá (**Figura 9**), el valor máximo en la temperatura mínima anual es de 16.9°C, y se mantiene cercano a este valor, demostrando estacionalidad en el periodo de análisis.

**Figura 9 Modelo de IND 7 (TNx) Valor máximo de la temperatura mínima, en Vivero Suratá.**



Con estos resultados y la clasificación obtenida, se infiere de los indicadores:

El Indicador 1 (FD) “número de días helados” solo aplica a la estación de Berlín, la cual representa una estacionalidad alrededor de los 20 días.

El indicador 2 (SU) “días de verano” aunque solo es aplicable a Vivero Suratá y Apto Palonegro, debido a que las demás estaciones siempre tienen temperaturas superiores a los 25°C o nunca alcanza dicho valor, mostró tendencias fuertes y muy fuertes con aumentos mayores a los 16 días por cada década.

El indicador 4 (TR) “noches de verano”, en Berlín y Vivero Suratá no presentan temperaturas mínimas que superen los 20°C, mientras que en las estaciones del Apto Palonegro y Llano Grande no presenta gradiente de variación, mientras que en la UIS se exhibe un aumento muy fuerte, con cerca de 39 días por década, equivalente a más de un mes, de continuar de esta manera para 2080 posiblemente todas las noches en Bucaramanga sean de verano.

El Indicador 6 (TXx) “valor máximo de la temperatura máxima” y el Indicador 8 (TXn) “valor mínimo de la temperatura máxima” en todas las estaciones, la temperatura máxima/diurna fluctúa en un rango, que cada año se hace más grande; porque su límite superior aumenta a la vez que disminuye su inferior; a excepción de Apto Palonegro cuyo límite inferior aumenta con 0.11°C por década, aunque no con la misma intensidad que lo hace su límite superior a 0.42°C.

Con respecto a la temperatura nocturna el Indicador 7 (TNx) “valor máximo de la Temperatura mínima” y el indicador 9 (TNn) “valor mínimo de la temperatura mínima” indican que en Berlín y en la UIS la temperatura nocturna está disminuyendo su rango de valores, ya sea que sus límites superior e inferior están en aumento principalmente su límite inferior, lo cual señala que la temperatura mínima está aumentando en estas dos estaciones. Por otro lado, en las demás se presenta un aumento en su límite inferior y una disminución de su límite superior, por lo cual el rango para la temperatura nocturna está acortándose.

Los indicadores 10 (TN10P) “noches frías” y 15 (CSDI) “temporada fría”, el primero cuenta los días con temperatura mínima inferiores a sus percentiles 10 (**Tabla 9**), en el segundo tiene la condición que al menos deben ser 6 días seguidos; solo en Vivero Suratá hay cada vez más noches con temperatura inferior a 12.8°C, lo cual puede sugerir que la temperatura nocturna esté disminuyendo. Por otro lado en las demás estaciones, se evidencia es una disminución en los indicadores, en Llano Grande se presentan en ambos, mientras que las demás estaciones lo hace con los días que cumplen la condición, pero la cantidad de días seguidos muestra estacionalidad, siendo éstos escasos.

El indicador 11 (TX10P) “días fríos”, todos indicadores indican disminución aunque en realidad Vivero Suratá y Llano Grande presentan estacionalidad de acuerdo a los límites definidos en la **Tabla 19** Por otro lado, en Apto Palonegro y la UIS lo hace de manera fuerte con valores parecidos de 4.5% de días/ 10 años.

El indicador 12 (TN90P) “noches calientes” presenta una disminución en Vivero Suratá y Llano Grande, un descenso de aproximadamente 2% por cada década, lo equivalente a una semana. Por otro lado, las demás estaciones presentan un aumento, y de manera muy fuerte Berlín y UIS, con un incremento de 6.5% días por cada década, el equivalente a 24 días.

Los indicadores 13 (TX90P) “días calientes” y 14 (WSDI) “temporada cálida”, en el primero se cuenta los días con temperatura máxima superior a sus percentiles 90 (**Tabla 12**), en el segundo tiene la condición de que al menos deben ser seis (6) días cálidos seguidos. En todas las estaciones se presenta un aumento en ambos indicadores, el caso más crítico fue en Apto Palonegro debido a que tiene un incremento de 6.7% de los días con temperatura máxima superior a 26.64°C, el equivalente a 24 días; donde cerca de la mitad (14) son seguidos que incrementan considerablemente la temporada cálida. Estos indicadores sugieren un aumento en la temperatura diurna.

Las estaciones Apto Palonegro y la UIS presentan un comportamiento bastante similar con respecto a los indicadores, esto se puede deber a que se encuentran ubicadas por encima de los 1000 m.s.n.m. (**Anexo A**), donde la temperatura máxima de la primera estación presenta una tendencia más fuerte que la segunda, y para la temperatura mínima es la UIS, que tiene una tasa de cambio más fuerte.

El comportamiento de la temperatura mínima de la UIS es comparable con el obtenido en Berlín, ya que ambas llegan a tener tasas de cambio muy fuertes en algunos indicadores (4, 9, 12) de forma ocasional en la temperatura nocturna.

#### **4.3 INDICADORES ADAPTADOS**

Para analizar el rango entre la temperatura diurna y nocturna es preferible hacerlo junto al indicador ETR (**Tabla 20**), para conocer no solo el promedio sino la variación que este presenta, ya que aunque se presentan casos donde su comportamiento es similar en ambos indicadores (16DTR y ETR). En Berlín, éstos están disminuyendo a una tasa muy parecida de  $0.6^{\circ}\text{C}/10$  años, lo que quiere decir que la diferencia entre la temperatura mínima y máxima está disminuyendo de manera homogénea; y en caso de Llano Grande y Apto Palonegro, ambos indicadores están aumentando, lo que sugiere que la diferencia está aumentando, dado que algunos indicadores (7 y 12) sugieren una disminución en la temperatura mínima, se puede inferir que es la temperatura máxima la que está aumentando mucho más rápida que mínima.

En Vivero Suratá, DTR está aumentando a una tasa mayor que el rango máximo, de esta manera, la diferencia entre temperaturas va aumentando, pero éstas varían de manera más constante. En el caso de la UIS, se encontró que el promedio se mantiene estacionario, mientras ETR disminuye de manera fuerte, lo

que quiere decir que en general la diferencia entre temperatura se mantiene estable, alrededor de 8.7°C (**Anexo C**), mientras que la variación en sí de cada tipo de temperatura es lo hace manera irregular, confirmando lo obtenido en el análisis de los indicadores 6(TXx) y 8(TXn).

En todas las estaciones se presenta un aumento fuerte en la temperatura media a excepción de Berlín, que es leve. En general la temperatura ha estado aumentando. Para completar la información obtenida de los indicadores, se realizó el mismo procedimiento del indicador “media”, a las temperaturas mínima y máxima (**Anexo D**), cuyos resultados se sintetizan en la **Tabla 23**.

**Tabla 23. Aumento de la temperatura por cada década.**

	Temperatura/ tasa de cambio	MÁX	MÍN	MEDIA
Berlín	°C/ 10 años	0.14	0.18	0.14
Vivero Suratá		0.07	-0.04	0.20
Apto Palonegro		0.31	0.07	0.22
UIS		0.28	0.31	0.29
Llano Grande		0.12	0	0.27

La temperatura media presenta un aumento en todas las estaciones, mayormente en la zona cálida de la cuenca, en las estaciones UIS y Llano Grande. Con la temperatura mínima, se presenta todas las posibilidades, disminución en Vivero Suratá, estacionalidad en Llano Grande, y aumento en las demás estaciones

principalmente la UIS. La temperatura máxima presentó un mayor aumento en las estaciones de Apto Palonegro y la UIS.

La estación UIS, presenta la peor condición, debido a que las tres temperaturas (diurna, nocturna y media) de continuar con esas tasas de cambio sugieren que para el 2035, el aumento total será de 4.55 °C, en tanto que la estimación para esa fecha es un aumento de 0,7°C desde la era industrial, según el IPCC [1]. Por otro lado, la estación de Berlín está en un escenario crítico, ya que con esas tendencias sugieren un aumento de 3.37°C para finales de siglo.

#### **4.4. ASOCIACIONES**

Para analizar mejor los resultados de los indicadores se agruparon tal como se explicó en el numeral **3.5**, de acuerdo a la temperatura (A: temperatura máxima, B: temperatura mínima) y el significado si su tendencia fuera positiva (a: calentamiento, b: enfriamiento), de este modo se puede evaluar cualitativamente las estaciones de manera general (**Anexo E**). De esta manera los resultados obtenidos de las tasas de cambio cualitativamente serían (**Tabla 24**):

**Tabla 24 Clasificación cualitativa organizada por grupos de todos los indicadores.**

Estaciones			Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande
Grupo	#	Indicador	Tendencia				
Aa	2	Días verano	NA	++	+++	CTE	CTE
	6	Máx. T. diurna	++	+	+++	++	+++
	8	Mín. T. diurna	-	x	+	--	--
	13	Días calientes	+	+	+++	++	++
	14	Temporada cálida	+	+	++	+	+
Ab	11	Días fríos	-	x	--	--	x
Ba	4	Noches verano	NA	NA	x	+++	x
	7	Máx. T. nocturna	+	-	-	++	-
	9	Mín. T. nocturna	+++	++	+	+++	+
	12	Noches Calientes	+++	-	+	+++	-
Bb	1	Días helados	x	NA	NA	NA	NA
	10	Noches frías	-	+	-	--	-
	15	Temporada Fría	x	+	x	x	-
C	16	Rango promedio	-	+	++	x	+
	ETR	Rango máximo	-	-	++	--	++
	Media	T. Media	+	++	++	++	++

\* T: Temperatura, x: Sin tendencia, -: Disminución leve, --: Disminución fuerte, +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte, +++:Aumento muy fuerte comparado con la CSRL, NA: No aplica, CTE: Todos los día se cumple la condición del indicador.

Para sintetizar los anteriores resultados se promedian los símbolos, redondeando a su entero absoluto superior, con el de obtener la **Tabla 25**:

**Tabla 25. Resultados cualitativo por asociaciones.**

	Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande
<b>Asoc.</b>	<b>Tendencia</b>				
<b>Aa</b>	+	+	+++	+	+
<b>Ab</b>	-	x	--	--	x
<b>Ba</b>	+++	x	+	+++	-
<b>Bb</b>	-	+	-	-	-

\* Asoc.: asociación x: Sin tendencia, -: Disminución leve, --: Disminución fuerte, +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte, +++:Aumento muy fuerte comparado con la CSRL.

El grupo Aa muestra un aumento leve en todas los puntos de monitoreo de manera leve, y muy fuerte en Apto Palonegro. En el grupo Ab, las estaciones Vivero Suratá y Llano Grande, presenta una tendencia negativa leve en Berlín, y fuerte en Apto Palonegro y la UIS, recordando que la tendencia negativa en este grupo lo significa es calentamiento, entonces en general la temperatura máxima en la CSRL ha estado aumentando, principalmente en las estaciones de Apto Palonegro y la UIS confirmando las tendencias obtenidas por el IDEAM [16] [17] para estas dos (2) estaciones y no tanto, en Vivero Suratá y Llano Grande.

En el grupo Ba se presenta solo una disminución leve en la estación de Llano Grande, una aparente estacionalidad en Vivero Suratá, un aumento leve en Apto Palonegro y muy fuerte tanto en Berlín como en la UIS. En el grupo Bb, en todas las estaciones se presenta una disminución leve, a excepción de Vivero Suratá

que presenta un aumento. En general, la temperatura mínima se comporta de manera estacionaria en Vivero Suratá y Llano Grande, en las demás se presenta un aumento de la temperatura mínima, principalmente en la UIS y Berlín confirmando las tendencias de aumento obtenidas por el IDEAM [16] [17].

Dado que Vivero Suratá presentó leves variaciones en los indicadores de temperatura mínima presentando una ligera tendencia a disminuir, indicando enfriamiento, el indicador CSDI demuestra un mayor número de días de temporada fría, evidenciando una disminución en la temperatura mínima. Posiblemente, lo anterior se deba a que el municipio de Suratá y la estación se encuentran cerca de los 2000 m.s.n.m., y tiene características de clima “frío”, ya que parece llevar la temperatura mínima al extremo contrario propuesto por el IPCC acerca de la disminución de noches calientes (TN90P) [1], por lo cual la temperatura mínima disminuye, resultado opuesto a lo obtenido por el IDEAM [17], sin embargo la tasa de cambio es muy leve ( $-0.04^{\circ}\text{C}/10$  años. Por otra parte, la temperatura máxima aumenta; resultado que no fue deducible en aquel informe [17].

Llano Grande presenta un caso similar al anterior, con la diferencia en su tasa de cambio, que es nula; este comportamiento es bastante inusual dado que el municipio se ubica en un clima cálido, sin embargo en el trabajo del IDEAM [17], la temperatura mínima disminuía. Por otro lado, la temperatura máxima aumenta, al igual que en aquella publicación [17].

En Berlín, además de confirmarse la tendencia de aumento de la temperatura máxima con el informe del IDEAM [17], en este artículo se logra deducir que la temperatura mínima está aumentando en promedio más en comparación con la mayoría de las otras estaciones, situación que en la publicación [17] no fue posible concluir con los indicadores, sin embargo, habían calculado una tasa de cambio para esta estación en la cual la temperatura mínima aumentaba ( $0.04^{\circ}\text{C}/10$  años). Tras incluir los años 2011-2016 se presenta un aumento más significativo

con 0.18°C (**Tabla 23**), aunque la tasa de cambio de la temperatura máxima disminuyó, es la tercera con más aumento, lo cual es preocupante por estar localizada en un páramo bajo.

#### **4.5 COMPARACIÓN DEL PERIODO BASE FRENTE AL PERIODO DE ESTUDIO**

Para percibir si los efectos del cambio climático han aumentado o disminuido en últimos años (periodo de estudio) en comparación con lo ocurrido anteriormente (periodo base) en la CSRL., se pone en paralelo las tendencias de ambos periodos, la mayor de ellas implica donde han sido más fuertes los efectos del cambio climático. Este procedimiento es importante para llevar un control e identificar si las estrategias de mitigación han logrado contrarrestar el cambio climático.

**4.5.1. Tendencia.** Para el análisis de las tendencias del periodo se realiza el mismo procedimiento de los indicadores, las gráficas se pueden detallar en el **Anexo F0**, cuyos resultados se encuentran en el **Anexo G**.

Dentro de los resultados obtenidos en el análisis de tendencia del periodo base (antes del 2000) y el periodo de estudio (después del 2000), cabe destacar que se presentaron situaciones donde las tendencias de la serie completa del indicador y el análisis por periodos fueron opuestos:

- El indicador 7 (TNx) de Berlín, el indicador 6 (TXx) y 10 (TN10P) de Vivero Suratá, y con el indicador ETR en Llano Grande. Esto se debe a que lo

valores registrados después del 2000 son más elevados en comparación con los del periodo base.

- Para indicador 15 (CSDI) en Llano Grande, ocurre lo contrario, los datos antes del 2000 son más altos en comparación con los periodo de estudio.

El resultado de la tendencia de la serie completa se debe a la relación de ambos periodos, implicando que su aporte está dado de igual proporción. Tras realizar un comparativo entre las tendencias obtenidas en ambos periodos con la serie completa, se definió qué periodo fue la que más se vio afectada por el cambio climático (**Anexo G**), finalmente se agrupo para resumir los resultados fueron (**Tabla 26**), donde el C solo será lo recolectado de los rangos:

**Tabla 26. Periodo con tendencia más fuerte.**

	Berlín	Vivero Surata	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande
<b>Gp</b>	<b>Mayor aporte</b>				
<b>o</b>					
<b>Aa</b>	Base	Estudio	Estudio	Estudio	Estudio
<b>Ab</b>	Base	x	Ambos	Base	x
<b>Ba</b>	Estudio	Base	Base	Estudio	Base
<b>Bb</b>	Ambos	Ambos	Base	Estudio	Estudio
<b>C</b>	Estudio	Estudio	Estudio	Base	Estudio
	o				

\* Gpo: Grupo, Base: 1978-200, Estudio: 2001-2016, Ambos: el aporte a la tendencia completa, de ambos periodos es similar, x: no hubo tendencia, C: solo es rangos.

En Berlín la temperatura máxima tuvo mayor incremento en el periodo base, mientras que la temperatura mínima posiblemente ha aumentado más en el periodo de estudio, porque el grupo C muestra las mayores variaciones son después del 2000, y en el grupo Ba que esta temperatura presenta más tendencias a aumentar en el periodo de estudio.

En Vivero Suratá, la temperatura máxima aumenta principalmente después del 2000, mientras que la temperatura mínima parece aumentar más en el periodo base, sin embargo parece que el aumento de la temperatura diurna es mayor que temperatura nocturna ya que en el grupo C la mayor variación se da en el periodo de estudio.

En Apto Palonegro, la temperatura máxima aumenta principalmente después del 2000 por los grupos A, mientras que la mínima lo hace antes del 2000 por los grupos B, pero el grupo C dice que la temperatura con mayor variación es la máxima.

En la UIS, en el grupo B se sugiere que la temperatura mínima presenta mayor variación en el periodo base, mientras que con la temperatura máxima no es muy claro debido a que en el grupo Aa sugiere un periodo distinto al grupo Ab, aunque por el grupo C, se puede inferir que fue antes del 2000, ya que el único grupo en esta estación que coincide el cambio de mayor aumento es en el Ab (temperatura máxima).

En Llano Grande la temperatura máxima presenta más alteración por el cambio climático después del 2000, mientras que en la temperatura mínima no se puede establecer claramente qué periodo es el más relevante para los cambios de esta temperatura.

## 5. CONCLUSIONES

En este estudio se logró analizar la información disponible hasta el 2016, se evidenciaron tendencias en algunas estaciones, que en los estudios anteriores del IDEAM [16] [17] no fue posible observar.

Se encontró que los efectos del cambio climático se hacen más fuertes después del 2000, debido a que en la mayoría de los indicadores, las tendencias en el periodo de estudio fueron más pronunciadas que en el periodo base.

Estaciones como Berlín, Apto Palonegro y UIS, presentan días y noches más cálidas, mientras que los días fríos son cada vez menos. Por otro lado, la estación Vivero Suratá las noches frías presentan un comportamiento opuesto, y en el punto de monitoreo Llano Grande, las noches calientes disminuyen.

La mayoría de las temperaturas en la CSRL presentan tasas de crecimiento positivas, iguales a los diferentes escenarios del IPCC [1], e incluso superan el peor escenario, con aumentos superiores a 4.5°C para finales del siglo XXI, a excepción de algunas temperaturas mínimas, estimadas en aumentos inferiores a 2°C.

La temperatura máxima en la CSRL en general presenta un aumento, resultado análogo al obtenido por el IDEAM en el 2007 [16] y 2011 [17]. El aumento en la temperatura máxima es “muy fuerte” en las estaciones UIS y Apto Palonegro, según la clasificación utilizada en este proyecto; e incluso se encuentran ubicadas por encima de los escenarios planteados por el IPCC. Aunque Berlín no tiene tasas tan altas, si tiene tendencia “fuerte”, lo cual hace que su variedad de vegetación y sus recursos hídricos se vean afectados a largo plazo.

## 6. REFERENCIAS

- [1] Equipo Principal de Redacción, R. K. PACHAURI y L. A. MEYER, «Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio climático.,» IPCC, Ginebra, Suiza, 2014.
- [2] MESA SÁNCHEZ, Oscar ¿A dónde va a caer este globo?, Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2007.
- [3] Global Climate Change, «climate.nasa.gov,» NASA, 16 septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://climate.nasa.gov/evidence/>. [Último acceso: 19 julio 2017].
- [4] ROYERO GUTIÉRREZ, Jose María y CLAVIJO TORRES, Jairo. «Mapa geológico generalizado departamento de Santander. Memoria Explicativa,» INGEOMINAS, Bogotá, D.C., 2001.
- [5] MESA, Oscar; POVEDA German y CARVAJAL, Luis. Introducción al Clima en Colombia, Medellín: Imprenta Universidad Nacional, 1997.
- [6] ARENAS SEGURA, Juan Pablo y RUIZ LIZARRALDE, Juan Sebastián «Estudio de la variación del régimen de lluvias en la Cuenca Superior del Río Lebrija (C.S.R.L),» Trabajo de pregrado, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2005.
- [7] ESLAVA, Jesus «Climatología y diversidad climática de Colombia,» *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, vol. XVIII, nº 71, pp. 507-538, 1993.
- [8] CDMB, «Plan de ordenamiento y manejo ambiental subcuenca Río Suratá,»

- CDMB, Bucaramanga, 2007.
- [9] CDMB, «Plan de ordenamiento y manejo ambiental subcuenca Rio de Oro.,» CDMB, Bucaramanga, 2007.
- [10] CDMB, «Plan de ordenamiento y manejo ambiental subcuenca Lebrija Alto.,» CDMB, Bucaramanga, 2007.
- [11] SCHAUFELBERGER, P. «La clasificación natural de los climas,» *Cenicafe (Colombia)*, vol. XIII, nº 1, pp. 3-22, 1962.
- [12] Gobierno de Navarra, «meteo.navarra.es,» Gobierno de Navarra, 2 septiembre 2014. [En línea]. Available: <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>. [Último acceso: 11 Mayo 2017].
- [13] PETERSON, Thomas «Climate change indices,» *World Meteorological Organization Bulletin*, vol. 54, nº 2, pp. 83-86, abril 2005.
- [14] Contribution of Working Group I to the Fifth assessment Report of the Intergovernmental Panel On Climate Change, «Climate change 2013: The Physical Science Basis.,» IPCC, United Kingdom and New York, 2013.
- [15] ZHANG, Xuebin *et al* «Avoiding Inhomogeneity in Percentile-Based Indices of Temperature Extremes,» *Journal of Climate*, vol. 18, pp. 1641-1651, 2005.
- [16] BENAVIDES, Henry; MAYORGA MÁRQUEZ, Ruth y HURTADO MORENO, Gonzalo «Análisis de índices de extremos climáticos para Colombia usando el RCLimdex,» IDEAM, COLOMBIA, 2007.
- [17] MAYORGA M, Ruth; HURTADO, Gonzalo y BENAVIDES, Henry «Evidencias de cambio climático en Colombia con base en información estadística,» IDEAM, Colombia, 2011.

- [18] ARMENTA, Guillermo y RUIZ, José Franklyn «Indicadores de eventos extremos en los escenarios de cambio climático para el periodo 2011-2040,» IDEAM, Colombia, 2012.
- [19] PABÓN CAICEDO, Jose Daniel. «Cambio climático en Colombia: tendencias en la segunda mitad del siglo XX y escenarios posibles apra el siglo XXI,» *REV. ACAD. COLOMB. CIENC*, vol. 36, nº 139, pp. 261-278, 2012.
- [20] ETCCDI, «[www.climdex.org](http://www.climdex.org),» CLIMDEX UNSW, 29 Enero 2013. [En línea]. Available: <http://www.climdex.org/indices.html>. [Último acceso: 16 Junio 2016].
- [21] RENDÓN C, Hernán Darío. Control Estadístico de Calidad, Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, 2013.
- [22] MONTGOMERY, Douglas y GARCÍA, Rodolfo. Control estadístico de la calidad, España: Limusa Wiley, 2004.
- [23] Organización Meteorológica Mundial, «Declaración de la OMM sobre el estado del clima en 2010,» Organización Meteorológica Mundial, Ginebra- Suiza, 2011.
- [24] Vanguardia, «<http://www.vanguardia.com>,» Vanguardia liberal, 14 10 2011. [En línea]. Available: <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/126841-la-de-ayer-septima-lluvia-mas-fuerte-de-los-ultimos-anos-en-bucaramanga>. [Último acceso: 27 mayo 2017].
- [25] VanguardiaTV, «[www.youtube.com](http://www.youtube.com),» vanguardiacom, 7 12 2011. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=BkW8b59sVns>. [Último acceso: 15 mayo 2017].
- [26] Climate Prediction Center Internet Team, «[www.cpc.noaa.gov](http://www.cpc.noaa.gov),» National Weather Service, 4 Noviembre 2015. [En línea]. Available: [http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml).

[Último acceso: 5 Junio 2017].

- [27] Vanguardia, «www.Vanguardia.com,» Vanguardia Liberal, 21 Julio 2016. [En línea]. Available: <http://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/366614-impresionante-granizada-cayo-con-tormenta-electrica-sobre-buca>. [Último acceso: 20 Octubre 2016].
- [.] Organización Meteorológica Mundial, «library.wmo.int,» 10 mayo 2017. [En línea]. Available: [https://library.wmo.int/opac/doc\\_num.php?explnum\\_id=3516](https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3516). [Último acceso: 13 junio 2017].
- [.] HURTADO MONTOYA, Andres y MESA SÁNCHEZ, Oscar. «Cambio climático y variabilidad espacio-temporal de la precipitación en Colombia,» *Revista EIA*, vol. 12, nº 24, pp. 131-150, 2015.
- [.] PABÓN, Jose Daniel «El cambio climático y su manifestación en Colombia,» *Cuadernos de Geografía*, vol. 1, nº 2, pp. 111-119, 2003.
- [.] CASANOVA CHACÓN, Joyce y OLGUÍN RODANTE, Monica, «Revisión de la climatología de heladas y días cálidos en México,» Instituto Politécnico Nacional, México, México, 2016.
- [.] VÁZQUEZ AGUIRRE, Jorge. Guía para el cálculo y uso de índices de cambio climático en México, México: Instituto Nacional de Ecología, 2010.
- [.] FERNÁNDEZ GARCÍA, Irene. «Estudio del cambio climático mediante el análisis de la temperatura,» Universidad de Valladolid, Valladolid, España, 2016.
- 12 Organización Meteorológica Mundial, «Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2003,» Organización Meteorológica Mundial, Ginebra-Suiza, 2004.
- [.] Organización Meteorológica Mundial, «Declaración de la OMM sobre el estado

del clima en 2011,» Organización Meteorológica Mundial, Ginebra- Suiza, 2012.

- [.] LEON ARISTIZABAL, Gloria; ZEA MAZO, Jorge y ESLAVA RAMIREZ, Jesus. «Circulación general del trópico y la Zona de Confluencia Intertropical en Colombia,» *Meteorología Colombiana*, vol. 1, nº 1, pp. 31-38, 2000.
- [.] Sociedad Geográfica de Colombia. Academia de Ciencias Geograficas, «Climatología en colombia,» *Artículo del boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia.*, vol. XXIII, nº 87-88, pp. 1-25, 1965.
- [.] Vanguardia, «[www.vanguardia.com](http://www.vanguardia.com),» Vanguardia Liberal, 13 marzo 2015. [En línea]. Available: <http://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/303086-temperatura-ha-estado-de-3-a-4-grados-sobre-el-promedio-histor>. [Último acceso: 22 Noviembre 2016].

## BIBLIOGRAFÍA

BENAVIDES, Henry; MAYORGA, Ruth y HURTADO, Gonzalo. Análisis de índices de extremos climáticos para Colombia usando el RClimdex. Colombia. IDEAM, 2007.

ETCCDI. CLIMDEX UNSW, 29 Enero 2013. Climate Extremes Indices. «[www.climdex.org](http://www.climdex.org),» [En línea]. Available: <http://www.climdex.org/indices.html>. [Último acceso: 16 Junio 2016].

MAYORGA, Ruth; HURTADO, Gonzalo y BENAVIDES, Henry. Evidencias de cambio climático en Colombia con base en información estadística. Colombia. IDEAM, 2011.

PETERSON, Thomas, *et al.* Climate change indices. World Meteorological Organization Bulletin, abril 2005, vol. 54, nº 2, p 83-86.

STOCKER, T.F, *et al.* Resumen técnico en: Cambio climático 2013. Bases físicas. Contribución de los grupos de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio climático. Nueva York. Cambridge University Press, 2014.

ZHANG, Xuebin, *et al.* Avoiding Inhomogeneity in Percentile-Based Indices of Temperature Extremes. *Journal of Climate*, 2005. vol. 18, p. 1641-1651.

## ANEXOS

### ANEXO A: Estaciones climáticas en la Cuenca Superior del Río Lebrija.

**Tabla Cuadro resumen de las estaciones climáticas en la CSRL.**

ESTACIONES								
NOMBRE	TIPO	MUNICIPIO	COORDENADAS	ALTUR A	ENTIDA D	FECHA INICIO	FECHA FIN	AÑOS ACTIVA
UNIV IND SANTANDER	CP	BUCARA- MANGA	708 N 7307 W	1018	IDEAM	1978	2003	25
VIVERO CHIMITA	CO	BUCARA- MANGA	707 N 7309 W	830	IDEAM	1969	1970	1
APTO GÓMEZ NIÑO	SS	BUCARA- MANGA	708 N 7308 W	931	IDEAM	1942	1973	31
CIUDADELA	AUTO	BUCARA- MANGA	7°6'20.78"N 73°7'25.41"W		CDMB	2013	2016	3
CENTRO	AUTO	BUCARA- MANGA	7°7'9.33504"N 73°7'37.76436"W		CDMB	2001	2015	14
NORTE	AUTO	BUCARA- MANGA	7°8'56.7976"N 73°8'4.329"W		CDMB	2009	2015	6

VIVERO SURATA	CO	SURATA	721 N 7259 W	1725	IDEAM	1978	2016	38
TURBAY	AUTO	SURATA	7°31'32.67"N 73°2'8.65"W		CDMB	2013	2016	3
LAGO ALTO	PM	SURATA	7° 26'3,77"N 72° 58'10,5"W	2700	CDMB	2011	2016	5
CACHIRI		SURATA	728 N 7259 W	1850	IDEAM	1977	2016	39
SAN ANTONIO AUTOMA	ANA	FLORIDA- BLANCA	705 N 7303 W	1480	IDEAM	1992	1992	0
FLORIDA	AUTO	FLORIDA- BLANCA	7°4'19.31"N 73°6'22.26"W		CDMB	2013	2016	3
CLUB CAMPESTRE	AUTO	FLORIDA- BLANCA	7°3'52.29"N 73°6'52.16"W		CDMB	2011	2016	5
ACAPULCO	AUTO	GIRÓN	6°59'50.89"N 73°8'50.32"W		CDMB	2013	2016	3
EL PANTANO	AUTO	GIRÓN	7°0'19.58"N 73°13'31.67"W		CDMB	2011	2016	5
LLANO GRANDE	CO	GIRÓN	701 N 7310 W	777	IDEAM	1978	2016	38
TRIGUEROS HDA	CP	GIRÓN	704 N 7321 W	400	IDEAM	1996	2010	14
EL RASGÓN	AUTO	PIEDECUEST A	7°2'26.48"N 72°59'50.8"W	950	CDMB	2013	2016	3
LA JUDÍA	AUTO	PIEDECUEST A	7°2'26.48"N 72°59'50.8"W		CDMB	2013	2016	3

EL ROBLE	PM	CHARTA	7°15'50.92"N 72°57'41.7"W	2200	CDMB	2011	2016	5
SANTA CRUZ DE LA COLINA	AUTO	MATANZA	7°23'4.34"N 73°5'33.82"W		CDMB	2012	2016	4
BERLIN	CP	TONA	711 N 7252 W	3214	IDEAM	1978	2016	38
APTO PALONEGRO	SP	LEBRIJA	703 N 7311 W	1189	IDEAM	1978	2016	38

AUTO= AUTOMÁTICA    SS= SINÓPTICA SUPLEMENTARIA    CP= CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL  
CO=ORDINARIA    SP=SINÓPTICA PRINCIPAL.

## ANEXO B: Tablas indicadores de las 5 estaciones de la CSRL.

### Tabla Indicadores Apto Palonegro (Lebrija).

Estación: Apto Palonegro, Lebrija																			
AÑO	IND.2 "Días de veran o"	IND.4 "noch es de veran o"	IND.6 "Máximo de temperat ura máxima"	IND.7 "Máxim o de tempera tura mínima"	IND.8 "Mínimo de temperat ura máxima"	IND. 9 "Mínimo de tempera tura mínima"	IND. 10 "No che s frías " (Día s)	IND. 10 (%)	IND. 11 "Día s fríos " (Día s)	IND. 11 (%)	IND. 13 "Día s calie ntes " (Día s)	IND. 13 (%)	IND. 12 "Noc hes calie ntes " (Día s)	IND. 12 (%)	IND.14 "Índice de tempora da cálida"	IND.15 "Índice de tempora da fría"	IND.16 "Rango diario de temperat ura"	IND. ETR "Rango máximo de temperat ura"	Temp eratur a media
1978	14	0	28,50	19,00	20,40	16,80	16	25,8	28	45,9	3	4,92	0	0	0	0	6,29	10,70	20,58
1979	169	6	28,80	20,60	20,20	16,10	75	21,3	91	25,1	35	9,64	31	8,81	0	6	6,52	9,90	21,14
1980	207	16	29,00	21,80	20,30	16,40	29	8,71	56	16,9	60	18,1	45	13,5	0	0	6,74	10,50	21,47
1981	93	6	28,40	21,60	20,40	16,40	30	14,2	50	23,6	19	8,96	19	9,00	0	6	6,46	10,60	20,94
1982	192	2	28,40	20,60	20,40	15,00	71	19,6	68	18,6	37	10,1	19	5,25	0	6	6,75	11,00	21,16
1983	264	37	29,40	21,40	21,60	16,80	29	8,06	38	10,5	113	31,3	97	26,9	15	0	6,91	10,20	21,71
1984	129	0	29,00	20,00	20,40	15,60	78	26,2	89	27,4	30	9,23	9	3,02	0	31	6,59	12,20	20,64
1985	194	5	29,00	20,50	20,20	15,20	94	26,1	77	21,1	36	9,86	24	6,67	0	6	6,91	11,20	20,98
1986	209	31	32,40	24,20	20,00	16,40	59	16,2	68	18,7	70	19,2	52	14,3	32	20	6,79	10,20	21,57
1987	259	28	29,60	21,50	20,40	16,80	21	5,80	36	9,86	105	28,8	89	24,6	34	0	6,96	11,00	21,70
1988	176	6	29,00	20,60	21,00	16,80	47	14,0	78	23,3	51	15,2	31	9,25	0	0	6,71	10,40	21,13
1989	209	1	28,90	20,20	18,00	16,00	106	29,2	66	18,1	47	12,9	20	5,51	0	24	7,08	11,70	20,89
1990	242	18	29,20	20,70	21,10	16,40	40	11,0	41	11,2	88	24,1	47	12,9	6	0	7,04	11,80	21,33
1991	261	9	29,40	20,60	21,60	16,40	29	8,01	31	8,61	90	25,0	54	14,9	23	0	7,16	10,80	21,51

1992	261	33	29,50	21,40	21,80	16,80	45	12,3	38	10,4	104	28,6	75	20,5	18	10	7,06	10,50	21,68	
1993	218	13	28,90	21,00	22,20	16,80	22	6,04	40	11,1	57	15,8	57	15,7	6	0	6,62	10,40	21,50	
1994	221	9	29,80	20,40	20,60	15,80	32	8,77	62	17,0	47	12,9	52	14,3	12	0	6,62	11,40	21,40	
1995	211	10	28,00	21,20	21,00	16,80	27	7,54	54	14,8	45	12,4	50	14,0	8	0	6,57	9,60	21,52	
1996	178	1	28,30	20,30	21,10	16,70	44	12,1	79	21,6	23	6,28	22	6,06	0	6	6,47	9,70	21,19	
1997	260	53	29,50	21,20	22,30	16,80	15	4,12	41	11,2	116	31,8	123	33,8	53	0	6,86	10,00	22,04	
1998	256	88	32,20	21,60	20,10	16,40	12	3,30	39	10,7	100	27,6	144	39,6	6	0	6,57	11,00	21,89	
1999	152	0	29,40	20,00	20,40	16,20	94	25,8	91	24,9	25	6,85	8	2,19	0	17	6,65	11,20	20,75	
2000	169	0	28,20	20,00	19,90	16,00	85	23,5	99	27,2	29	7,97	15	4,16	0	7	6,60	10,70	20,91	
PERCENTILES:							17,7	TN1	24,0	TX1	26,6	TX9	19,4	TN9						
							8	0P	8	0P	4	0P	4	0P						
2001	261	5	28,90	21,00	21,70	16,60	51	14,0	39	10,7	92	25,2	41	11,2	30	0	7,20	11,00	21,63	
2002	285	11	30,60	21,10	21,60	16,00	25	6,85	24	6,58	136	37,3	83	22,7	50	0	7,27	12,60	21,96	
2003	258	23	30,30	21,00	20,80	16,70	32	8,89	47	12,9	92	25,3	80	22,2	23	0	6,94	11,50	21,78	
2004	240	15	29,80	21,30	20,40	16,60	48	13,2	50	13,7	87	23,8	47	12,9	9	0	7,00	10,70	21,67	
2005	233	13	29,00	20,60	20,10	16,50	35	9,59	70	19,2	66	18,1	54	14,8	14	0	6,64	10,80	21,60	
2006	227	6	29,80	21,00	19,60	16,30	41	11,2	40	11,0	74	20,3	41	11,2	6	6	6,85	10,80	21,52	
2007	248	5	29,80	20,40	21,00	17,00	35	9,67	44	12,1	91	25,0	25	6,91	19	0	7,13	11,40	21,51	
2008	214	1	29,20	20,30	20,80	16,30	72	19,8	56	15,3	43	11,8	8	2,20	0	6	7,02	11,20	21,12	
2009	284	7	30,00	21,00	21,60	16,20	17	4,66	27	7,40	112	30,7	52	14,3	41	0	7,27	10,70	21,74	
2010	248	40	30,40	21,00	19,80	15,80	53	14,5	45	12,4	104	28,6	100	27,4	40	0	7,05	10,90	21,64	
2011	231	0	30,00	19,90	20,00	16,00	83	22,7	52	14,3	81	22,2	7	1,92	29	20	7,33	11,10	21,11	
2012	307	3	31,60	20,20	20,80	16,40	45	12,3	20	5,48	143	39,2	16	4,37	46	0	7,91	13,20	21,58	
2013	267	16	29,80	21,00	21,20	16,80	19	5,21	31	8,49	70	19,2	55	15,1	10	0	7,01	11,40	21,73	
2014	290	16	29,60	21,00	20,60	16,90	17	4,66	20	5,48	116	31,8	71	19,5	30	0	7,21	10,90	21,91	
2015	330	20	31,80	21,40	21,40	16,80	12	3,29	13	3,57	227	62,4	72	19,7	145	0	8,19	12,60	22,44	
2016	279	40	30,80	21,60	21,40	16,00	28	9,18	9	2,95	193	63,3	79	25,9	106	0	8,20	11,90	22,50	

**Tabla Indicador Berlín (Tona).**

Estación: Berlín, Tona																		
ANO	IND. 1 "Días helados"	IND.6 "Máximo de temperatura máxima"	IND.7 "Máximo de temperatura mínima"	IND.8 "Mínimo de temperatura máxima"	IND. 9 "Mínimo de temperatura mínima"	IND. 10 "Noches frías" (Días)	IND.10 (%)	IND. 11 "Días fríos" (Días)	IND.11 (%)	IND. 13 "Días calientes" (Días)	IND.13 (%)	IND. 12 "Noches calientes" (Días)	IND.12 (%)	IND. 14 "Índice de temperatura cálida"	IND. 15 "Índice de temperatura fría"	IND.16 "Rango diario de temperatura"	IND. ETR "Rango máximo de temperatura"	Temperatura media
1978	13	15,40	6,80	10,00	-5,80	16	18,0	20	22,2	7	7,78	6	6,74	0	13	9,38	21,00	8,76
1979	30	17,80	7,20	9,50	-9,00	46	16,0	45	15,6	47	16,3	51	17,7	7	19	9,38	24,80	8,87
1980	27	19,00	7,70	10,00	-7,40	49	20,9	29	13,1	43	19,5	42	18,0	6	6	10,06	23,60	8,86
1981	14	16,60	7,80	9,00	-5,80	29	10,0	56	19,2	22	7,56	53	18,3	0	0	8,44	22,40	8,67
1982	19	17,40	7,80	8,00	-8,40	25	7,18	88	24,8	25	7,04	72	20,7	0	8	8,09	25,80	8,56
1983	26	20,20	8,60	9,20	-7,60	46	13,2	63	17,9	86	24,4	92	26,4	51	9	9,07	24,40	9,30
1984	23	17,60	12,80	8,00	-8,20	61	18,3	67	20,1	44	13,2	45	13,5	6	22	9,31	23,40	8,73
1985	3	16,60	7,40	9,80	-8,40	25	8,25	31	14,8	26	12,4	36	11,9	6	0	9,03	22,80	8,54
1986	35	18,40	8,40	7,80	-7,20	52	16,5	75	22,3	24	7,14	76	24,1	0	17	8,77	21,20	9,13
1987	13	19,80	8,40	13,00	-4,60	34	10,2	0	0,0	21	55,3	160	48,1	16	0	12,76	20,60	9,48
1990	12	15,60	7,40	9,00	-4,20	23	6,76	40	17,9	4	1,79	77	22,7	0	9	7,75	14,20	8,25
1991	22	17,00	7,00	9,00	-6,40	51	14,3	48	13,4	30	8,36	80	22,4	6	14	8,96	23,40	8,45
1992	19	19,40	7,00	9,20	-6,00	52	14,6	51	14,0	79	21,6	43	12,1	39	6	9,56	22,00	8,51
1993	17	17,00	8,40	8,20	-6,00	37	10,6	51	14,5	46	13,1	61	17,5	9	7	9,01	22,00	8,52
1994	18	17,40	7,40	7,60	-8,00	30	8,98	61	17,2	46	13,0	99	29,6	0	10	8,44	24,40	8,53
1995	25	18,00	7,60	10,00	-6,00	48	13,8	28	7,76	64	17,7	105	30,1	14	21	9,37	23,00	8,77
1996	13	19,00	7,80	9,40	-5,00	39	10,9	36	9,97	27	7,48	74	20,7	0	0	8,82	20,60	8,64

1997	23	17,40	7,60	9,80	-7,40	38	10,8	46	12,9	39	11,0	112	31,9	0	0	8,78	23,40	8,58
1998	16	19,40	9,00	9,20	-4,00	30	10,3	13	3,94	115	34,9	84	28,9	61	0	10,00	23,40	8,95
1999	6	16,80	7,20	9,00	-6,00	41	14,9	43	12,5	36	10,4	31	11,3	0	0	9,44	22,00	8,60
2000	29	17,20	7,80	8,80	-9,80	56	16,3	27	8,01	47	14,0	32	9,33	7	0	10,37	26,00	8,56
PERCENTILES:						1,52	TN10P	12,0 0	TX10P	15,0 4	TX90P	6,36	TN90P					
2001	15	18,00	8,80	9,60	-9,80	27	8,23	31	9,48	67	20,5	104	31,7	7	0	9,19	23,60	8,88
2002	25	18,60	8,40	9,40	-9,80	40	11,83	21	6,38	88	26,8	102	30,2	48	7	10,02	27,40	9,03
2003	24	18,80	8,60	9,40	-9,80	50	14,53	12	3,50	123	35,9	95	27,6	59	6	10,57	27,60	9,22
2004	26	18,20	8,40	10,20	-9,80	38	11,28	21	6,21	102	30,2	107	31,8	46	0	9,77	26,60	9,05
2005	25	18,80	8,80	9,60	-6,80	49	14,16	29	8,33	97	27,9	117	33,8	30	6	9,71	23,60	9,28
2006	20	18,40	8,40	10,00	-7,20	46	13,45	33	9,51	58	16,7	117	34,2	13	6	9,07	22,20	9,09
2007	30	18,00	8,60	8,40	-8,20	59	16,57	55	15,7	74	21,1	103	28,9	33	20	9,44	24,40	8,92
2008	32	17,60	8,20	8,20	-7,40	59	16,39	46	12,9	52	14,5	67	18,6	4	13	9,60	23,40	8,74
2009	9	19,20	8,20	9,20	-1,80	29	8,24	36	9,97	62	17,2	116	33,0	0	0	8,84	17,60	9,25
2010	13	18,60	9,00	9,40	-6,00	33	9,68	33	9,04	116	31,8	138	40,5	63	6	9,14	21,20	9,66
2011	17	16,80	8,40	7,20	-7,20	35	9,92	59	16,5	41	11,5	112	31,7	0	9	8,61	22,60	9,04
2012	19	16,40	8,20	9,20	-4,60	44	12,7	46	12,7	42	11,6	110	31,8	6	12	8,72	20,60	8,93
2013	12	18,20	8,40	9,00	-6,40	26	7,41	46	12,6	74	20,3	123	35,1	24	0	8,68	22,20	9,08
2014	24	18,80	8,00	8,00	-3,20	37	10,3	44	12,1	78	21,5	125	34,9	11	0	8,78	22,00	9,05
2015	8	17,80	8,40	8,00	-4,00	29	8,19	59	16,2	69	19,0	179	50,6	0	0	7,97	21,40	9,15
2016	26	20,00	8,00	11,20	-6,40	34	44,2	1	1,22	69	84,2	17	22,1	61	14	14,45	23,40	9,40

**Tabla Indicador Vivero Suratá (Suratá).**

Estación: Vivero Suratá, Suratá																		
ANO	IND. 2 "Días de vera no"	IND. 6 "Máximo de temperatura máxima"	IND.7 "Máximo de temperatura mínima"	IND.8 "Mínimo de temperatura máxima"	IND.9 "Mínimo de temperatura mínima"	IND. 10 (%) "Noc hes frías" (Días)	IND. 11 (%) "Días fríos" (Días)	IND. 13 (%) "Días calientes" (Días)	IND. 12 (%) "Noc he calientes" (Días)	IND. 14 "Índice de temperatura cálida"	IND. 15 "Índice de temperatura fría"	IND.16 "Rango diario de temperatura"	IND. ETR "Rango máximo de temperatura"	Temperatura media				
1978	23	27,40	18,00	18,20	9,40	11	13,8	9	10,2	6	6,82	11	13,75	0	0	10,27	15,80	19,01
1979	153	29,20	17,40	20,00	9,14	24	7,04	39	10,8	69	19,1	85	24,9	24	0	10,28	17,06	18,80
1980	183	30,00	17,20	19,00	10,00	30	8,29	28	7,65	89	24,3	87	24,0	32	0	10,73	16,20	18,86
1981	91	29,02	17,60	18,40	10,40	45	12,6	55	15,2	30	8,31	91	25,6	6	20	9,79	16,20	18,66
1982	156	28,58	17,00	18,80	9,00	98	27,0	38	10,5	70	19,4	40	11,0	6	46	11,15	18,00	18,37
1983	211	30,20	17,80	19,20	10,40	35	9,62	22	6,03	135	37,0	91	25,0	88	0	11,10	17,20	19,20
1984	107	29,20	16,20	17,97	10,00	87	23,77	64	17,49	43	11,8	11	3,01	0	29	10,77	17,60	18,32
1985	104	28,40	15,80	20,14	9,20	103	28,3	10	5,52	48	26,5	7	1,92	8	14	11,89	16,40	18,09
1987	139	31,83	16,80	20,36	10,00	89	24,38	17	6,09	72	25,8	37	10,1	18	0	11,39	19,00	18,98
1988	107	28,58	16,20	19,06	10,20	96	26,8	23	10,1	40	17,6	22	6,15	0	6	11,37	16,75	18,22
1989	128	29,45	16,20	19,06	10,40	100	27,55	13	5,16	74	29,37	11	3,03	13	13	11,60	17,45	18,19
1990	96	28,58	16,60	18,62	11,40	14	3,86	53	14,76	44	12,26	155	42,7	0	0	9,26	15,45	18,58
1991	91	28,00	17,40	19,20	11,20	6	1,64	56	15,38	30	8,24	164	44,9	0	0	8,98	13,80	18,62
1992	105	29,88	16,80	19,00	11,20	13	3,57	43	11,75	42	11,48	96	26,37	0	0	9,62	14,80	18,58
1993	76	27,80	16,00	19,80	10,42	22	6,04	76	20,8	18	4,93	46	12,6	0	6	9,50	14,40	18,38
1994	61	28,00	17,20	19,00	10,20	15	4,12	79	21,64	21	5,75	33	9,07	0	0	9,36	14,00	18,35

1995	52	28,00	16,40	18,80	10,20	34	9,37	84	23,0	11	3,01	33	9,09	0	0	9,32	15,20	18,33	
1996	39	27,20	17,80	19,00	10,00	42	11,48	95	25,96	5	1,37	22	6,01	0	0	9,42	14,60	18,25	
1997	131	29,67	17,00	19,27	9,60	48	13,15	49	13,57	59	16,3	46	12,6	6	12	10,37	16,07	18,87	
1998	131	29,23	18,00	18,62	12,00	14	3,85	60	17,29	73	21,0	118	32,4	19	0	9,61	15,23	19,02	
1999	36	28,15	15,94	18,62	10,00	52	14,25	121	33,6	11	3,06	5	1,37	0	0	9,52	14,75	17,95	
2000	67	29,88	16,00	18,41	10,00	94	25,68	86	24,4	26	7,39	10	2,73	0	31	10,27	18,08	18,16	
PERCENTILES:							12,8	TN10P	22,7	TX10P	26,1	TX90P	15,2	TN90P					
												8							
2001	135	31,18	15,80	19,06	10,00	66	18,18	34	10,33	64	19,45	12	3,31	12	25	11,06	18,07	18,42	
2002	177	30,10	16,00	19,92	10,00	44	12,05	35	9,86	72	20,28	17	4,66	23	13	10,93	17,93	18,51	
2003	156	30,75	15,60	19,27	10,00	28	7,67	39	11,57	75	22,26	17	4,66	31	0	10,68	18,72	18,45	
2004	139	29,40	16,37	18,84	10,00	53	14,56	26	8,02	70	21,60	12	3,30	6	18	11,01	17,29	18,46	
2005	134	29,20	17,80	19,20	9,00	29	8,01	38	10,50	66	18,23	143	39,50	20	0	9,81	16,20	18,80	
2006	111	27,60	17,22	18,00	9,60	29	7,95	44	12,29	34	9,50	40	10,96	0	0	10,17	17,20	18,85	
2007	119	28,40	17,86	19,20	9,00	67	18,36	59	16,16	39	10,68	27	7,40	13	17	10,56	18,40	19,09	
2008	68	28,00	15,60	18,20	10,00	137	37,43	61	16,67	14	3,83	4	1,09	0	55	10,77	15,40	18,64	
2009	105	28,20	16,58	20,40	10,60	97	26,72	33	9,94	44	13,25	5	1,38	6	34	11,28	14,80	18,98	
2010	23	28,60	18,28	18,60	10,00	67	18,66	34	22,37	7	4,61	38	10,58	0	31	10,56	15,80	18,97	
2011	109	29,38	16,25	17,20	9,60	174	47,67	76	21,59	56	15,91	1	0,27	6	127	11,51	17,40	18,48	
2012	228	30,00	16,94	18,60	9,60	88	24,04	25	6,83	100	27,32	15	4,10	24	70	11,82	17,20	19,03	
2013	199	29,85	17,06	18,80	10,80	31	8,49	30	8,38	109	30,45	50	13,70	52	6	10,99	17,05	19,31	
2014	210	29,40	16,51	19,40	11,40	17	4,66	19	5,21	117	32,05	56	15,34	45	0	11,00	16,80	19,45	
2015	269	30,20	17,62	19,72	12,20	7	1,92	17	4,66	167	45,75	126	34,52	73	0	11,04	14,82	20,05	
2016	222	30,47	17,40	20,37	12,00	5	1,54	19	5,85	141	43,38	105	32,31	64	0	10,93	15,60	20,09	

**Tabla Indicador Llano Grande (Girón)**

ESTACIÓN: Llano Grande, Girón																		
AÑO	IND.4	INDI.6	IND.7	IND.8	IND.9	IND.10	IND.10 (%)	IND.11	IND.11 (%)	IND.13	IND.13 (%)	IND.12	IND.12 (%)	IND.14	IND.15	IND.16	IND.17	Temperatura media
	"Noches de verano"	"Máximo de temperatura máxima"	"Máximo de temperatura mínima"	"Mínimo de temperatura máxima"	"Mínimo de temperatura mínima"	"Noches frías"	(Días)	"Días fríos"	(Días)	"Días calientes"	(Días)	"Noches calientes"	(Días)	"Índice de temperatura cálida"	"Índice de temperatura fría"	"Rango diario de temperatura"	ETR	"Rango máximo de temperatura"
1978	29	33,40	21,80	26,40	16,20	14	15,2	19	22,09	5	5,81	14	15,2	0	0	10,60	15,0	24,32
1979	169	33,80	22,60	25,40	15,00	41	11,26	65	18,2	57	15,97	110	30,2	0	6	10,66	17,0	24,66
1980	130	34,00	22,80	24,80	16,80	15	5,51	33	12,3	69	25,75	81	29,78	8	0	10,88	14,8	25,17
1981	127	34,40	22,20	23,00	16,00	28	10,18	34	12,45	0	0,00	77	28,0	0	0	10,67	15,2	24,55
1982	168	33,40	22,40	25,60	14,40	32	8,84	53	14,76	49	13,65	108	29,8	0	7	10,71	17,6	24,53
1983	201	36,40	23,60	24,00	14,00	27	7,50	27	7,50	145	40,28	143	39,7	53	0	11,24	17,4	25,14
1984	123	34,20	22,60	23,40	16,20	38	10,47	75	20,8	42	11,67	68	18,7	0	6	10,54	15,8	24,35
1985	90	34,20	22,00	23,40	14,40	67	18,6	70	19,2	38	10,4	57	15,8	0	15	11,01	16,8	24,47
1986	120	33,40	21,80	24,20	15,40	41	11,36	62	17,4	60	16,85	82	22,7	6	0	11,00	16,6	24,73
1987	171	35,00	23,00	25,20	16,60	31	9,09	29	8,12	108	30,25	112	32,8	34	0	11,25	16,6	25,23
1988	49	34,40	21,80	24,60	15,00	59	26,2	12	5,97	28	13,9	27	12,0	7	24	11,47	16,2	23,88
1990	56	30,80	22,80	26,80	14,80	56	16,18	4	33,3	0	0,00	23	6,65	0	0	10,06	13,8	25,00
1991	20	34,00	22,00	28,20	15,20	100	27,55	5	1,39	151	42,06	15	4,13	37	68	12,39	16,4	25,16
1992	17	34,20	21,40	27,80	15,80	107	31,29	10	3,26	53	17,26	11	3,22	6	6	12,12	16,4	24,96
1993	17	33,20	21,00	25,80	17,00	130	35,8	46	13,6	24	7,10	5	1,38	0	80	11,65	14,4	24,99

1994	44	33,20	22,20	26,00	17,00	145	40,17	54	15,08	60	16,76	23	6,37	0	103	11,60	15,0	25,53
1995	65	33,80	21,20	27,00	16,80	6	2,53	31	15,1	5	2,44	24	10,1	0	0	10,42	14,0	25,46
1996	82	33,06	22,40	25,61	17,00	47	12,95	95	26,6	13	3,64	33	9,09	0	0	10,56	15,86	25,50
1997	152	35,50	22,50	25,80	16,90	9	2,48	47	13,86	108	31,86	54	14,88	29	0	11,30	15,9	25,71
1998	179	36,50	23,50	24,50	16,50	15	4,11	50	14,8	150	44,5	89	24,38	53	0	11,34	19,0	26,05
1999	102	32,30	22,50	25,42	15,50	62	16,99	168	48,55	7	2,02	32	8,77	0	0	10,19	14,6	25,64
2000	124	34,78	22,50	26,18	14,50	50	13,66	62	25,6	30	12,4	54	14,75	0	0	11,01	16,56	26,14
PERCENTILES:						18,2	TN10P	29,2	TX10P	31,9	TX90P	20,5	TN90P					
						5		4		6		6						
2001	128	36,69	22,50	27,80	16,50	19	5,21	16	5,44	101	34,35	38	10,4	14	0	11,73	17,2	26,52
2002	134	35,20	21,50	27,80	14,00	34	9,32	8	2,20	143	39,39	51	13,97	26	0	11,79	17,9	26,53
2003	108	35,20	21,50	27,20	14,00	37	10,16	35	9,80	143	40,06	46	12,6	46	0	11,74	17,8	26,37
2004	58	35,74	21,50	24,00	15,00	58	16,25	61	17,28	61	17,28	17	4,76	8	0	11,32	17,7	25,20
2005	153	34,80	22,00	24,80	17,50	18	4,99	63	17,85	66	18,7	73	20,2	14	0	10,59	15,7	25,54
2006	157	34,20	22,00	24,00	16,00	20	5,85	52	16,2	51	15,89	0	0,00	0	0	10,52	15,5	25,64
2007	118	34,40	22,60	24,80	14,80	30	9,12	52	15,3	65	19,17	54	16,4	16	6	10,94	17,6	25,66
2008	103	33,20	21,40	23,20	15,60	35	9,62	97	27,3	14	3,94	41	11,26	0	8	10,38	15,8	24,93
2009	143	35,00	22,40	25,80	14,80	22	6,09	57	16,0	93	26,1	77	21,3	16	7	10,98	17,4	25,27
2010	179	38,03	23,00	24,65	18,00	5	1,38	31	13,5	33	14,4	122	33,6	7	0	10,51	16,6	26,34
2011	52	33,35	23,60	21,87	16,01	61	16,71	116	32,22	42	11,67	21	5,75	0	6	10,74	15,7	25,02
2012	29	37,65	20,98	24,03	16,98	46	12,57	54	14,75	82	22,4	4	1,09	7	0	11,71	18,18	24,70
2013	106	34,80	22,28	25,22	15,80	26	7,16	46	12,6	77	21,1	51	14,05	9	0	11,19	15,4	24,91
2014	116	35,00	22,80	25,20	14,00	42	11,5	34	9,32	129	35,3	71	19,45	46	22	11,73	16,20	25,17
2015	96	36,00	21,40	25,00	16,40	25	6,87	22	6,03	191	52,3	41	11,26	116	6	12,45	18,0	25,56
2016	140	36,00	22,80	25,00	16,40	14	4,03	34	9,29	143	39,07	86	24,78	28	0	11,56	17,2	25,37

**Tabla Indicador Universidad Industrial de Santander (Bucaramanga).**

Estación: Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga																		
ANO	IND. 4 "Noc hes de vera no"	INDI.6 "Máxi mo de tempe ratura máxim a"	IND.7 "Máxi mo de tempe ratura mínim a"	IND.8 "Mínim o de tempe ratura máxim a"	IND. 9 "Míni mo de tempe ratura mínim a"	IND. 10 "Noc hes frías " (Día s)	IND.10 (%)	IND. 11 "Día s fríos " (Día s)	IND.11 (%)	IND. 13 "Día s calie ntes " (Día s)	IND.13 (%)	IND. 12 "Noc hes calie ntes " (Día s)	IND.12 (%)	IND. 14 "Índi ce de tem pora da cálid a"	IND. 15 "Índi ce de tem pora da fría"	IND.16 "Rango diario de temperat ura"	IND. ETR "Rango máximo de temperatur a"	Temp eratur a media
1978	1	30,20	20,10	24,00	17,40	14	15,56	30	34,48	1	1,15	0	0	0	0	8,16	11,20	22,57
1979	49	31,00	21,80	22,00	15,00	41	12,54	101	32,69	17	5,50	37	11,31	0	8	7,99	11,60	23,18
1980	47	31,60	22,00	22,00	17,10	20	6,35	69	21,04	19	5,79	34	10,79	0	0	8,37	13,00	19,29
1981	10	32,40	20,90	22,30	16,70	52	18,06	79	28,32	5	1,79	4	1,39	0	0	8,20	14,00	22,67
1982	33	31,20	21,20	22,20	14,20	54	15,04	80	22,79	19	5,41	19	5,29	0	0	8,44	13,00	22,90
1983	108	32,60	22,40	23,20	17,20	16	4,48	49	14,24	63	18,31	77	21,57	16	0	8,40	12,80	23,37
1984	22	33,40	21,60	22,60	13,60	46	12,78	114	32,76	16	4,60	12	3,33	0	0	8,37	14,20	22,35
1985	30	30,40	21,20	23,80	15,20	35	11,18	31	24,60	4	3,17	19	6,07	0	7	8,23	13,20	22,51
1986	27	32,00	21,20	22,40	16,60	23	8,07	37	20,11	33	17,93	10	3,51	0	0	9,11	13,20	22,60
1987	80	33,00	22,80	21,40	17,60	4	1,52	23	6,71	115	33,53	54	20,53	18	0	9,44	13,00	23,39
1988	0	31,40	19,20	22,60	15,20	38	64,41	63	17,65	74	20,73	0	0,00	25	11	9,06	12,80	22,91
1989	44	32,00	22,20	19,40	14,80	139	38,29	46	12,96	63	17,75	32	8,82	0	32	9,75	14,00	22,86
1990	55	32,20	23,60	21,00	14,20	73	20,22	17	4,82	108	30,59	33	9,14	10	6	10,10	15,60	23,33
1991	120	33,00	22,80	23,80	15,80	29	7,99	13	3,61	137	38,06	82	22,59	22	0	9,65	15,00	23,52
1992	142	33,80	22,20	25,00	17,00	6	1,85	16	4,40	171	46,98	103	31,69	60	0	9,78	14,20	23,66
1993	29	35,20	22,00	24,40	18,40	0	0,00	8	4,85	60	36,36	19	48,72	27	0	8,51	10,20	23,35
1994	7	32,00	22,00	24,00	16,40	40	22,10	37	20,90	25	14,12	5	2,76	0	0	9,07	13,80	22,57

1995	35	30,60	21,20	24,30	16,30	18	5,22	26	7,74	43	12,80	14	4,06	17	0	9,00	12,50	22,95
1996	9	30,60	20,40	25,80	15,00	212	60,23	14	4,11	5	1,47	2	0,57	0	196	9,99	13,80	22,72
1997	138	31,80	23,80	25,80	15,80	102	28,90	26	7,41	118	33,62	109	30,88	77	89	9,63	14,20	23,52
1998	180	31,80	21,80	25,80	17,80	1	0,29	19	5,64	53	15,73	135	39,59	15	0	8,16	10,80	23,52
1999	78	29,40	21,20	24,80	18,00	2	0,63	74	20,61	0	0,00	29	9,12	0	0	7,39	9,60	22,62
2000	157	28,80	21,00	25,40	18,00	3	0,85	22	6,15	0	0,00	58	16,34	0	0	7,40	9,80	22,71
PERCENTILES:						18,1 2	TN10P	26,5 6	TX10P	29,7 5	TX90P	20,3 2	TN90P					
2001	129	30,20	22,20	25,71	17,80	3	0,83	17	4,67	16	4,40	74	20,44	0	0	8,34	11,20	23,17
2002	158	31,00	21,40	25,80	15,00	11	3,02	9	2,47	52	14,25	101	27,75	6	7	8,53	12,80	23,66
2003	98	32,14	23,29	22,67	17,33	5	1,84	31	11,15	43	15,47	68	25,00	0	0	8,48	12,90	23,37
2004	154	32,59	22,30	20,30	17,22	6	1,71	37	10,28	89	24,72	111	31,62	15	0	8,62	12,28	23,44
2005	161	34,96	21,97	20,07	17,77	3	0,84	42	11,57	110	30,30	110	30,64	18	0	8,83	15,64	23,40
2006	136	32,25	22,08	21,43	17,55	6	1,71	40	11,11	52	14,44	84	24,00	0	0	8,49	12,59	23,18
2007	113	32,59	22,08	22,22	17,22	8	2,25	61	16,99	65	18,11	73	20,56	17	0	8,55	12,13	23,12
2008	63	31,24	21,31	20,53	17,44	9	2,56	59	16,25	21	5,79	31	8,81	0	0	8,44	11,91	22,81
2009	145	32,59	22,08	22,44	16,89	6	1,69	40	10,96	85	23,29	86	24,23	14	0	8,72	13,02	23,35
2010	138	32,71	22,52	18,83	16,89	15	4,17	49	13,54	76	20,99	112	31,11	23	0	8,47	12,14	23,13
2011	54	31,69	21,31	21,09	17,44	17	4,67	52	14,25	65	17,81	21	5,77	20	0	8,81	12,47	22,72
2012	93	31,92	21,75	22,56	17,77	6	1,64	31	8,47	65	17,76	47	12,88	6	0	8,77	12,68	23,08
2013	141	32,25	21,97	21,09	16,98	3	0,96	32	10,09	79	24,92	97	30,89	7	0	8,66	12,91	23,45
2014	176	32,03	22,08	21,77	18,11	1	0,27	18	4,93	101	27,67	123	33,70	0	0	8,86	12,37	23,57
2015	227	33,04	22,63	21,77	17,80	2	0,57	20	5,48	167	45,75	178	50,71	78	0	9,07	12,83	24,00
2016	189	33,49	23,66	23,11	18,05	1	0,33	23	7,40	95	30,55	158	52,49	0	0	8,58	12,45	23,90

## Anexo C: Gráficas de las series completas de los indicadores

- **Indicador 1: Número de días helados (FD):**

Figura 1 IND 1 (FD) Número de días helados, en Berlín (Periodos).

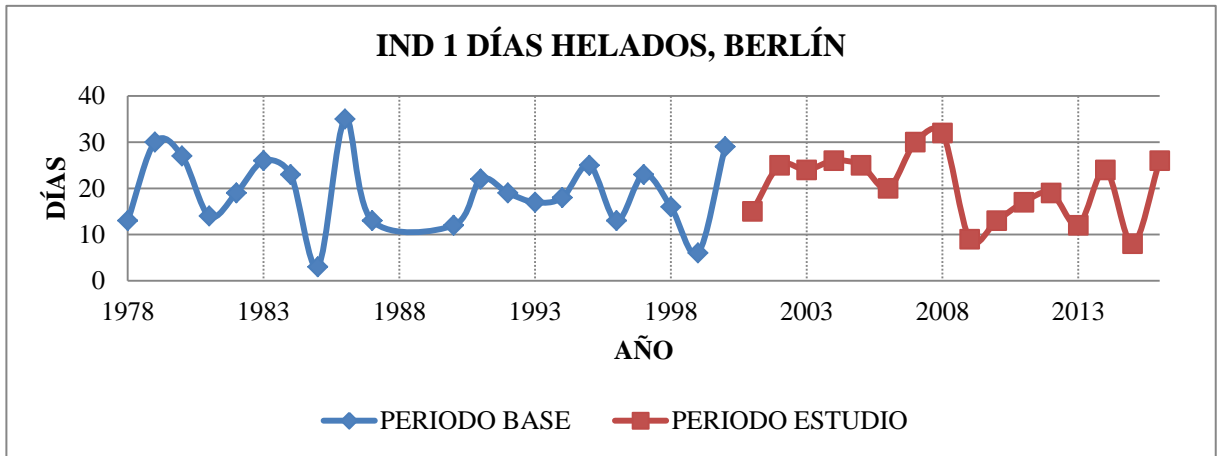
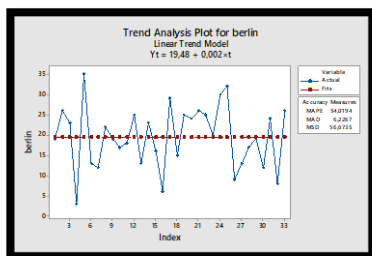
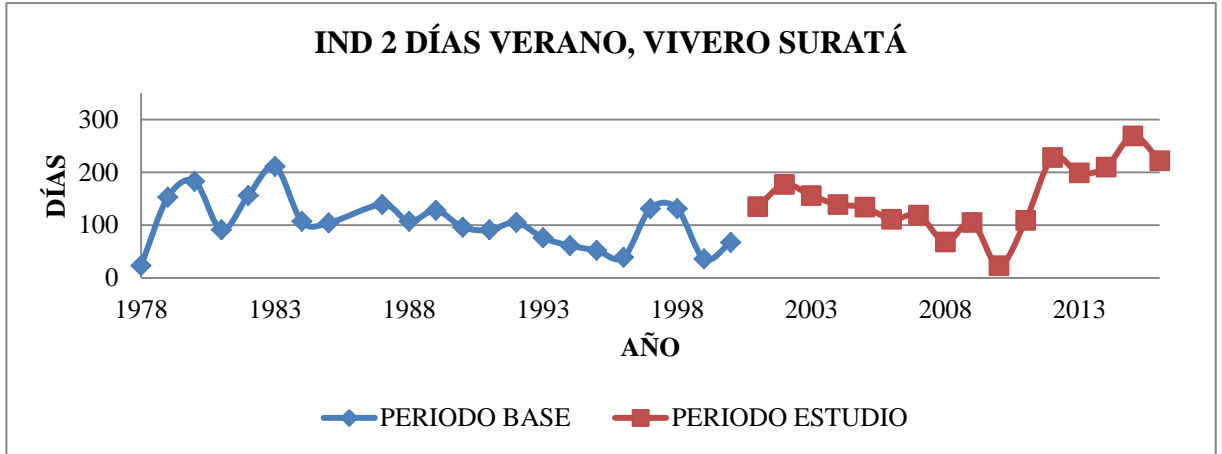


Figura IND 1 (FD) Número de días helados, en Berlín (Serie Completa).

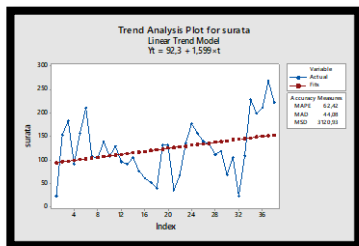


- **Indicador 2: Número de días de verano (SU)**

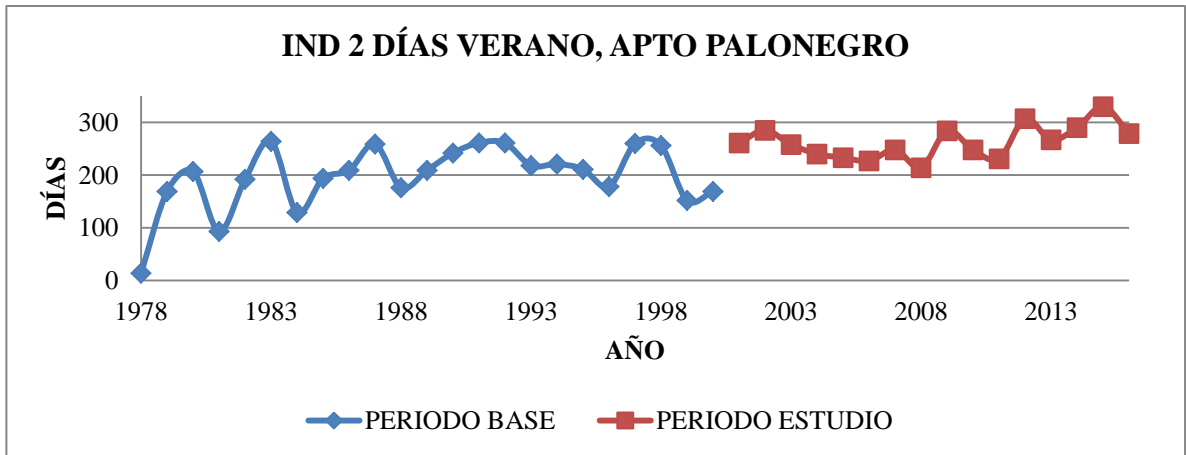
**Figura IND 2 (SU) Número de días de verano, en Vivero Surata (Periodos).**



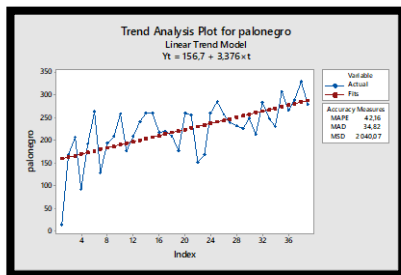
**Figura IND 2 (SU) Número de días de verano, en Vivero Surata (Serie Completa).**



**Figura 2 IND 2 (SU) Número de días de verano, en Apto Palonegro (Periodos).**

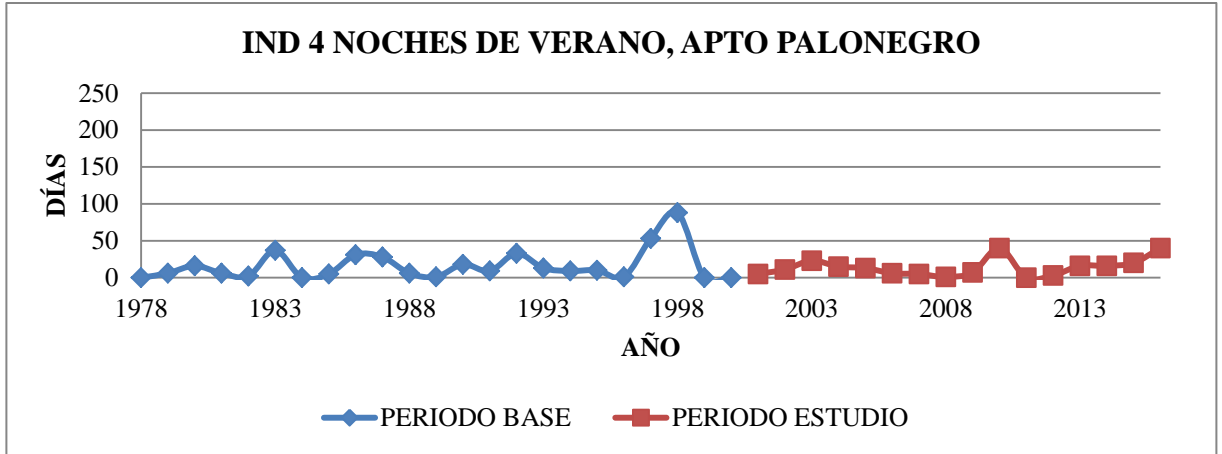


**Figura IND 2 (SU) Número de días de verano, en Apto Palonegro (Serie Completa).**

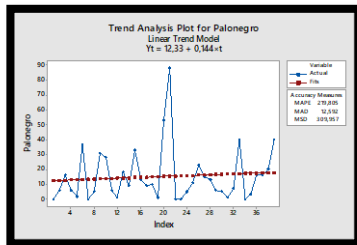


- **Indicador 4: Noches de verano (TR)**

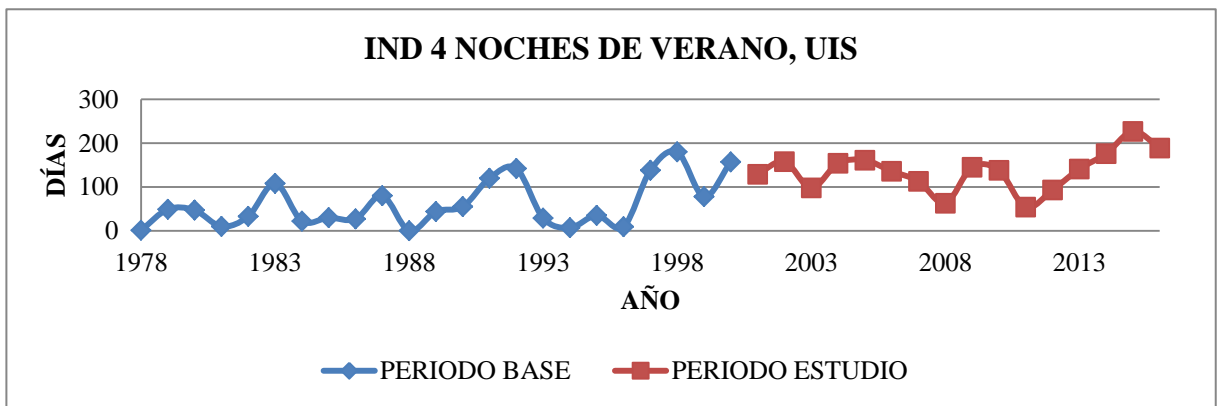
**Figura IND 4 (TR) Noches de verano, en Apto Palonegro (Periodos).**



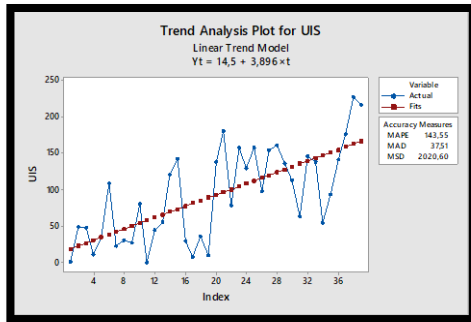
**Figura IND 4 (TR) Noches de verano, en Apto Palonegro (Serie completa).**



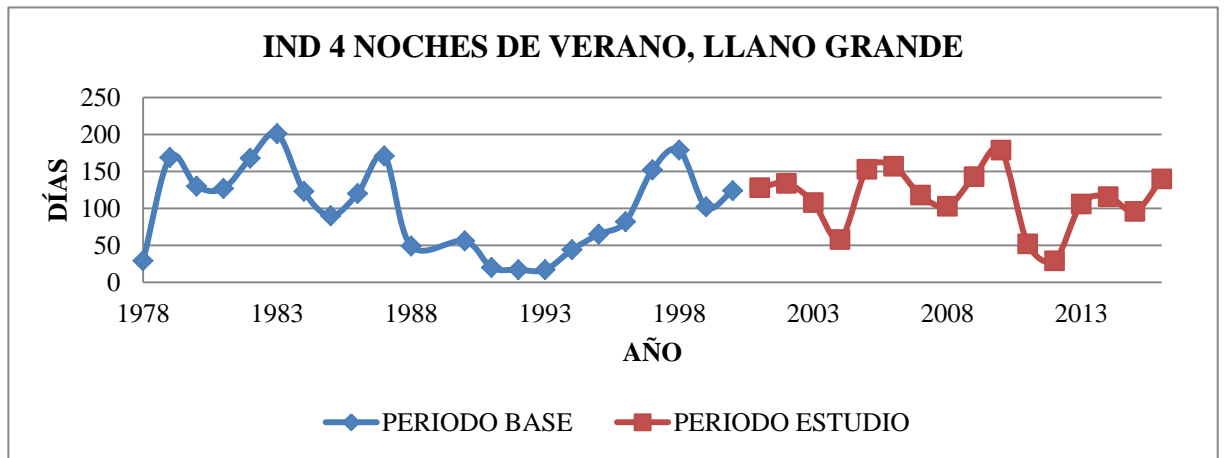
**Figura 3 IND 4 (TR) Noches de verano, en UIS (Periodos).**



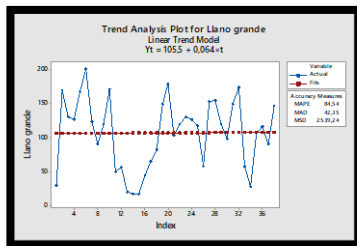
**Figura 4 IND 4 (TR) Noches de verano, en UIS (Serie completa).**



**Figura IND 4 (TR) Noches de verano, en Llano Grande (Periodos).**

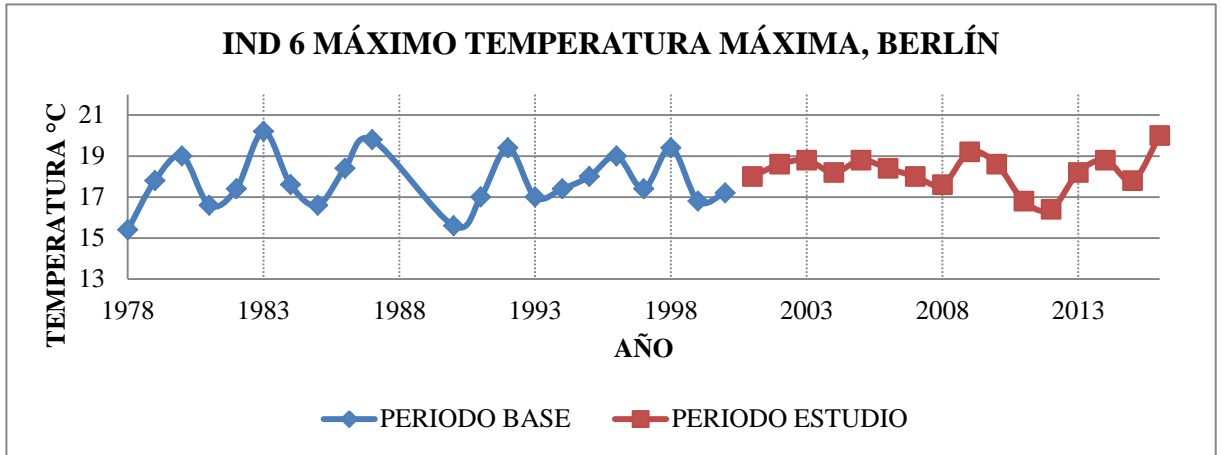


**Figura IND 4 (TR) Noches de verano, en Llano Grande (Serie completa).**

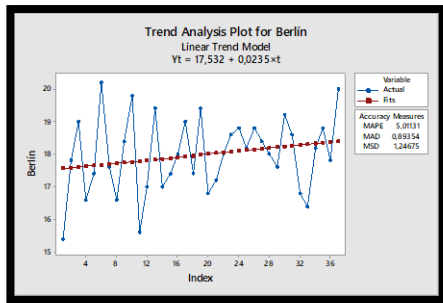


- **Indicador 6: Valor máximo de la temperatura máxima (TXx)**

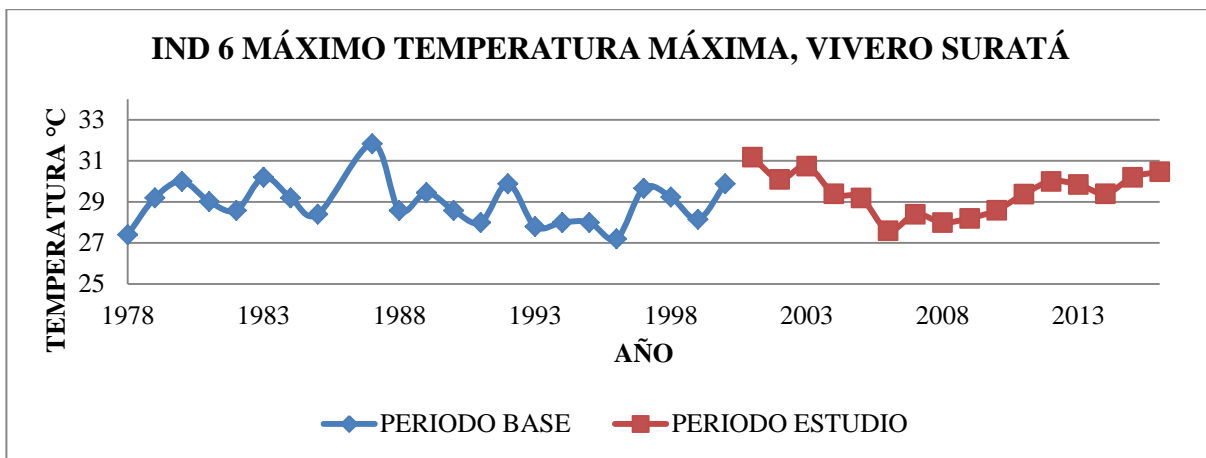
**Figura IND 6 (TXx) Valor máximo de la temperatura máxima, en Berlín (Periodos).**



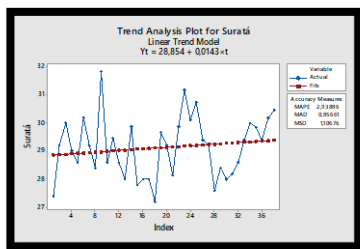
**Figura IND 6 (TXx) Valor máximo de la temperatura máxima, en Berlín (Serie completa).**



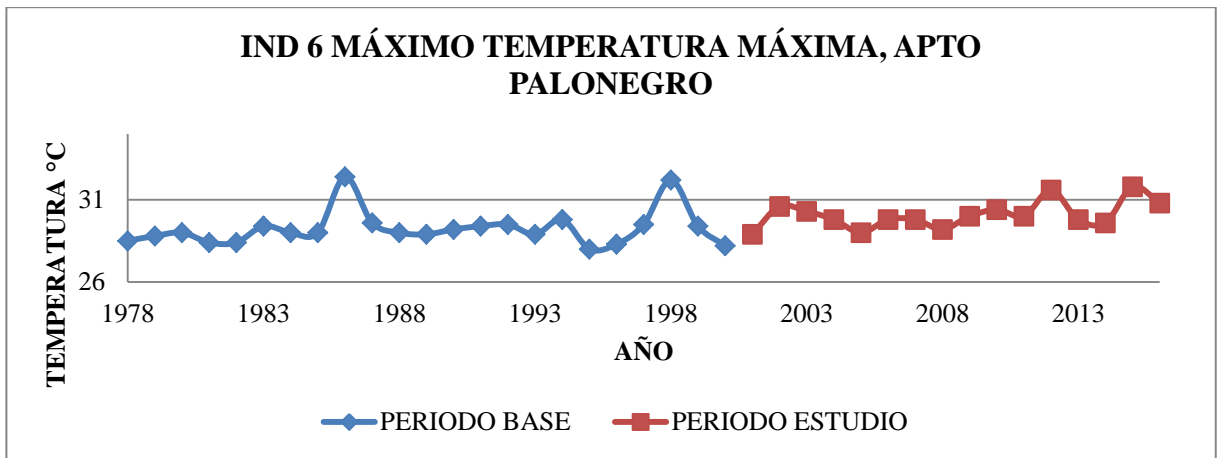
**Figura IND 6 (TXx) Valor máximo de la temperatura máxima, en Vivero Surata (Periodos).**



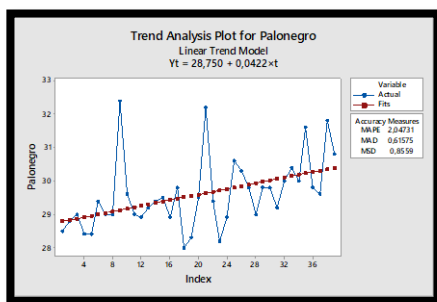
**Figura IND 6 (TXx) Valor máximo de la temperatura máxima, en Vivero Surata (Serie completa).**



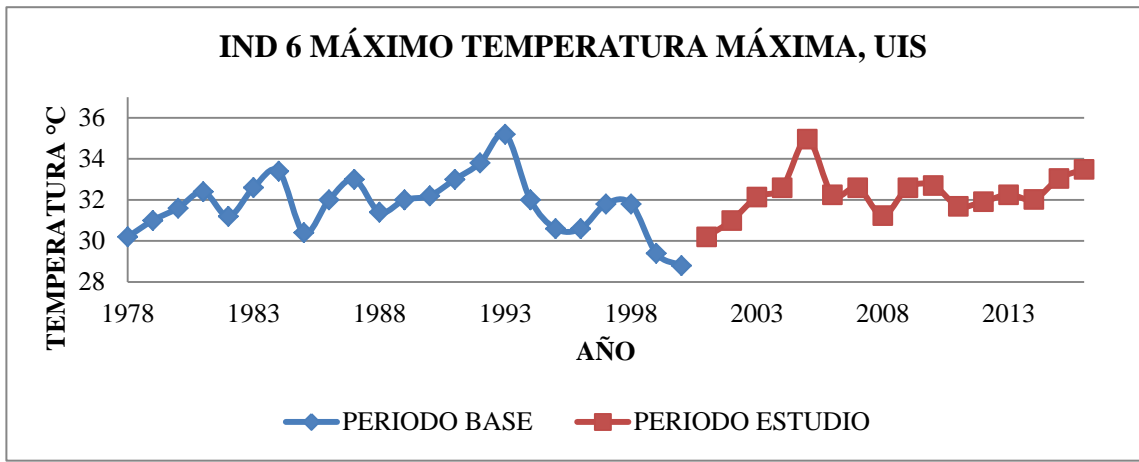
**Figura IND 6 (TXx) Valor máximo de la temperatura máxima, en Apto Palonegro (Periodos).**



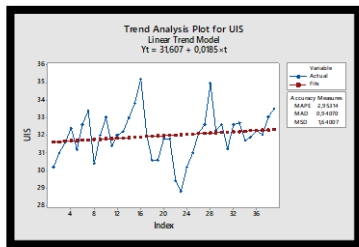
**Figura IND 6 (TXx) Valor máximo de la temperatura máxima, en Apto Palonegro (Serie completa).**



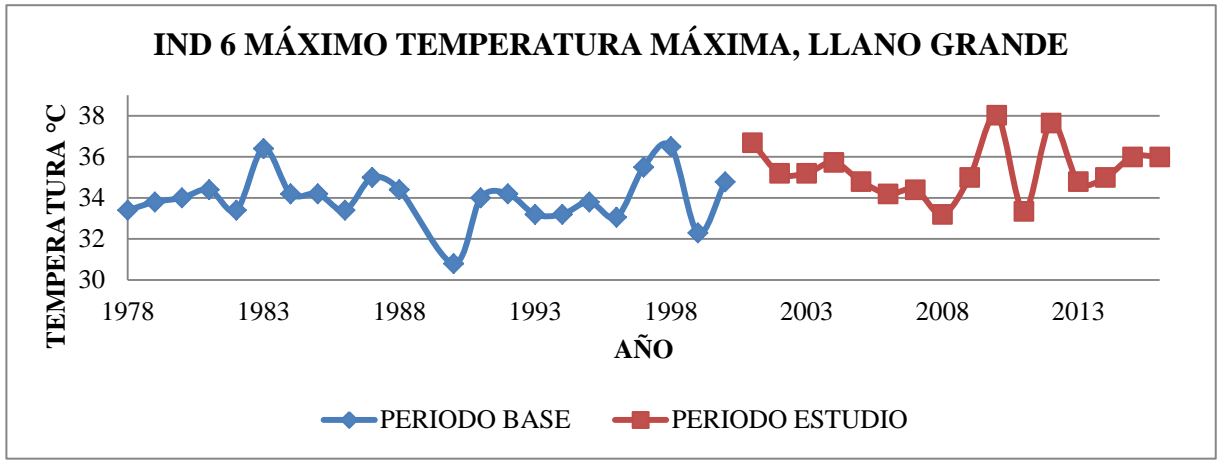
**Figura IND 6 (TXx) Valor máximo de la temperatura máxima, en UIS (Periodos).**



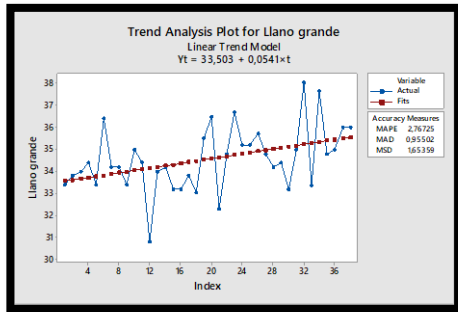
**Figura IND 6 (TXx) Valor máximo de la temperatura máxima, en UIS (Serie completa).**



**Figura IND 6 (TXx) Valor máximo de la temperatura máxima, en Llano Grande (Periodos).**

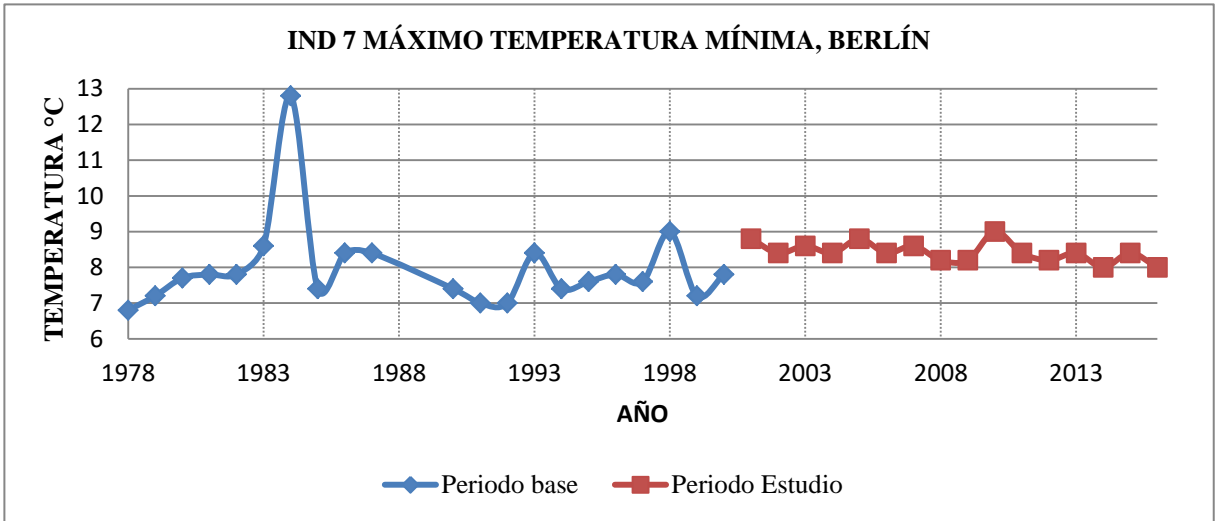


**Figura IND 6 (TXx) Valor máximo de la temperatura máxima, en Llano Grande (Serie completa).**

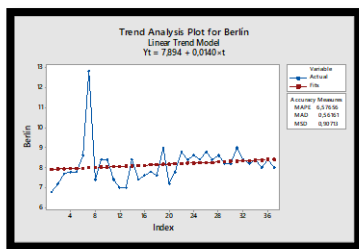


- **Indicador 7: Valor máximo de la temperatura mínima (TNx)**

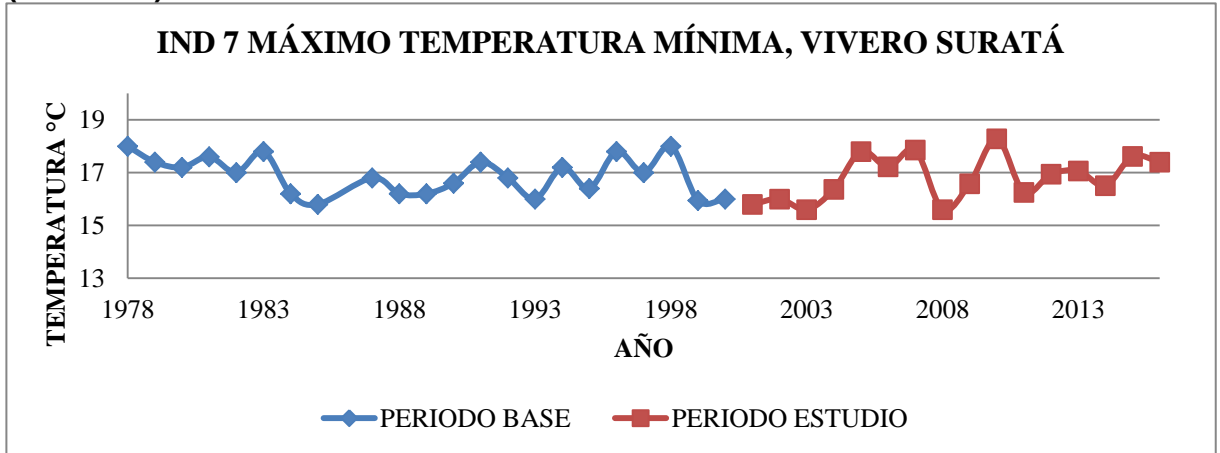
**Figura IND 7 (TNx) Valor máximo de la temperatura mínima, en Berlín (Periodos).**



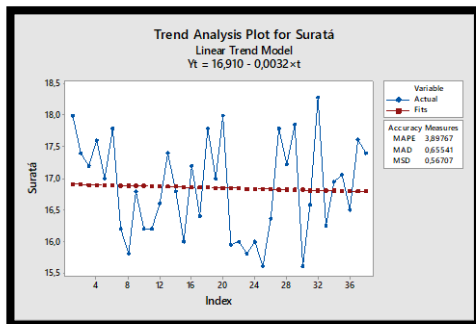
**Figura IND 7 (TNx) Valor máximo de la temperatura mínima, en Berlín (Serie completa).**



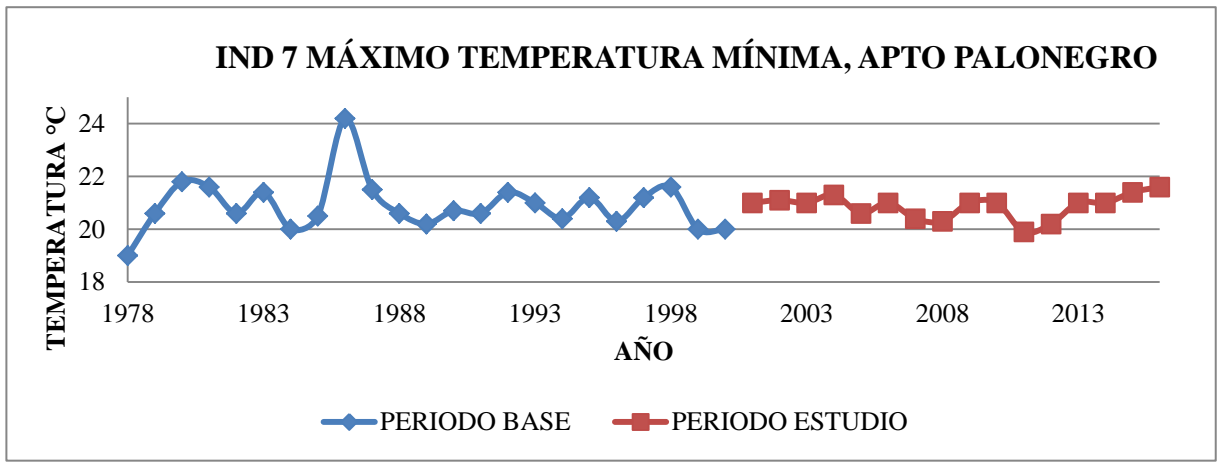
**Figura IND 7 (TNx) Valor máximo de la temperatura mínima, en Vivero Surata (Periodos).**



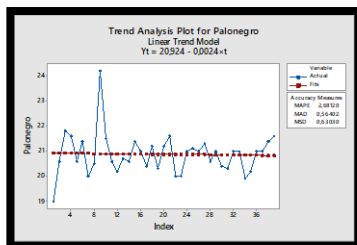
**Figura IND 7 (TNx) Valor máximo de la temperatura mínima, en Vivero Surata (Serie completa).**



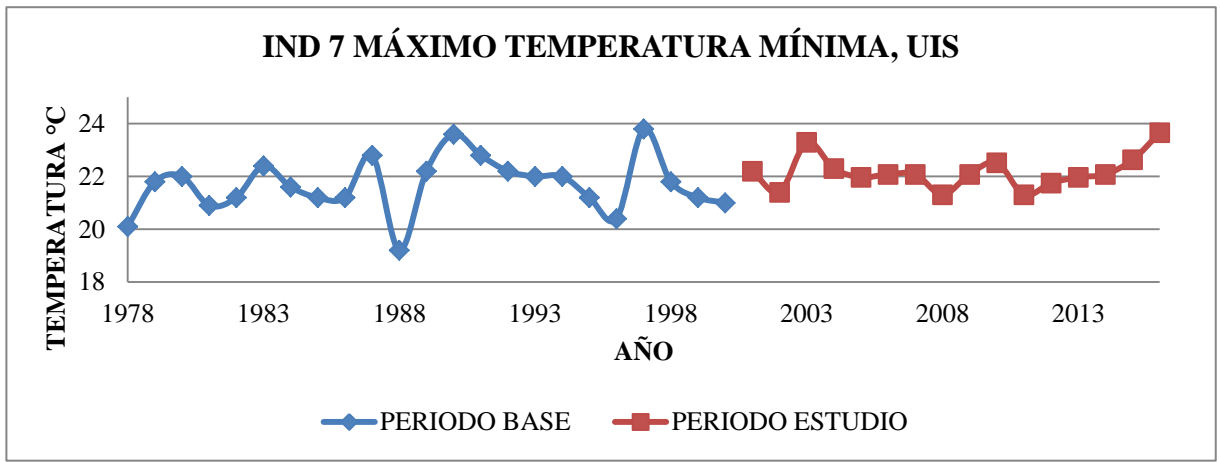
**Figura IND 7 (TNx) Valor máximo de la temperatura mínima, en Apto Palonegro (Periodos).**



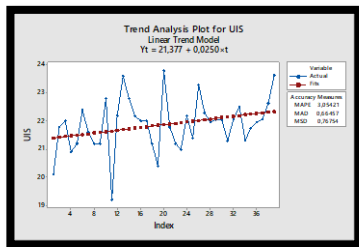
**Figura IND 7 (TNx) Valor máximo de la temperatura mínima, en Apto Palonegro (Serie completa).**



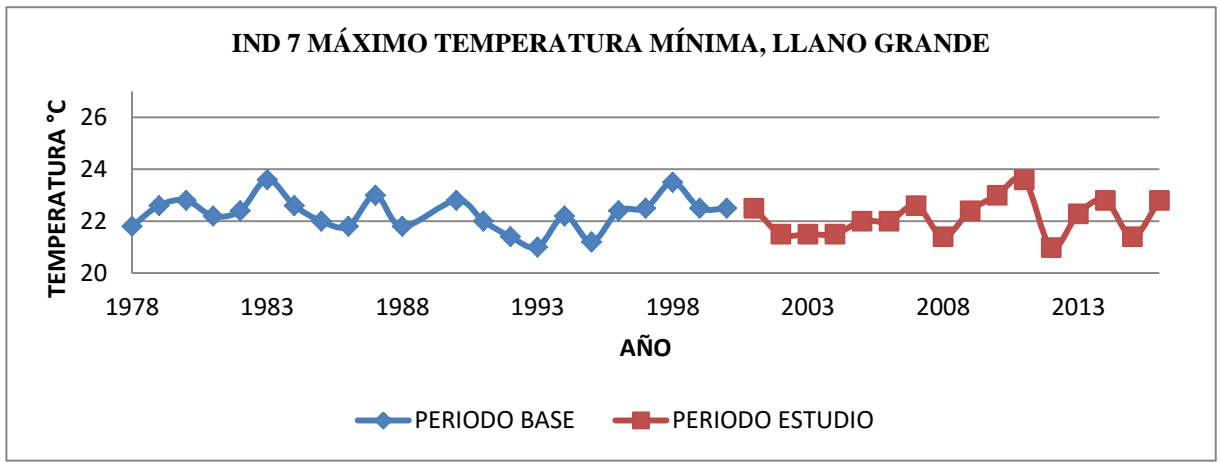
**Figura IND 7 (TNx) Valor máximo de la temperatura mínima, en UIS (Periodos).**



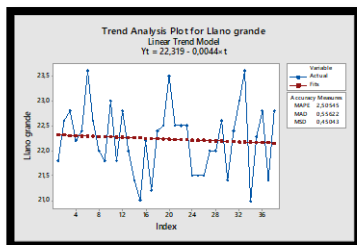
**Figura IND 7 (TNx) Valor máximo de la temperatura mínima, en UIS (serie completa).**



**Figura IND 7 (TNx) Valor máximo de la temperatura mínima, en Llano Grande (Periodos).**

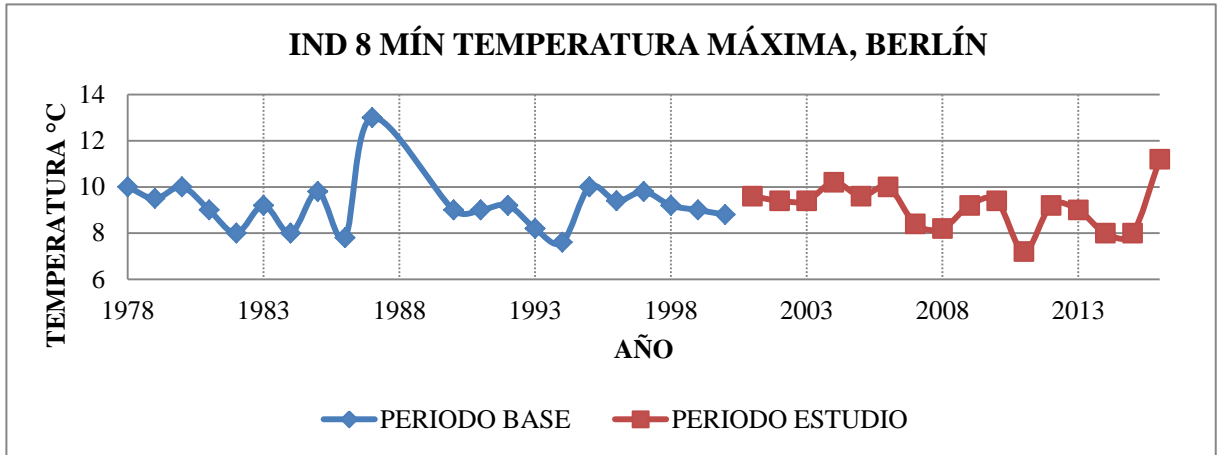


**Figura IND 7 (TNx) Valor máximo de la temperatura mínima, en Llano Grande (serie completa).**

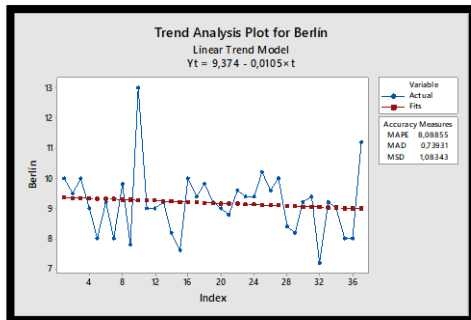


- **Indicador 8: Valor mínimo de la temperatura máxima (TXn)**

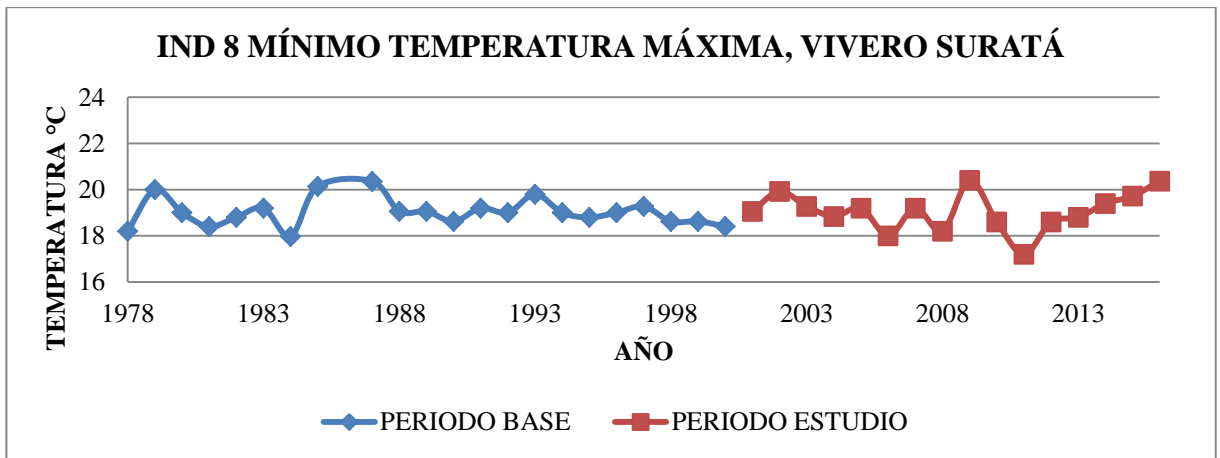
**Figura IND 8 (TXn) Valor mínimo de la temperatura máxima, en Berlín (Periodos).**



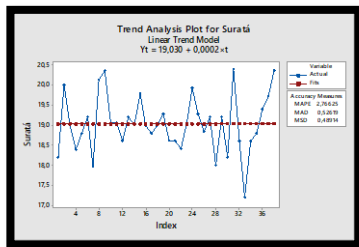
**Figura IND 8 (TXn) Valor mínimo de la temperatura máxima, en Berlín (Serie completa).**



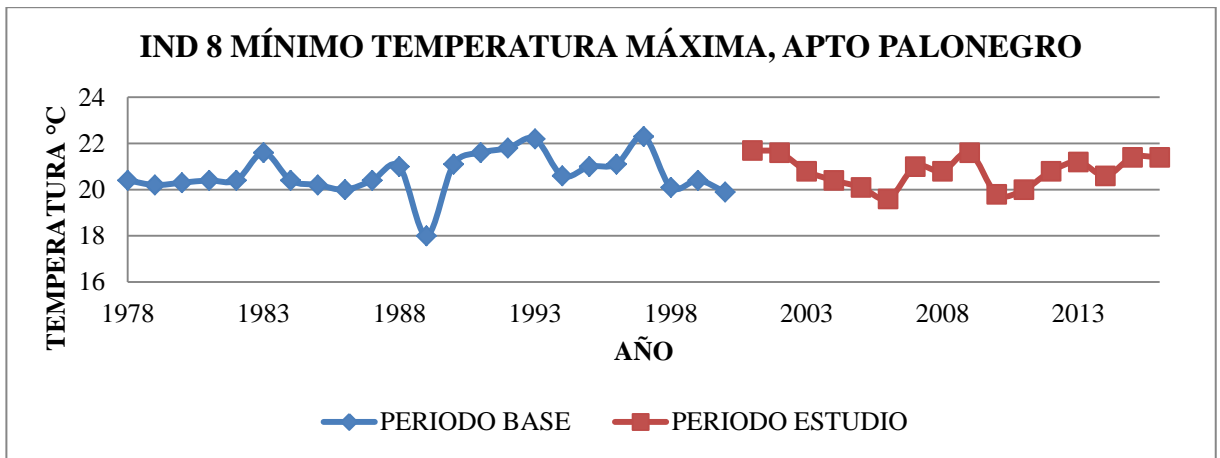
**Figura IND 8 (TXn) Valor mínimo de la temperatura máxima, en Vivero Surata (Periodos).**



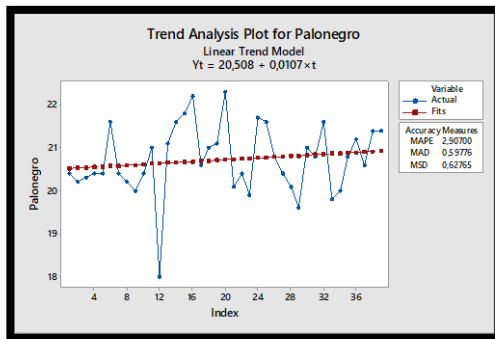
**Figura IND 8 (TXn) Valor mínimo de la temperatura máxima, en Vivero Surata (Serie completa).**



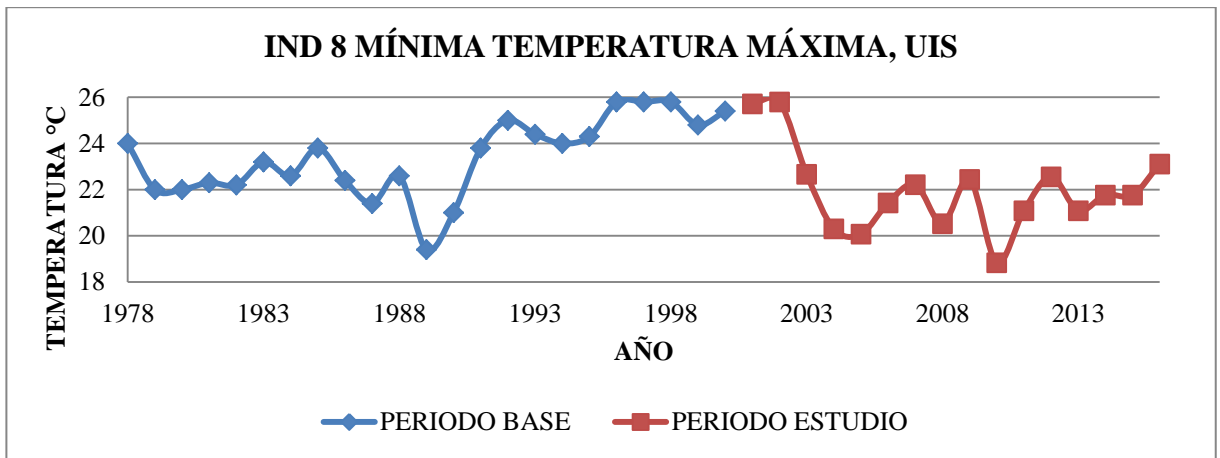
**Figura 5 IND 8 (TXn) Valor mínimo de la temperatura máxima, en Apto Palonegro (Periodos).**



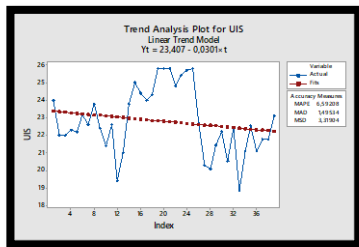
**Figura IND 8 (TXn) Valor mínimo de la temperatura máxima, en Apto Palonegro (Serie completa).**



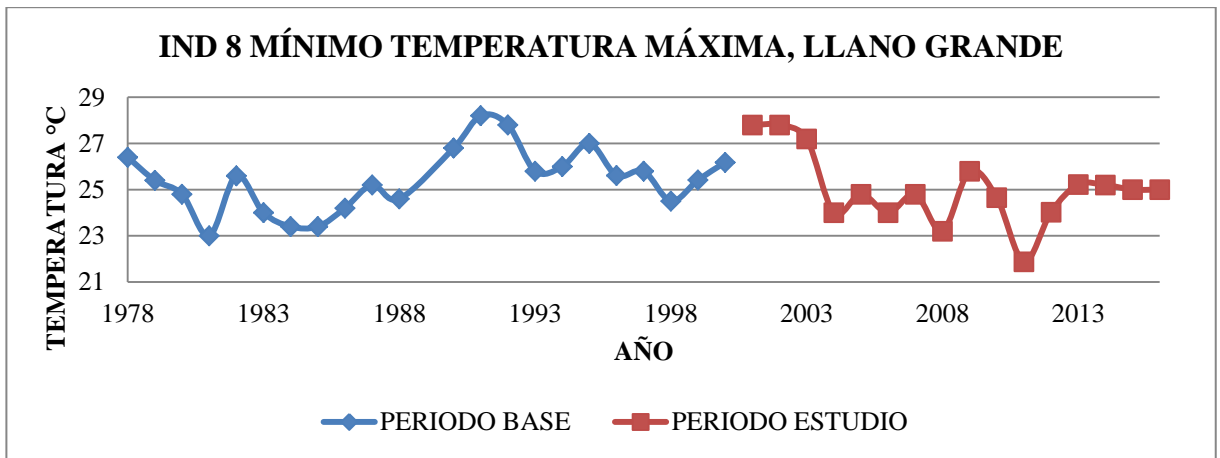
**Figura IND 8 (TXn) Valor mínimo de la temperatura máxima, en UIS (Periodos).**



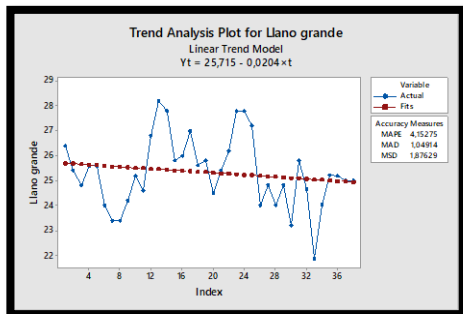
**Figura IND 8 (TXn) Valor mínimo de la temperatura máxima, en UIS (Serie completa).**



**Figura IND 8 (TXn) Valor mínimo de la temperatura máxima, en Llano Grande (Periodos).**

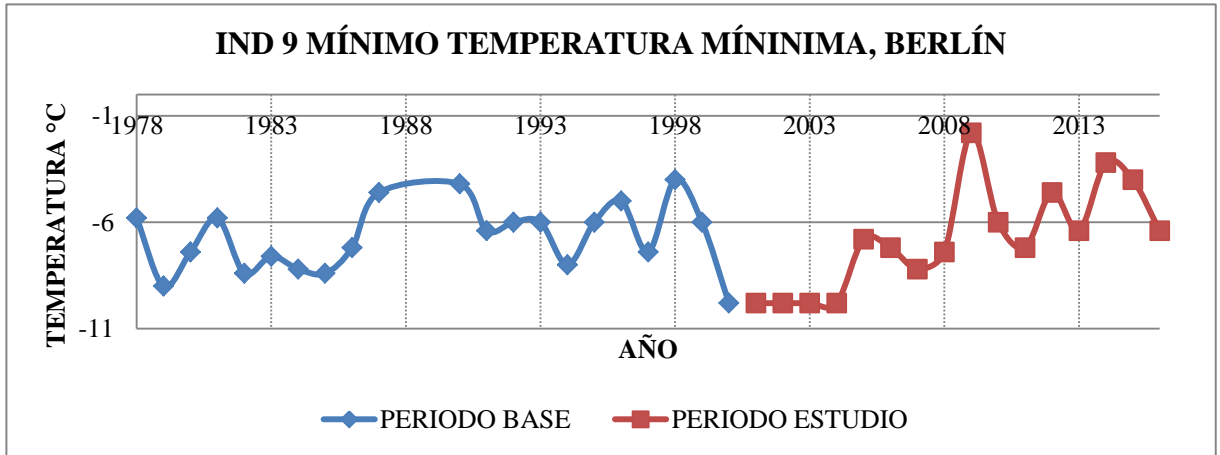


**Figura IND 8 (TXn) Valor mínimo de la temperatura máxima, en Llano Grande (serie completa).**

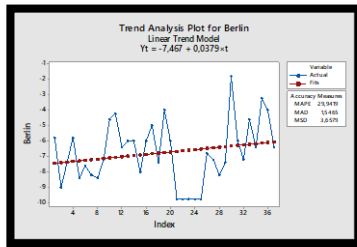


- **Indicador 9: Valor mínimo de la temperatura mínima (TNn)**

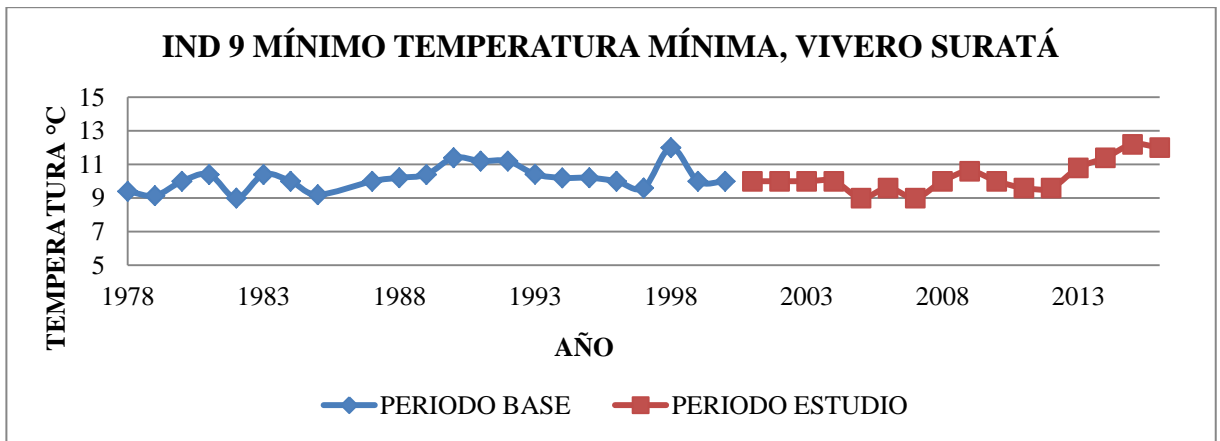
**Figura IND 9 (TNn) Valor mínimo de la temperatura mínima, en Berlín (Periodos).**



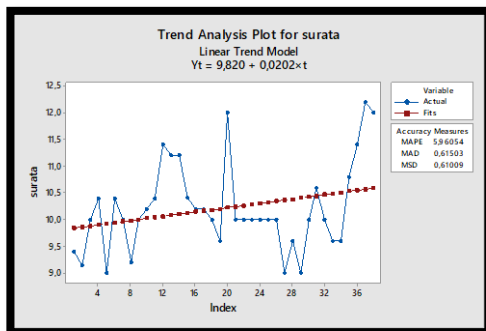
**Figura IND 9 (TNn) Valor mínimo de la temperatura mínima, en Berlín (Serie completa).**



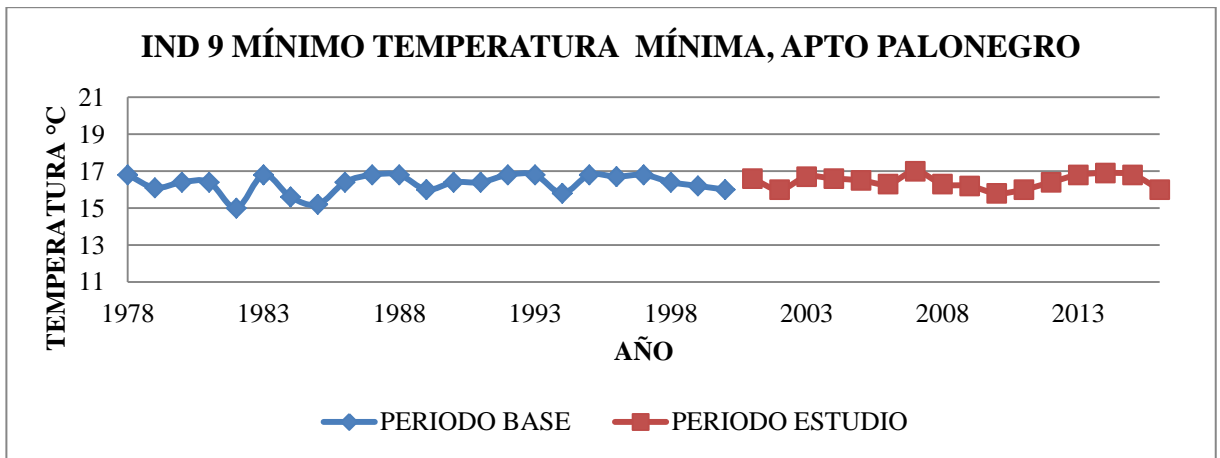
**Figura IND 9 (TNn) Valor mínimo de la temperatura mínima, en Vivero Surata (Periodos).**



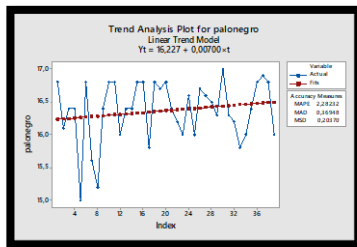
**Figura IND 9 (TNn) Valor mínimo de la temperatura mínima, en Vivero Surata (Serie completa).**



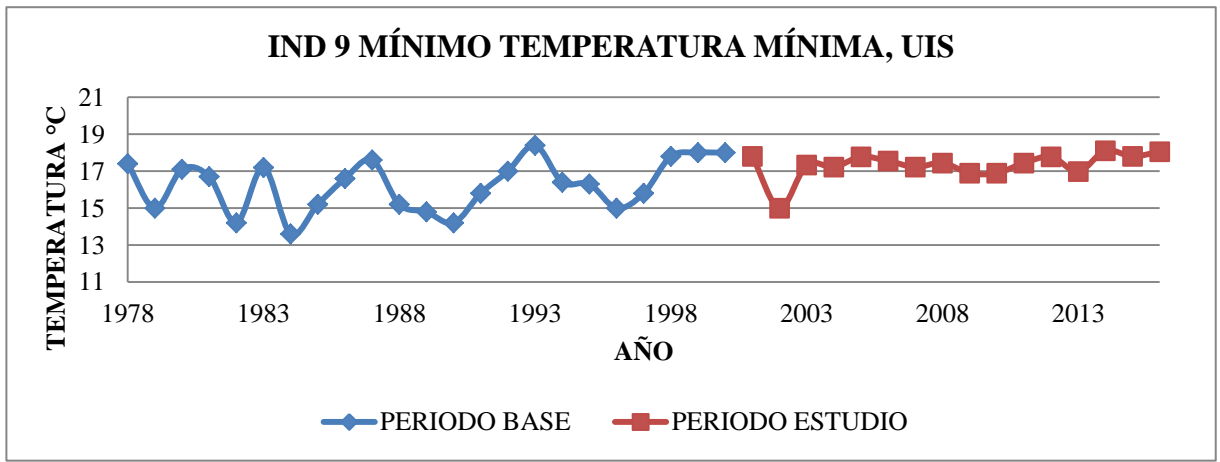
**Figura IND 9 (TNn) Valor mínimo de la temperatura mínima, en Apto Palonegro (Periodos).**



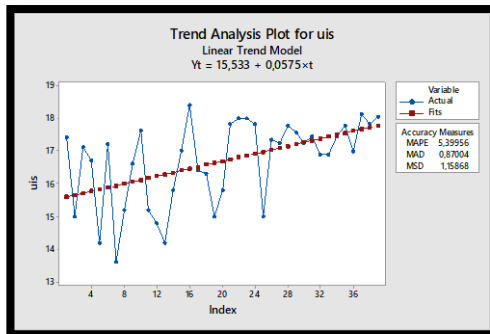
**Figura 6IND 9 (TNn) Valor mínimo de la temperatura mínima, en Apto Palonegro (Serie completa).**



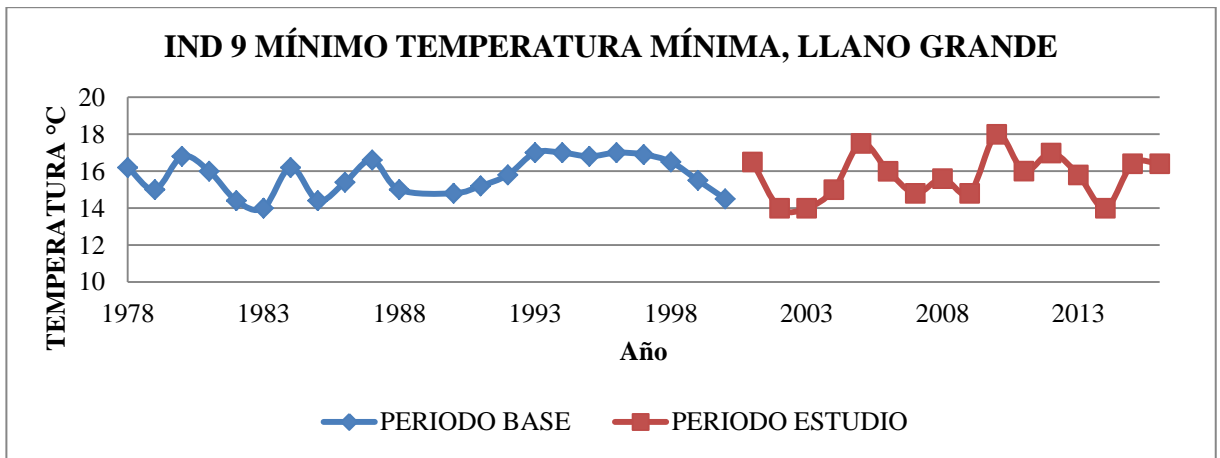
**Figura IND 9 (TNn) Valor mínimo de la temperatura mínima, en UIS (Periodos).**



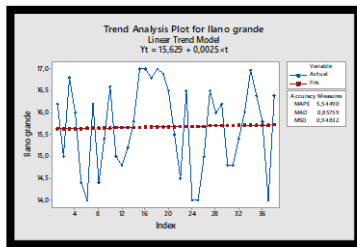
**Figura IND 9 (TNn) Valor mínimo de la temperatura mínima, en UIS (Serie completa).**



**Figura 7 IND 9 (TNn) Valor mínimo de la temperatura mínima, en Llano Grande (Periodos).**

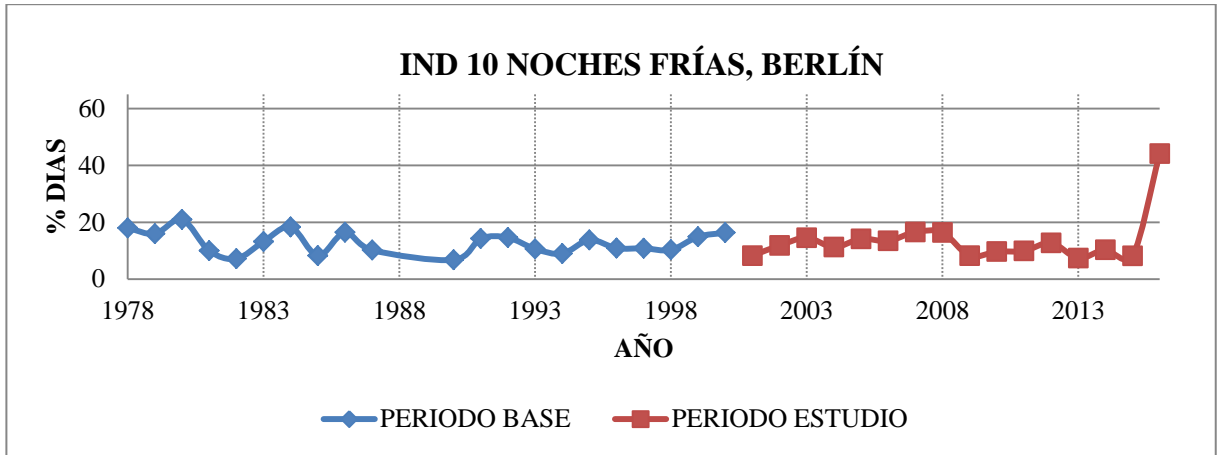


**Figura IND 9 (TNn) Valor mínimo de la temperatura mínima, en Llano Grande (Serie completa).**

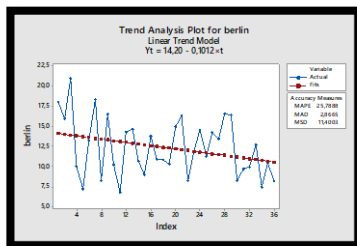


- **Indicador 10: Noches frías (TN10P)**

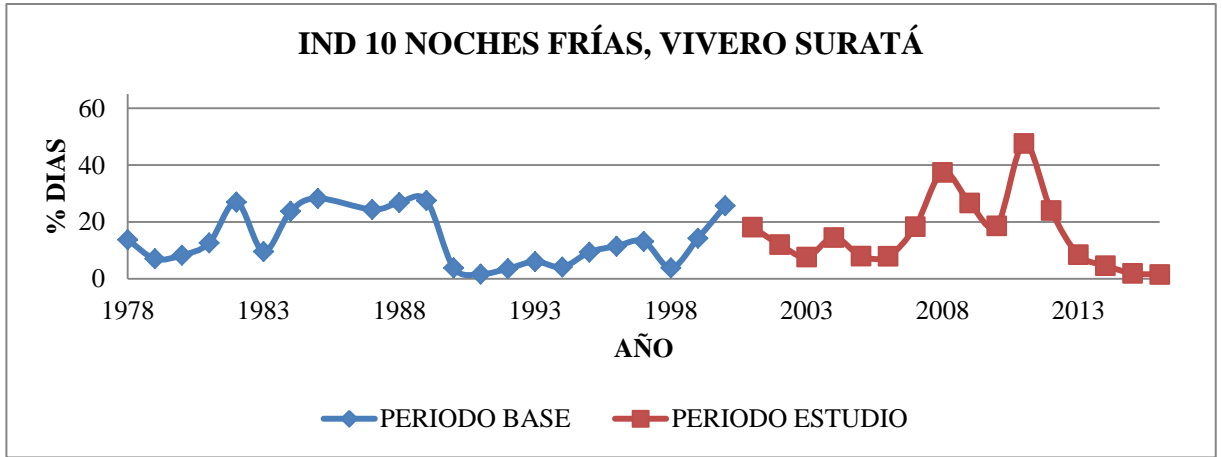
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Berlín (Periodos).**



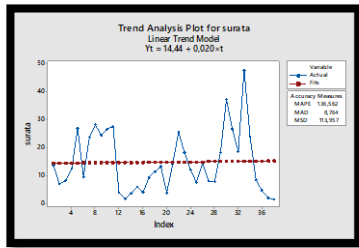
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Berlín (serie completa).**



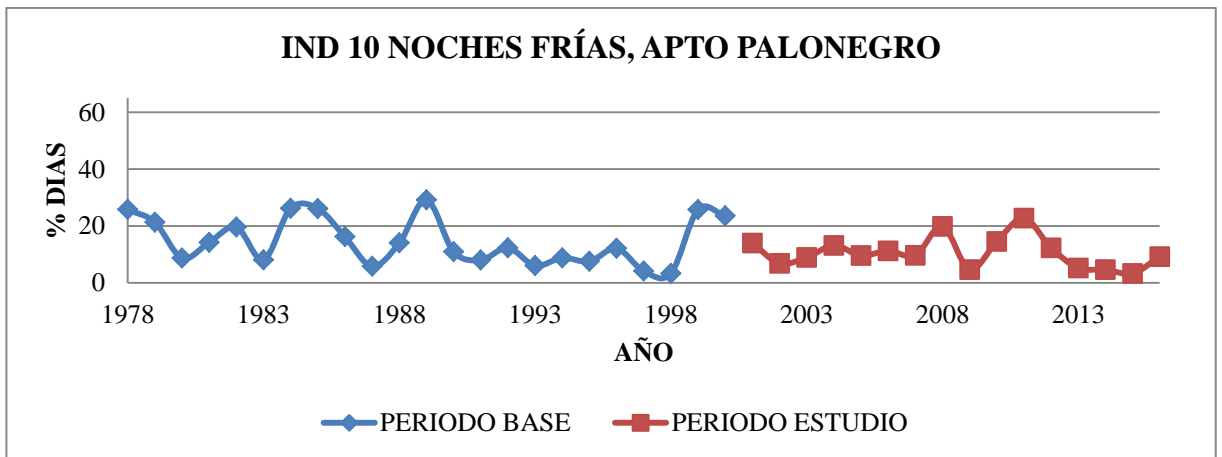
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Vivero Surata (Periodos).**



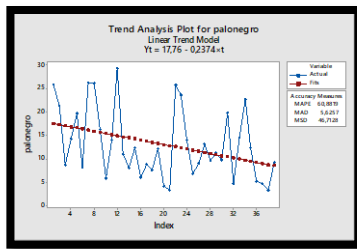
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Vivero Surata (Serie completa).**



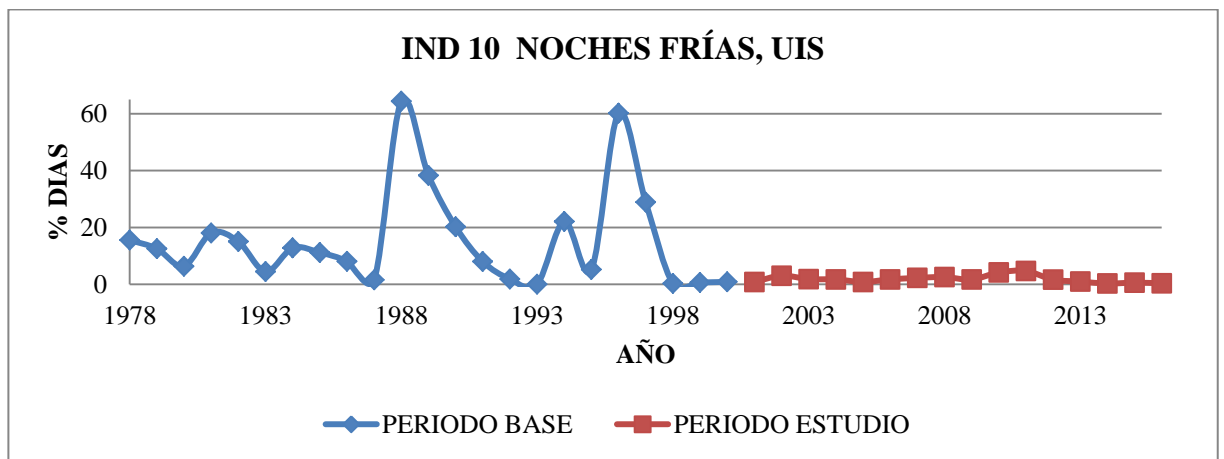
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Apto Palonegro (Periodos).**



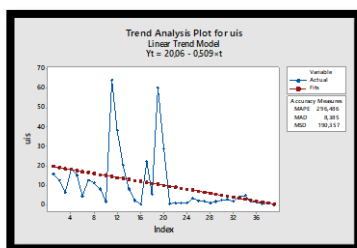
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Apto Palonegro (Serie completa).**



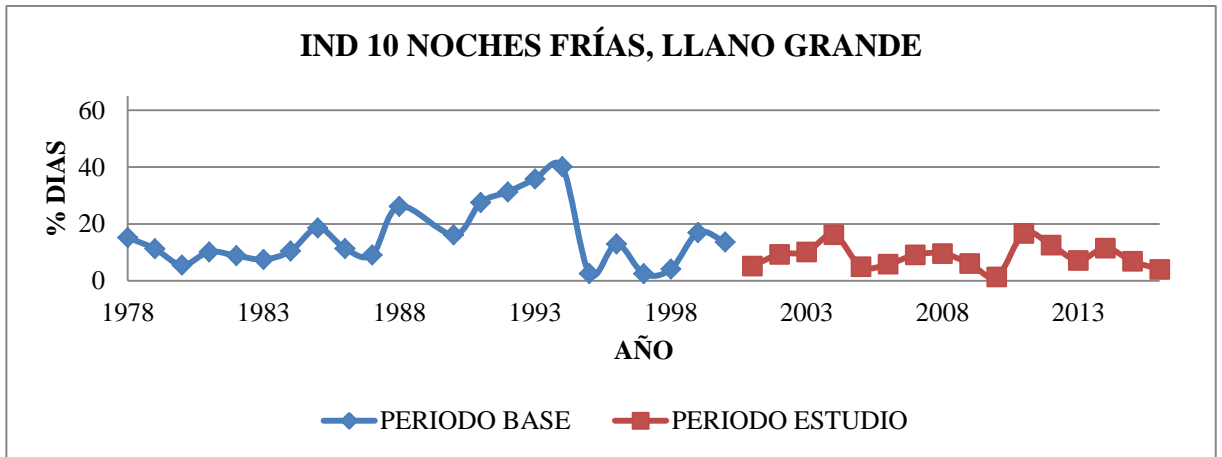
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en UIS (Periodos).**



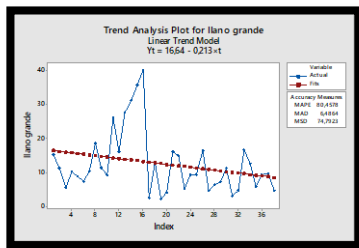
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en UIS (serie completa).**



**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Llano Grande (Periodos).**

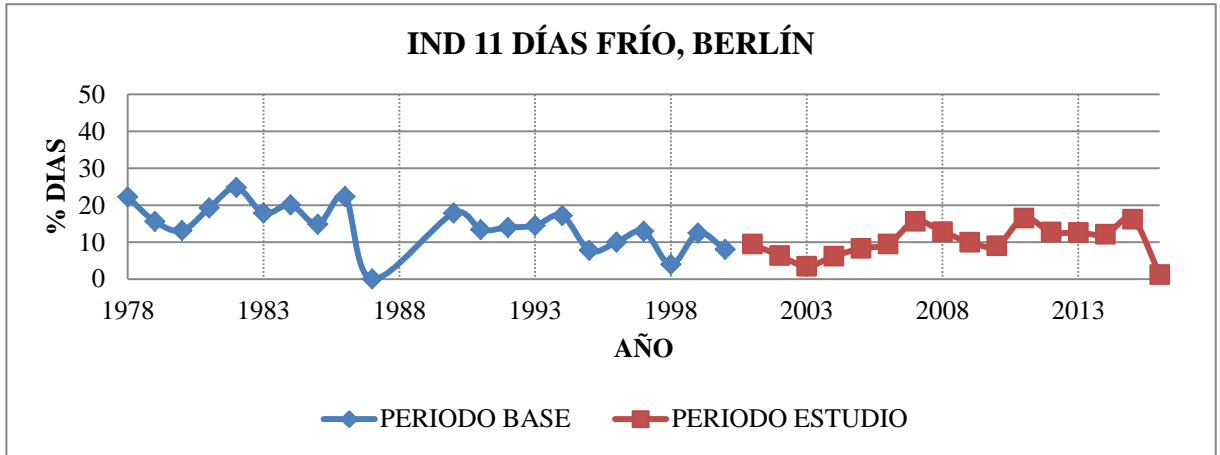


**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Llano Grande (serie completa).**

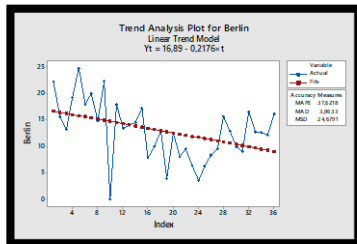


- **Indicador 11: Días fríos (TX10P)**

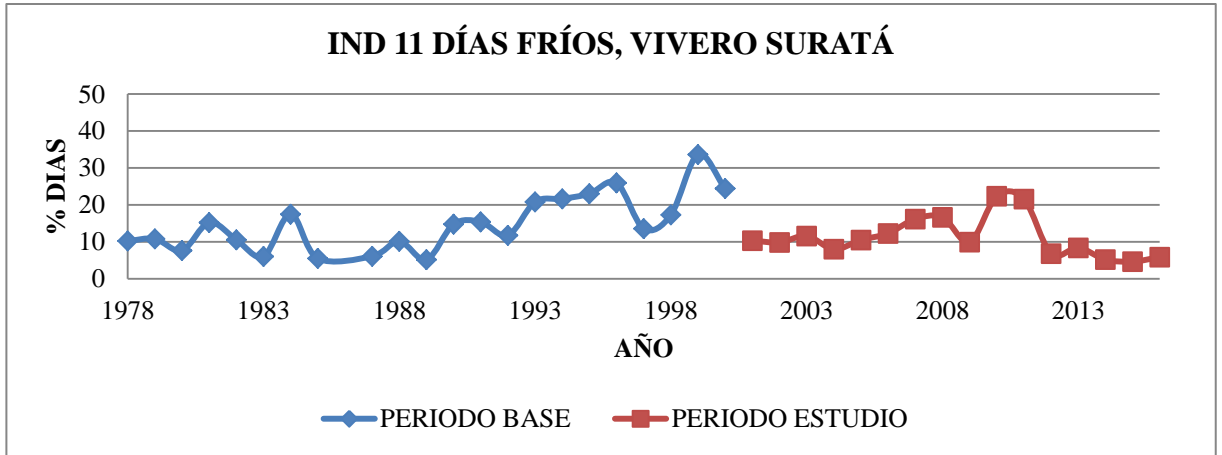
**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en Berlín (Periodos).**



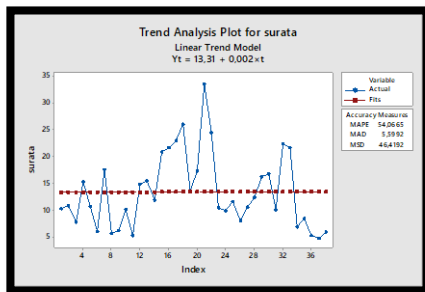
**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en Berlín (serie completa).**



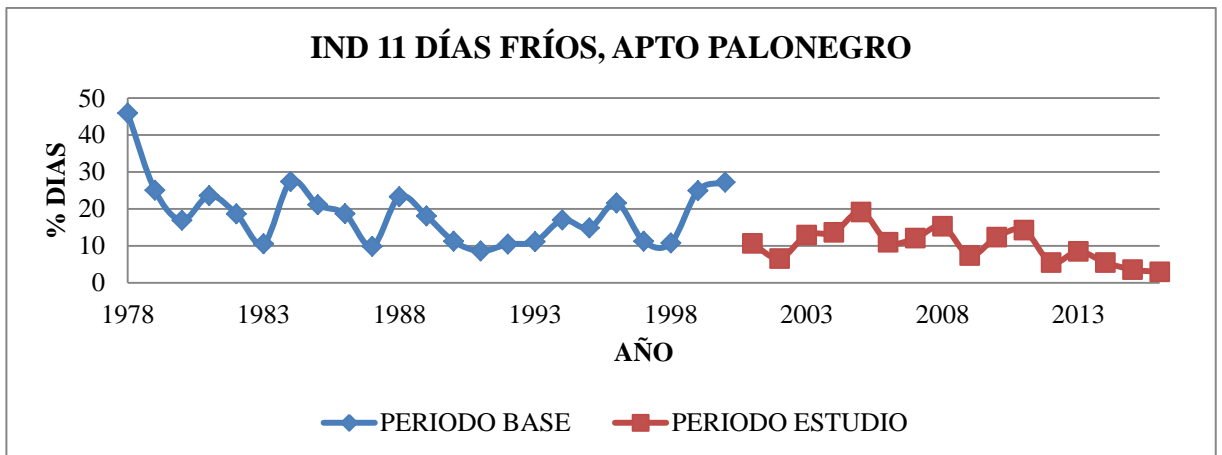
**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en Vivero Surata (Periodos).**



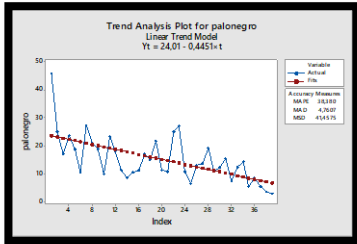
**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en Vivero Surata (serie completa).**



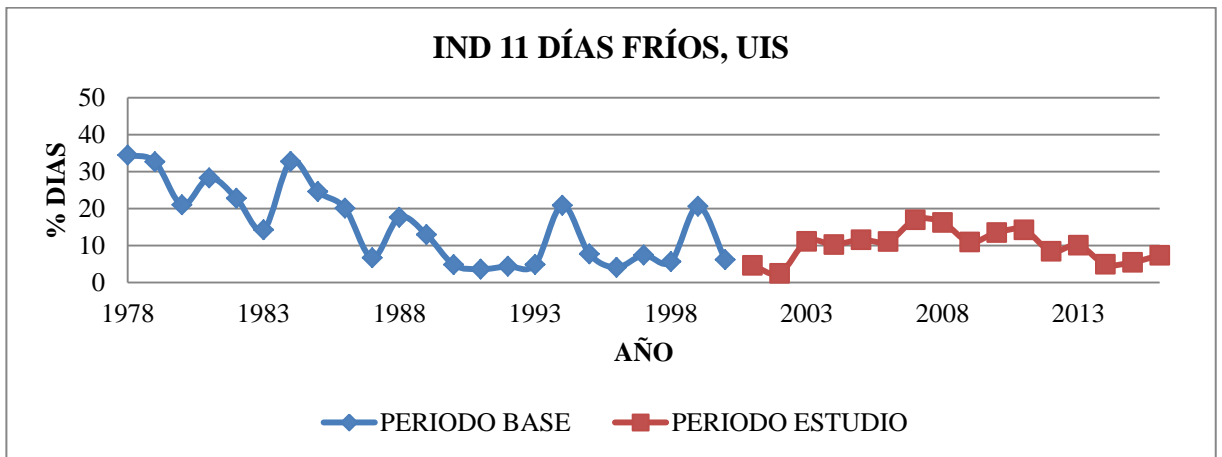
**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en Apto Palonegro (Periodos).**



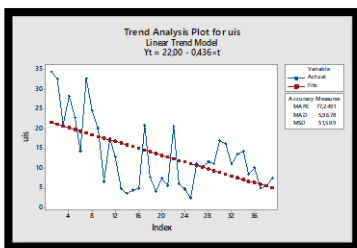
**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en Apto Palonegro (serie completa).**



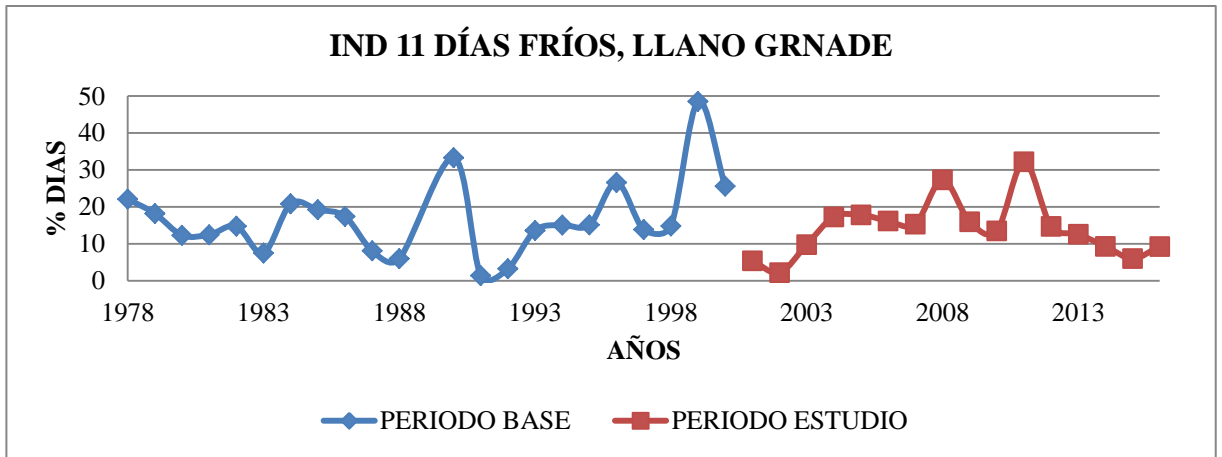
**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en UIS (serie Periodo).**



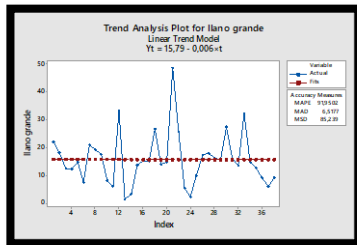
**Figura 8 IND 11 (TX10P) Días fríos, en UIS (serie completa).**



**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en Llano Grande (periodo).**

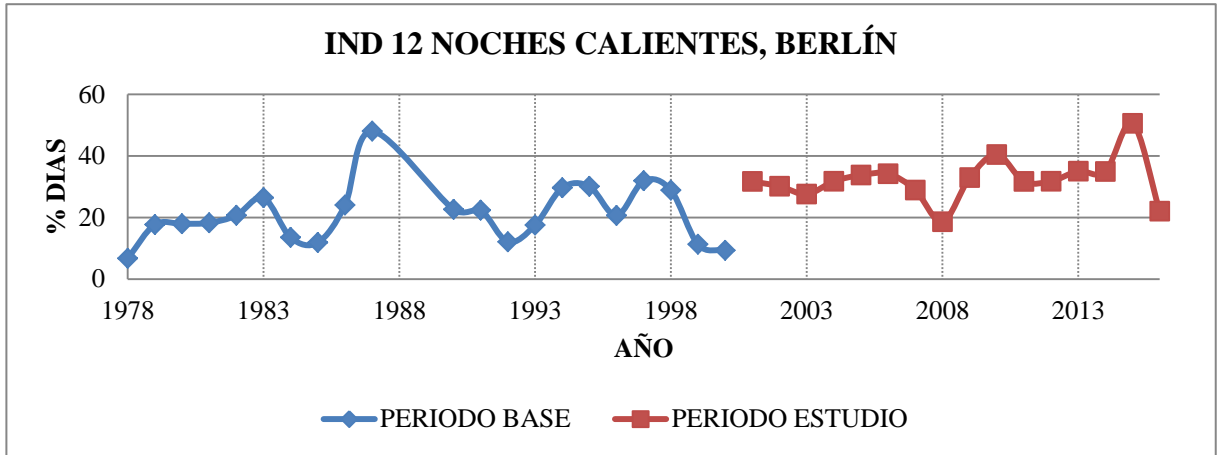


**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en Llano Grande (serie completa).**

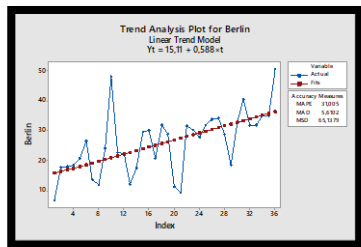


- **Indicador 12: Noches calientes (TN90P)**

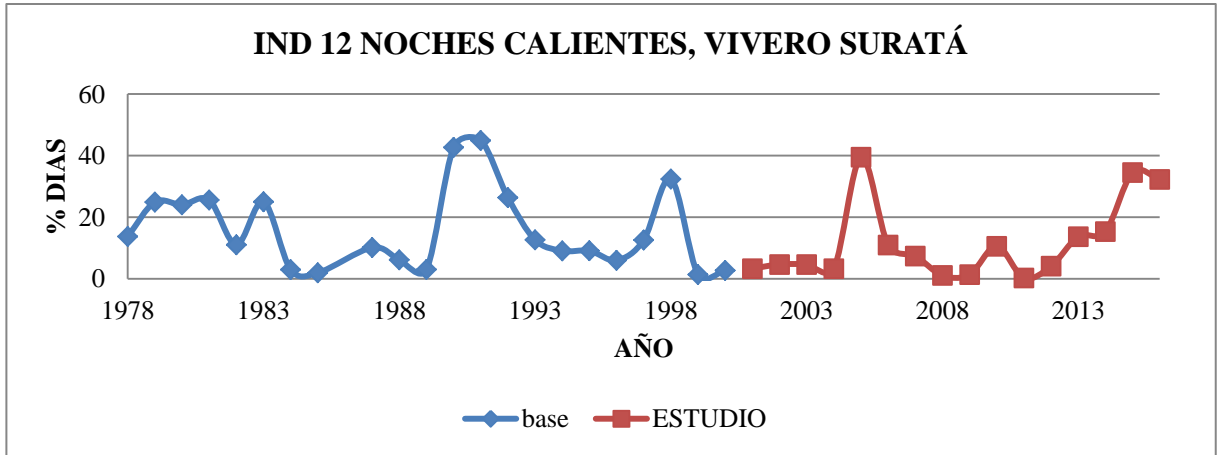
**Figura IND 12 (TN90P) Noche calientes, en Berlín (Periodos).**



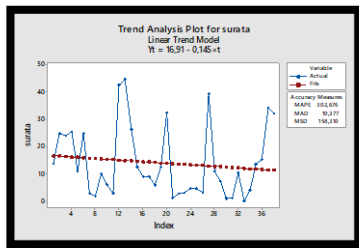
**Figura IND 12 (TN90P) Noche calientes, en Berlín (Serie completa).**



**Figura IND 12 (TN90P) Noche calientes, en Vivero Surata (Periodos).**



**Figura IND 12 (TN90P) Noche calientes, en Vivero Surata (Serie completa).**



**Figura IND 12 (TN90P) Noche calientes, en Apto Palonegro (Periodos).**

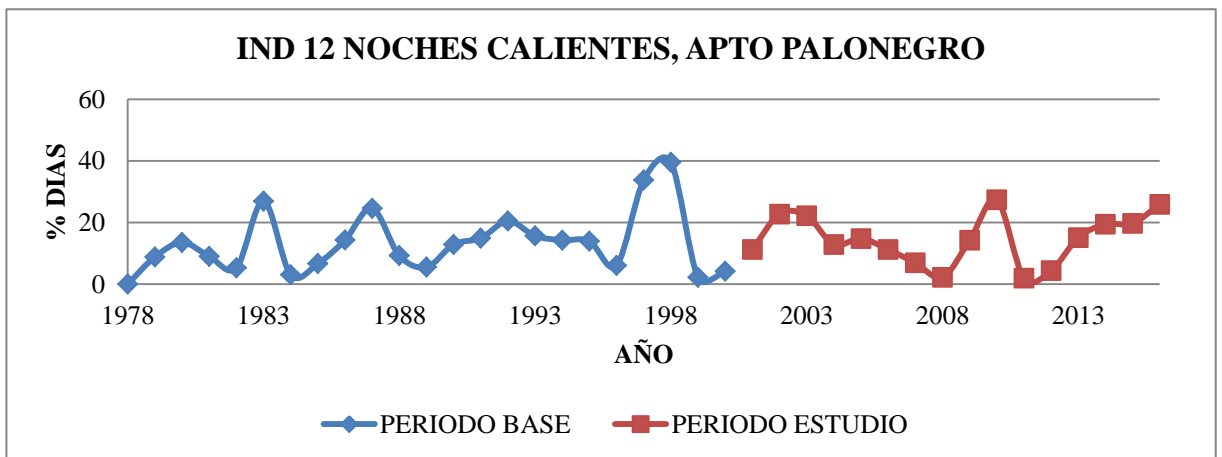


Figura IND 12 (TN90P) Noche calientes, en Apto Palonegro (Serie completa).

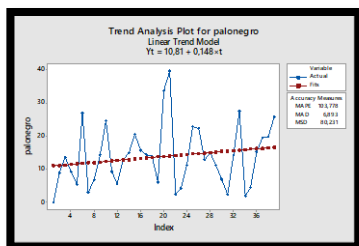


Figura IND 12 (TN90P) Noche calientes, en UIS (Periodos).

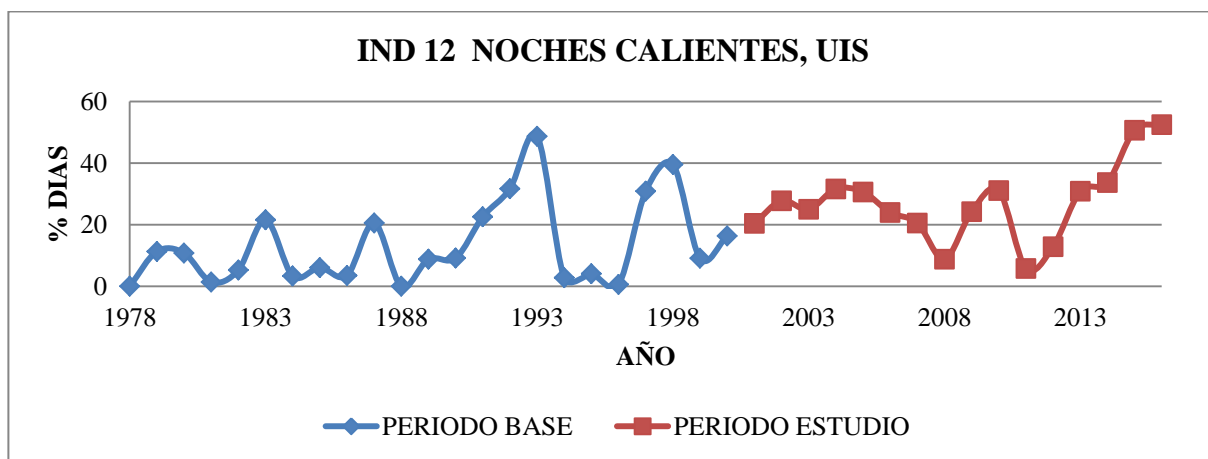


Figura IND 12 (TN90P) Noche calientes, en UIS (Serie completa).

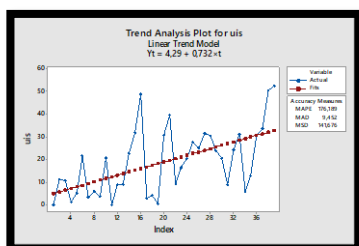


Figura IND 12 (TN90P) Noche calientes, en Llano Grande (Periodos).

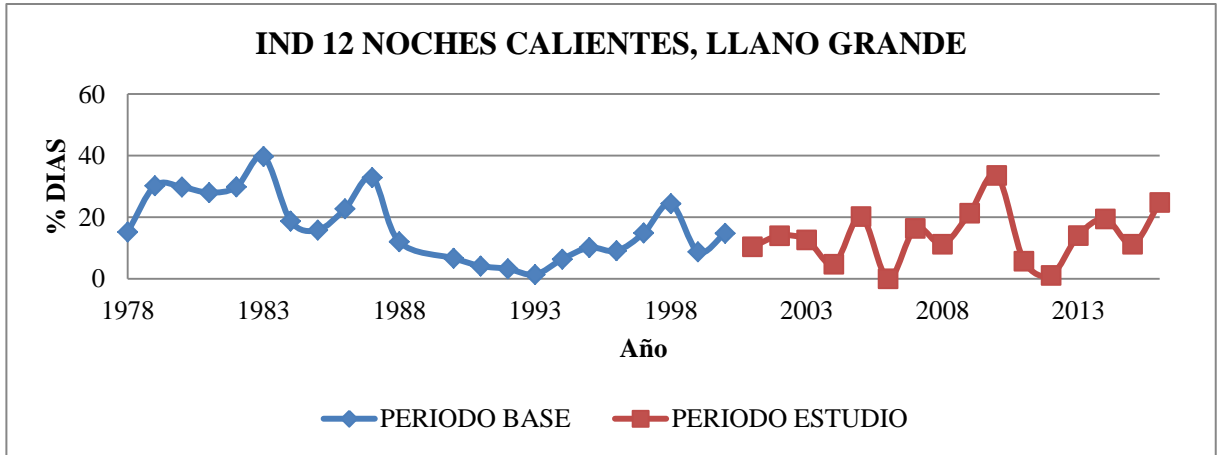
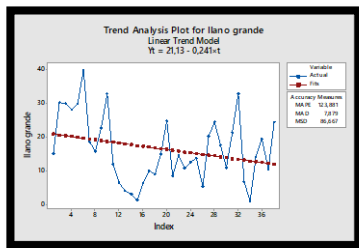
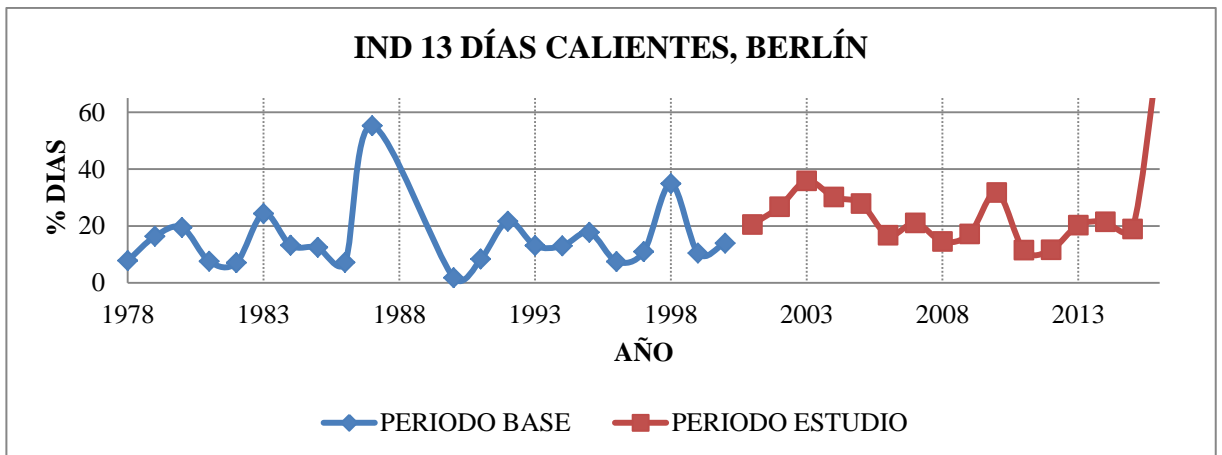


Figura IND 12 (TN90P) Noche calientes, en Llano Grande (Serie completa).

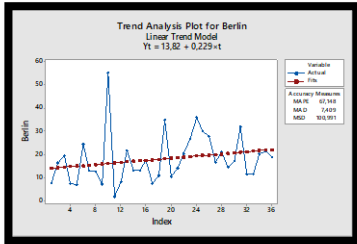


- **Indicador 13: Días calientes (TX90P)**

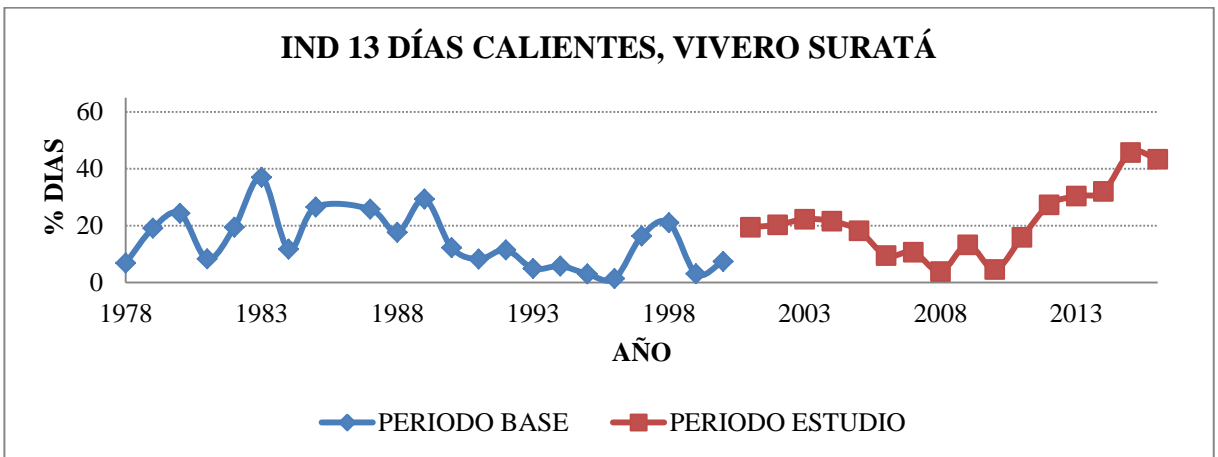
Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Berlín (Periodos).



**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Berlín (Serie completa).**



**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Vivero Surata (Periodos).**



**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Vivero Surata (Serie completa).**

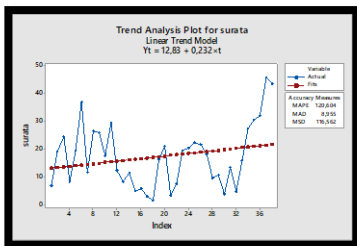


Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Apto Palonegro (Periodos).

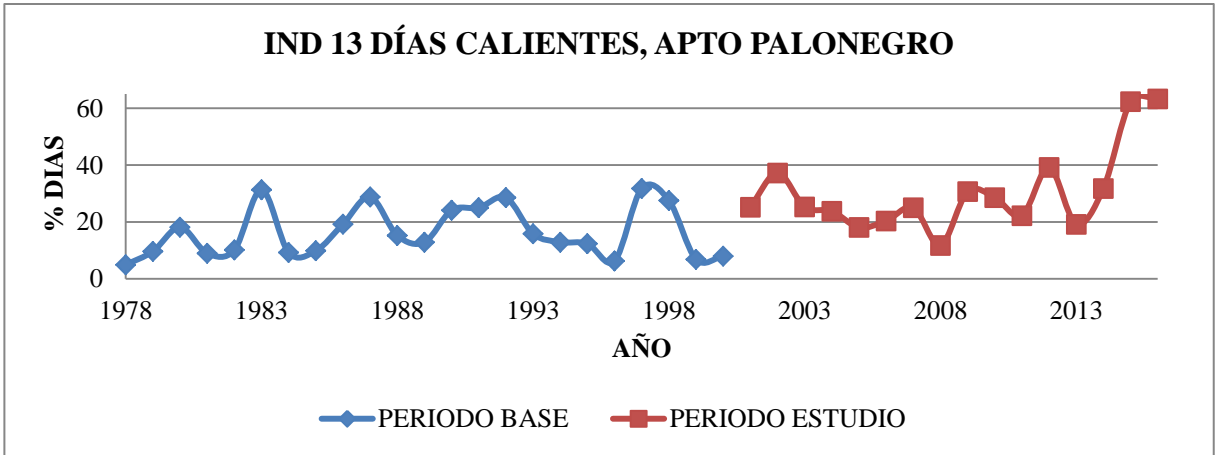


Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Apto Palonegro (Serie completa).

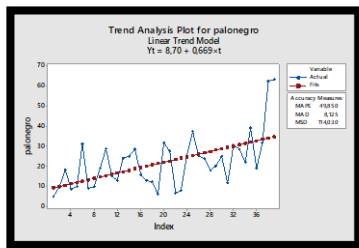
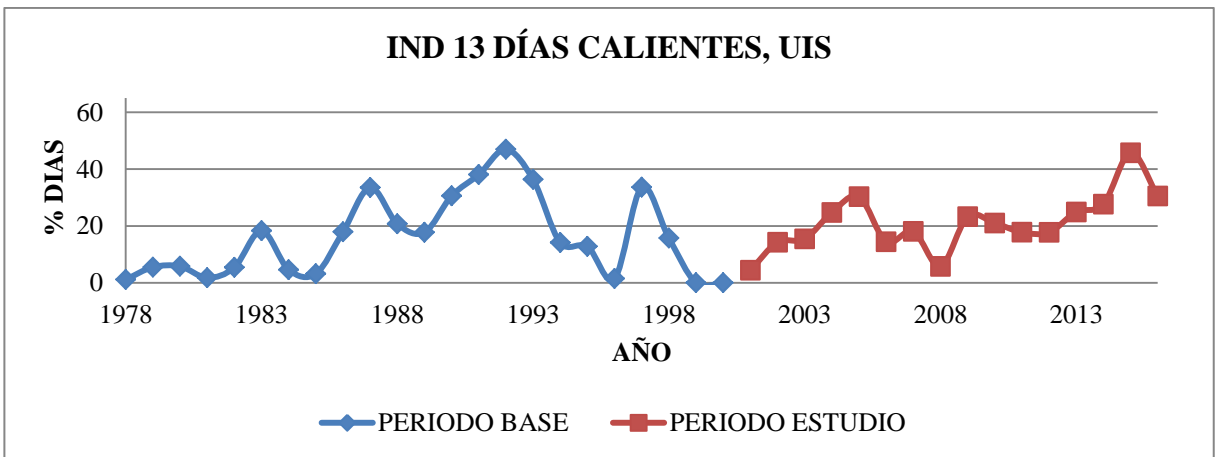
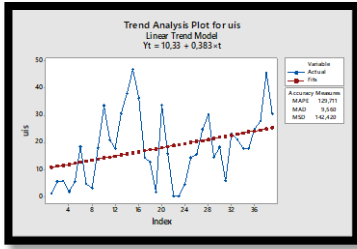


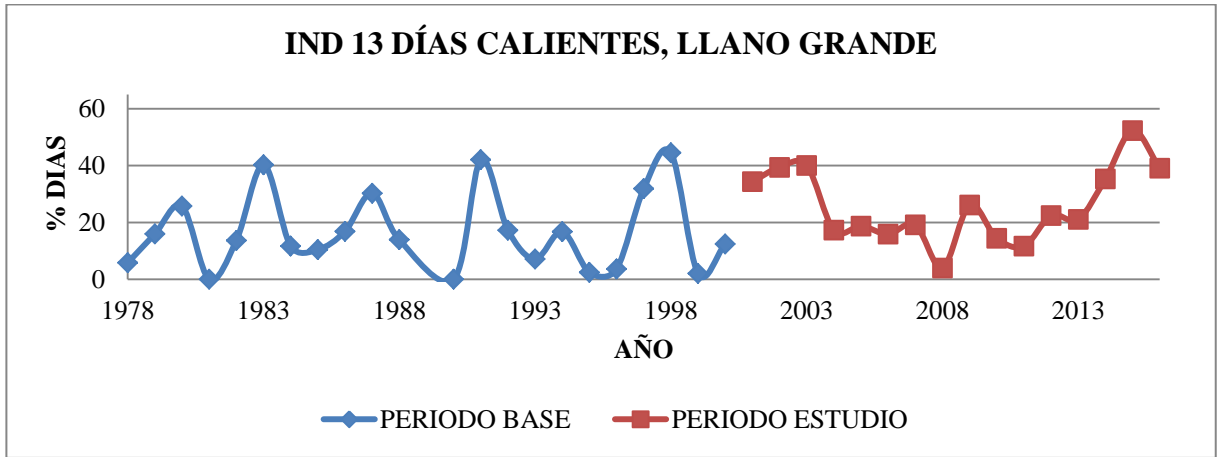
Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en UIS (Periodos).



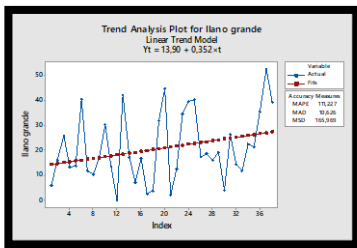
**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en UIS (Serie completa).**



**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Llano Grande (Periodos).**

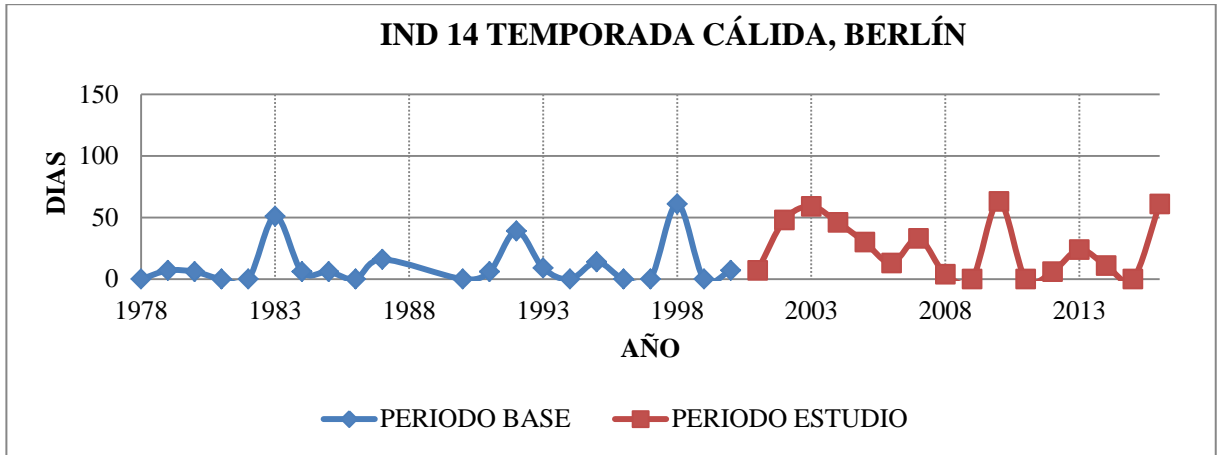


**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Llano Grande (serie completa).**

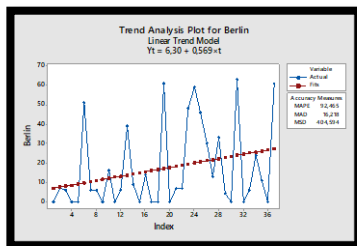


- **Indicador 14: Temporada cálida (WSDI)**

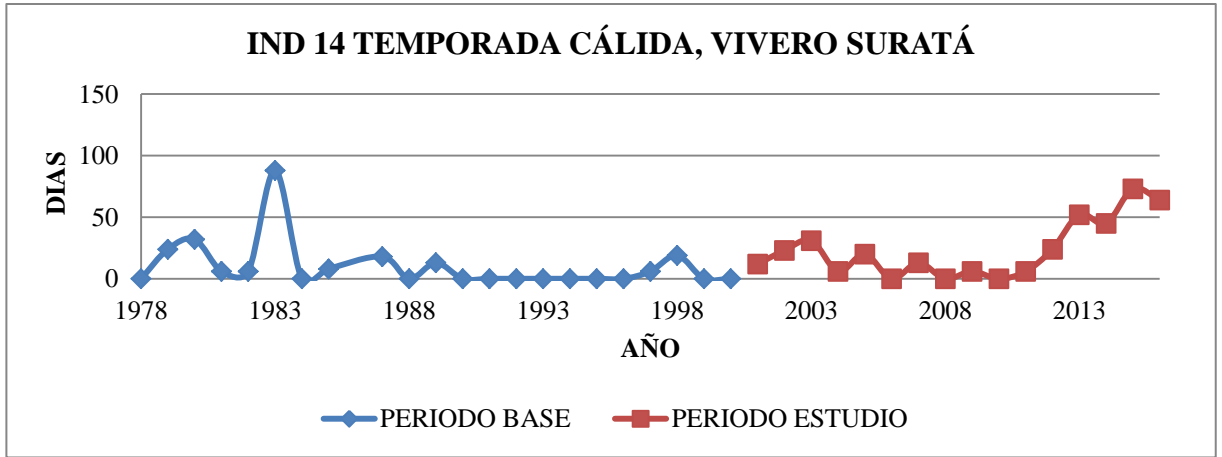
**Figura 9 IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Berlín (Periodos).**



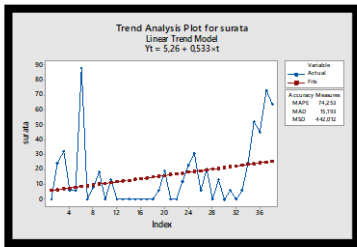
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Berlín (Serie completa).**



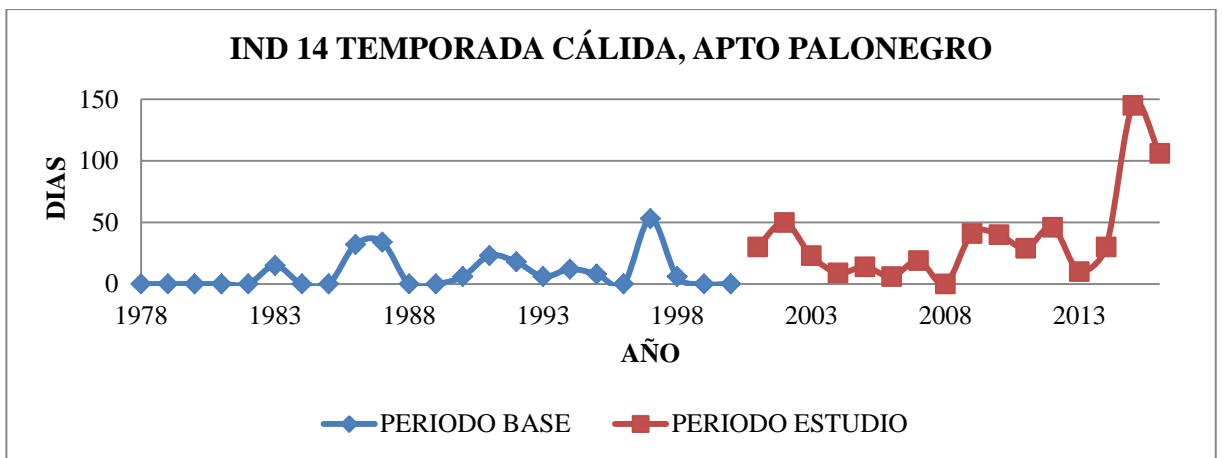
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Vivero Surata (Periodos).**



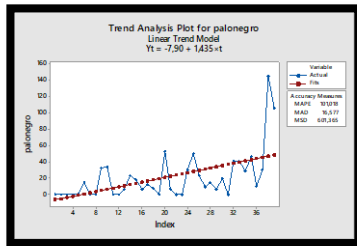
**Figura 10 IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Vivero Surata (Serie completa).**



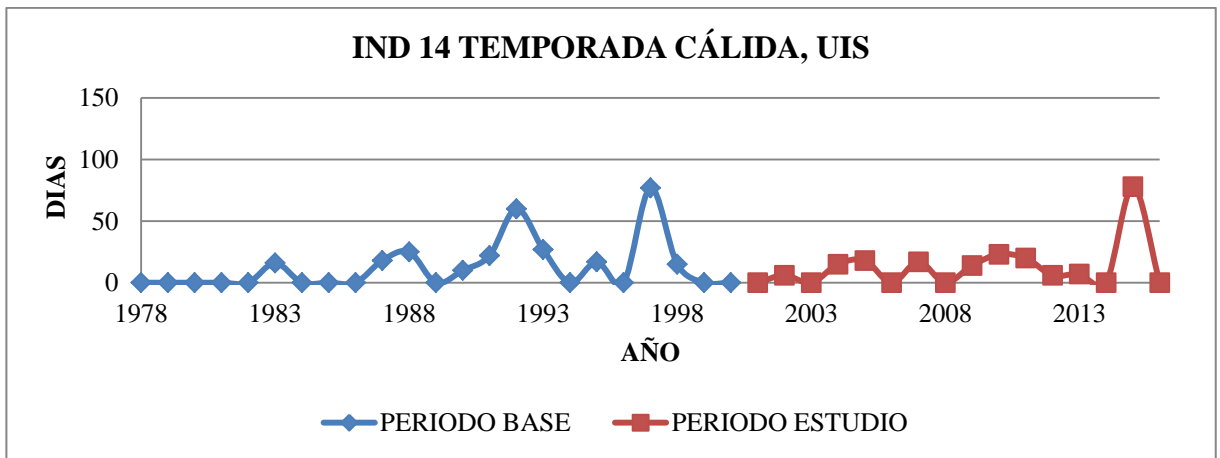
**Figura 11 IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Apto Palonegro (Periodos).**



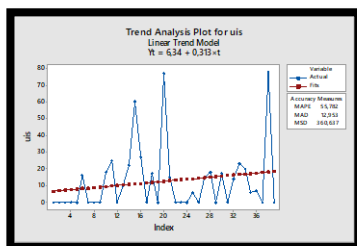
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Apto Palonegro (Serie completa).**



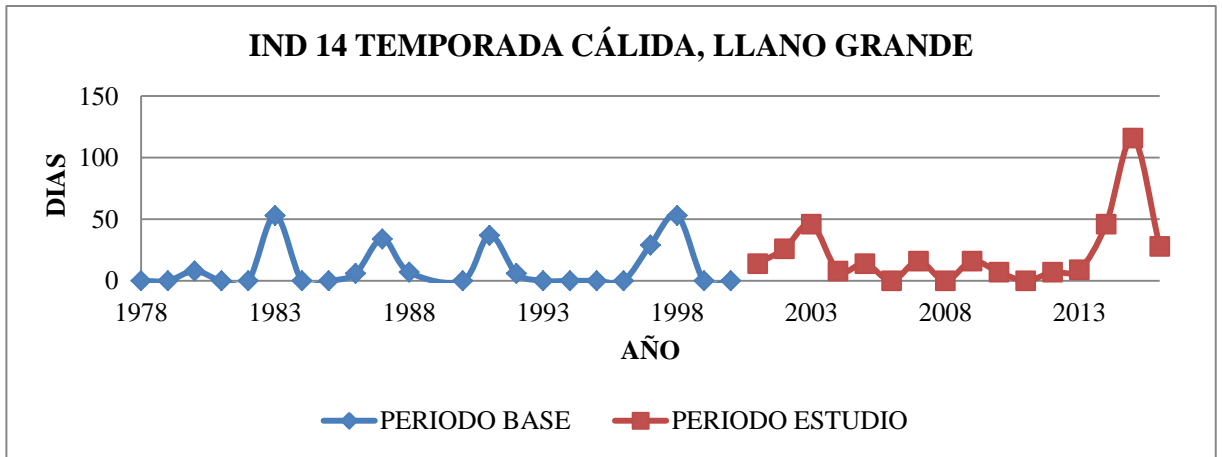
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en UIS (Periodos).**



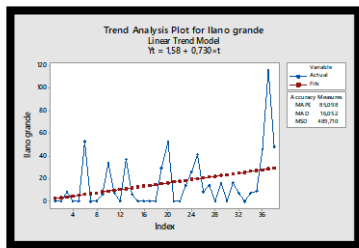
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en UIS (Serie completa).**



**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Llano Grande (Periodos).**

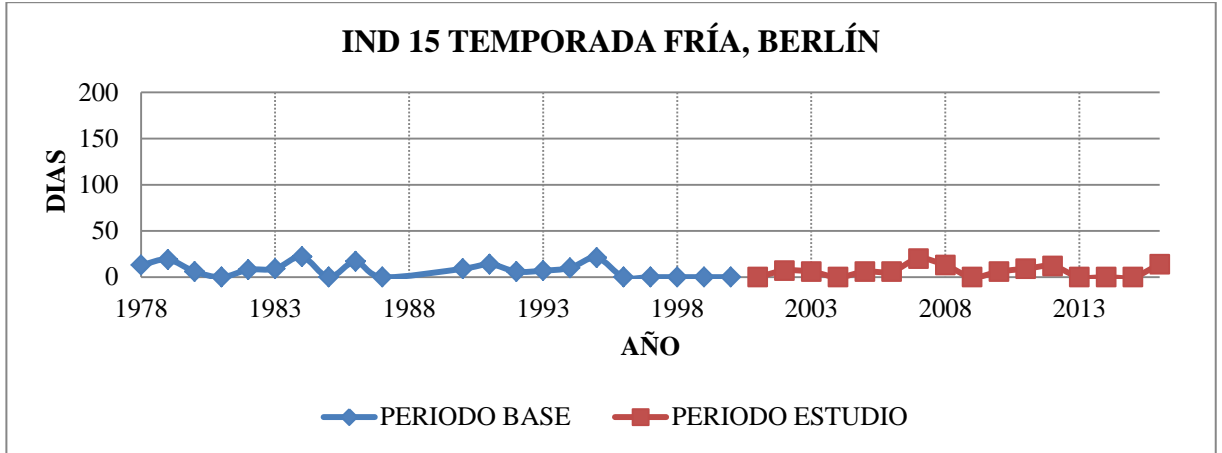


**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Llano Grande (Serie completa).**

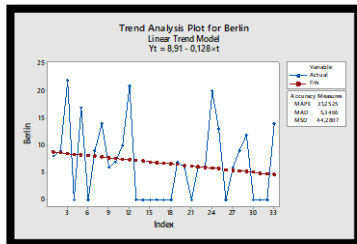


- **Indicador 15: Temporada fría (CSDI)**

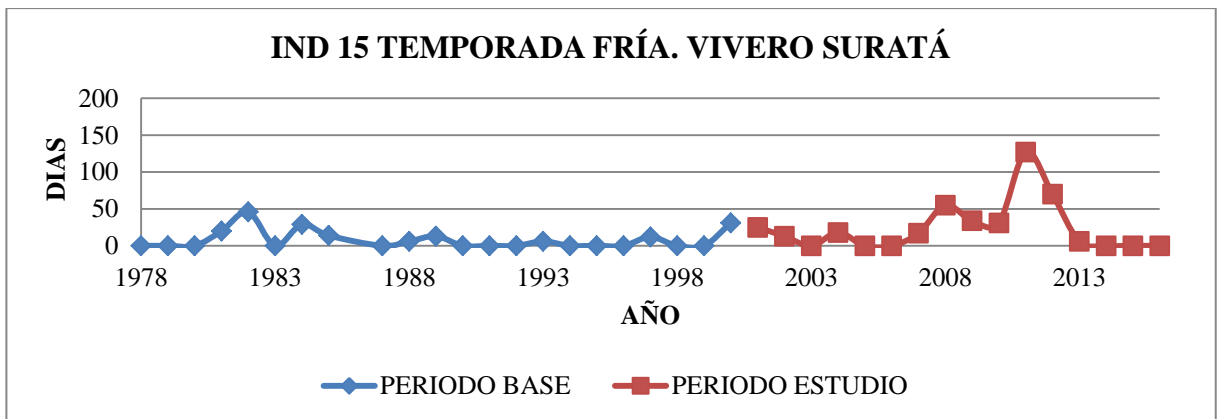
**Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en Berlín (Periodos).**



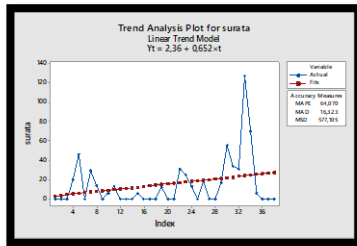
**Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en Berlín (Serie completa).**



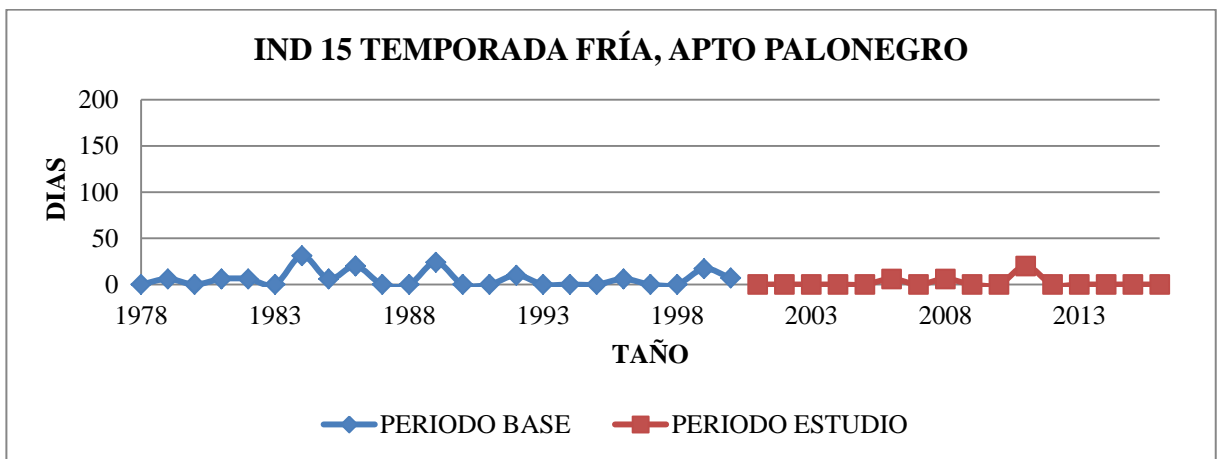
**Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en Vivero Suratata (Periodos).**



**Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en Vivero Surata (Serie completa).**



**Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en Apto Palonegro (Periodos).**



**Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en Apto Palonegro (Serie completa).**

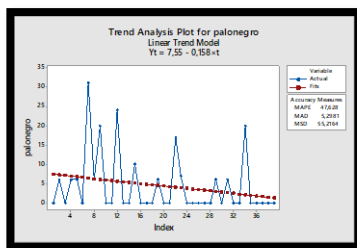


Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en UIS (Periodos).

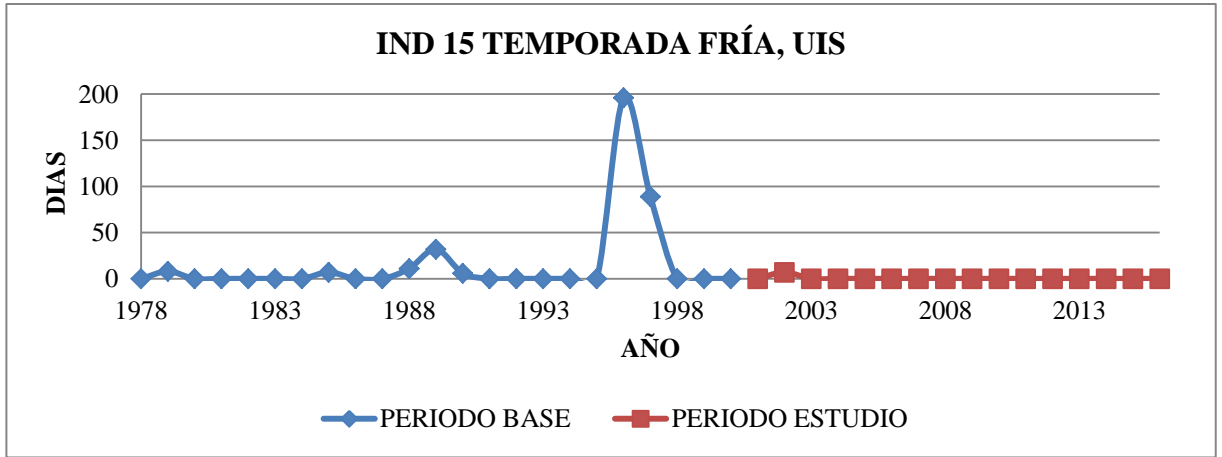


Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en UIS (Serie completa).

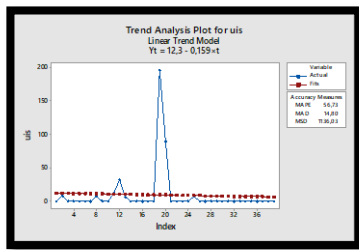


Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en Llano Grande (Periodos).

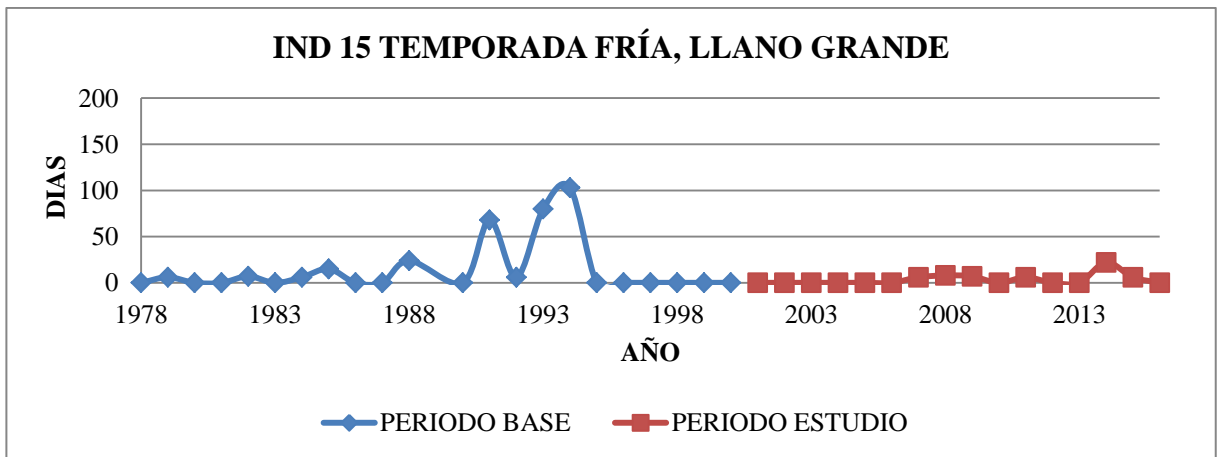
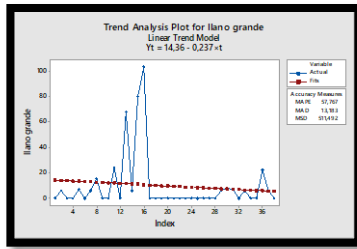


Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en Llano Grande (Serie completa).



- **Indicador 16: Rango promedio (DTR)**

Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Berlín (Periodos).

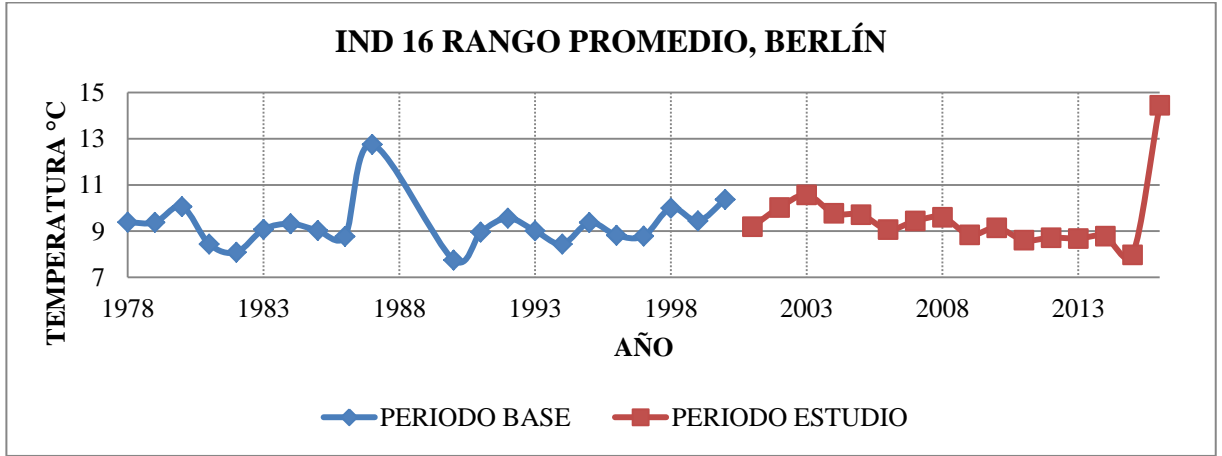


Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Berlín (Serie completa).

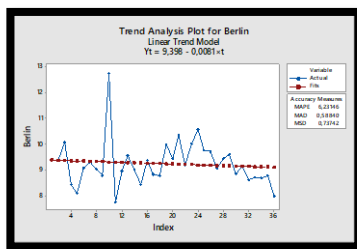


Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Vivero Surata (Periodos).

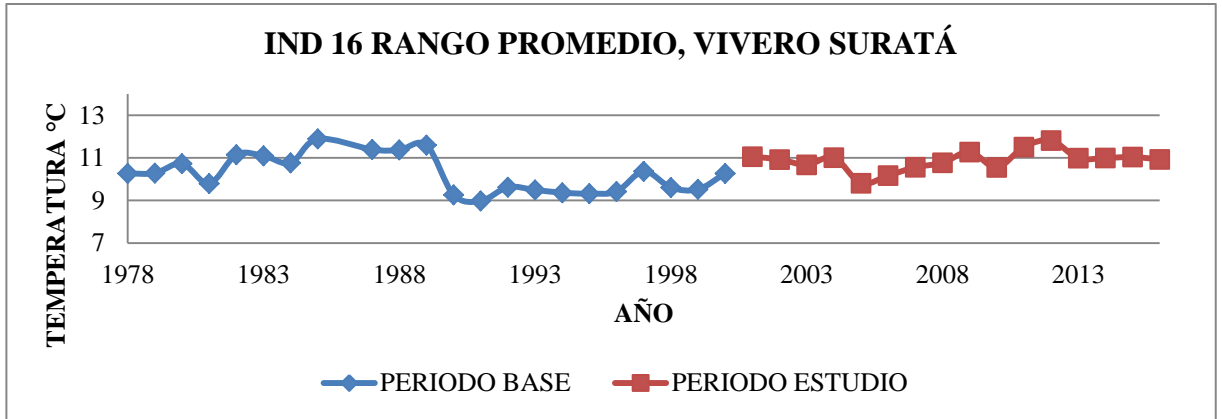


Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Vivero Surata (Serie completa).

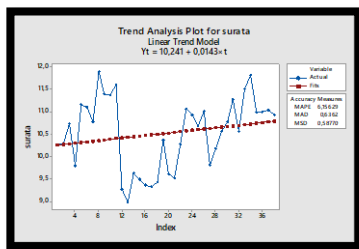
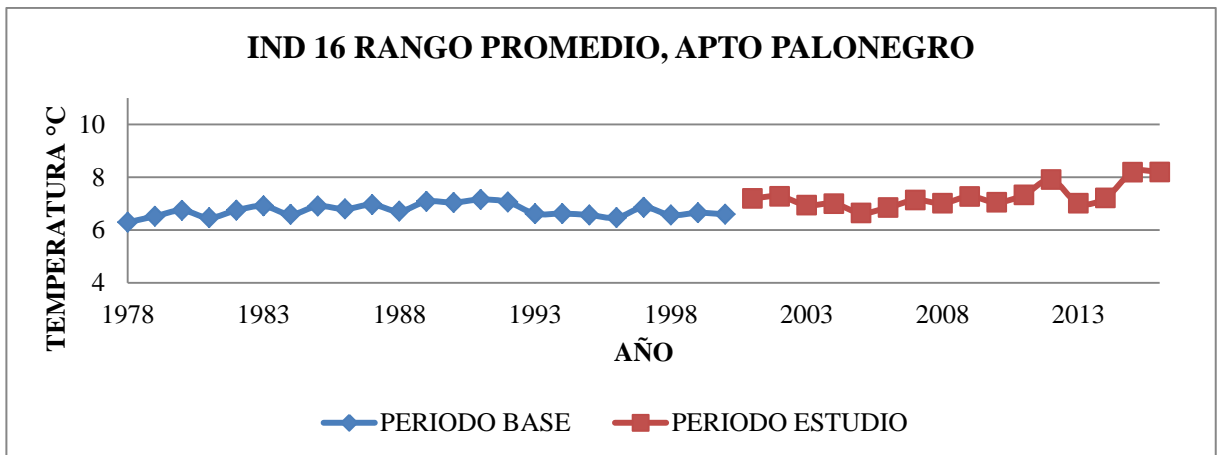
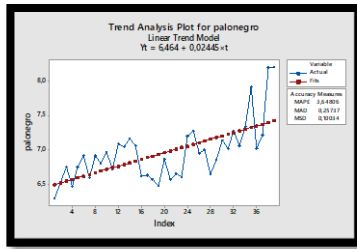


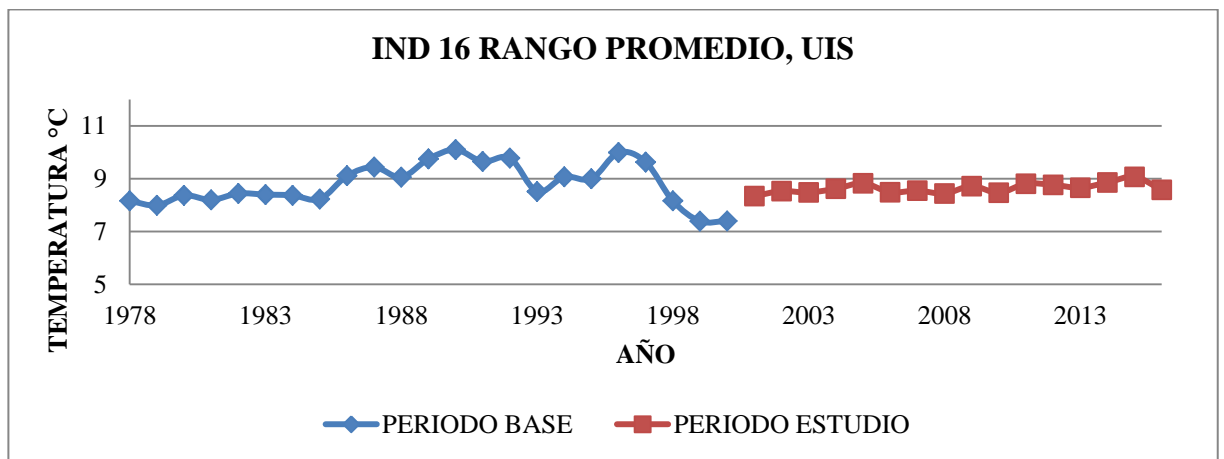
Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Apto Palonegro (Periodos).



**Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Apto Palonegro (Serie completa).**



**Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en UIS (Periodos).**



**Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en UIS (serie completa).**

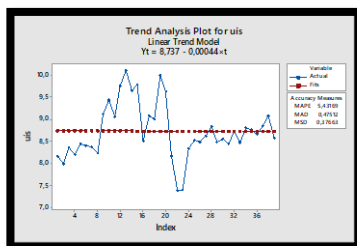


Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Llano Grande (Periodos).

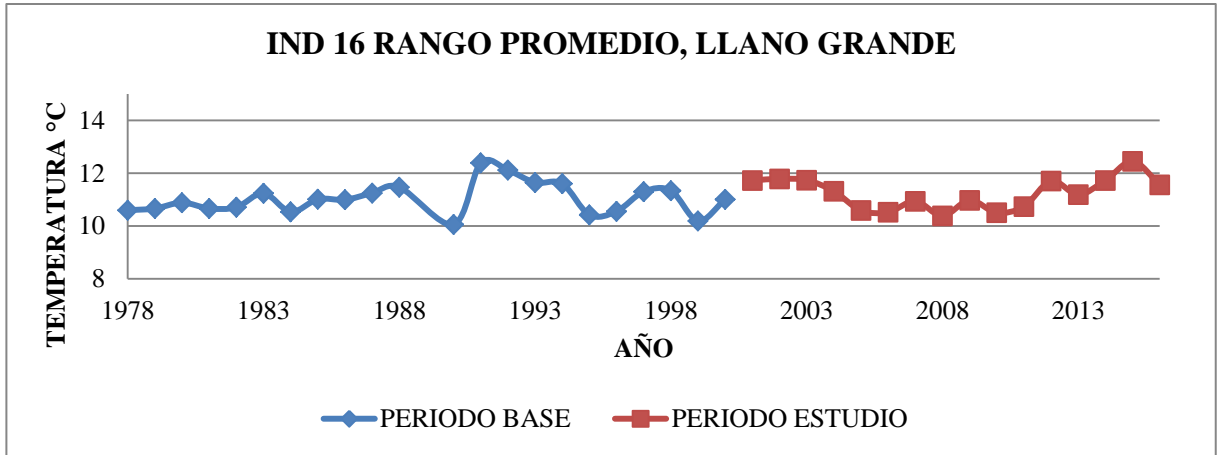
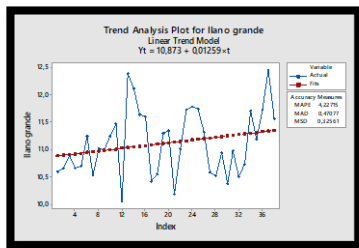
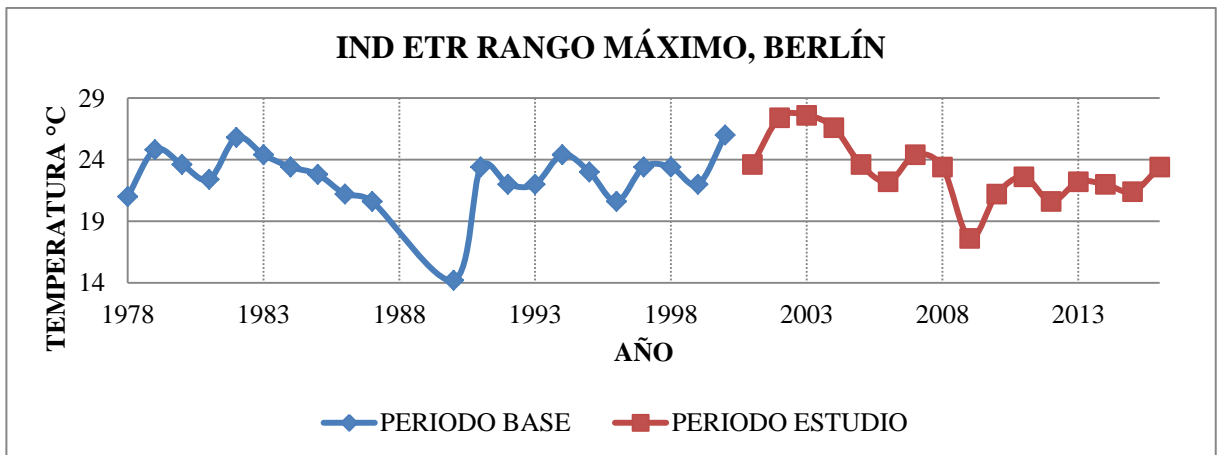


Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Llano Grande (Periodos).

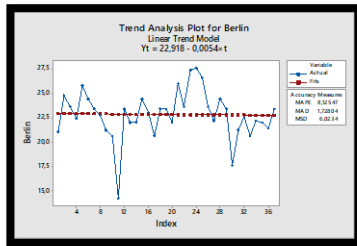


- **Indicador ETR: Rango máximo**

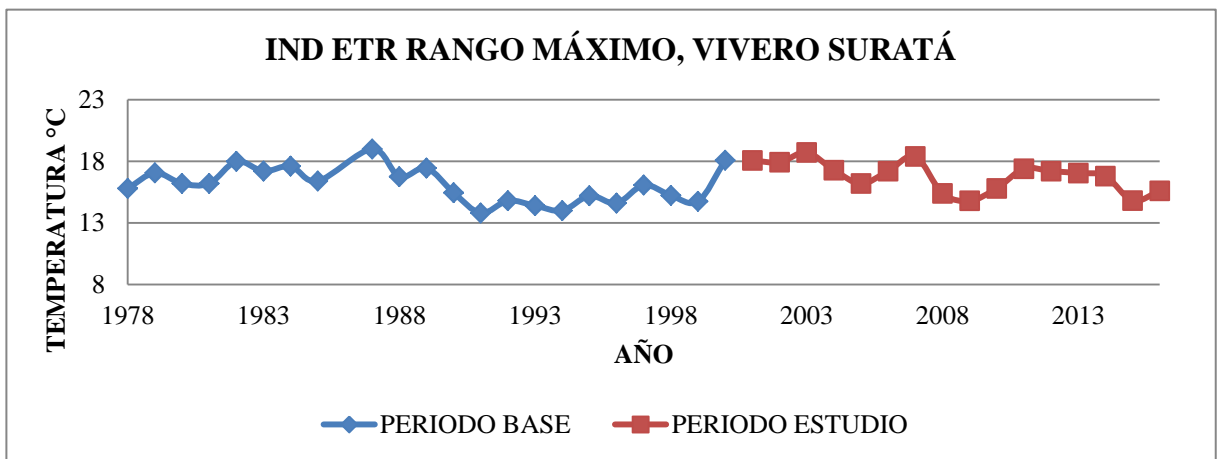
Figura 12 IND ETR: Rango máximo, en Berlín (Periodos).



**Figura IND ETR: Rango máximo, en Berlín (Serie completa).**



**Figura IND ETR: Rango máximo, en Vivero Suratá (Periodos).**



**Figura IND ETR: Rango máximo, en Vivero Surata (Serie completa).**

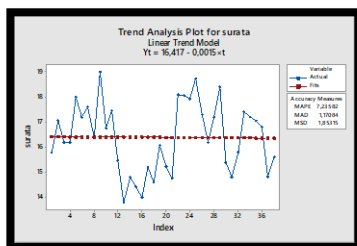


Figura IND ETR: Rango máximo, en Apto Palonegro (Periodos).

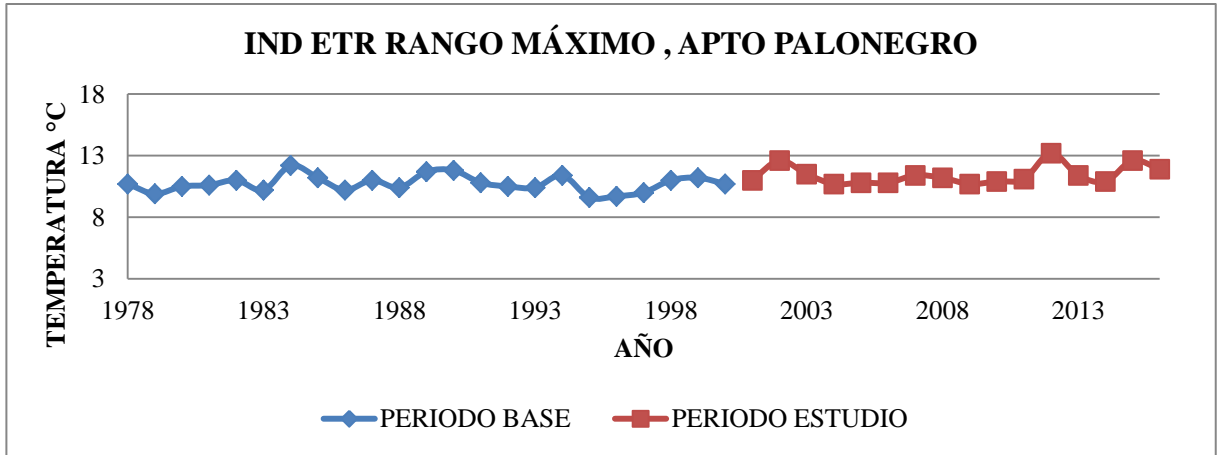


Figura IND ETR: Rango máximo, en Apto Palonegro (Serie completa).

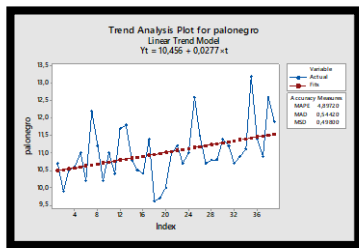
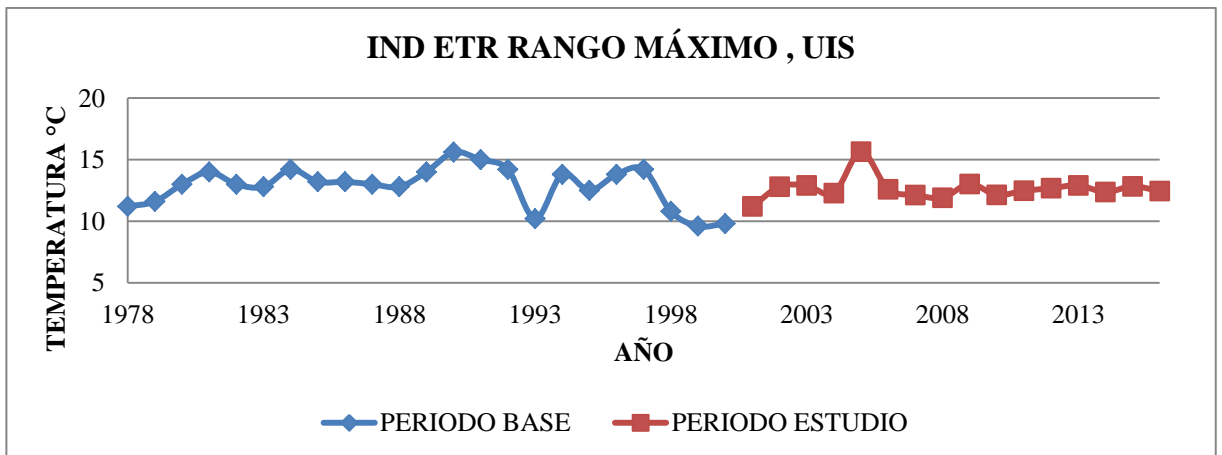
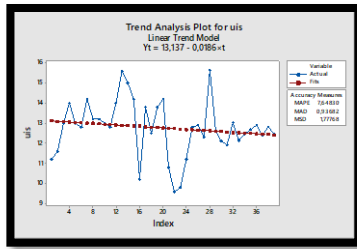


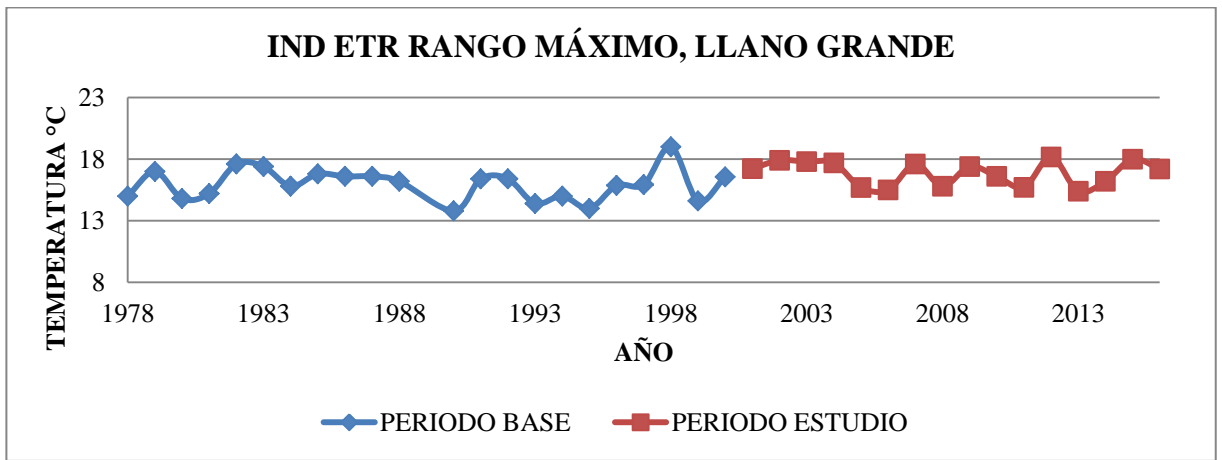
Figura IND ETR: Rango máximo, en UIS (Periodos).



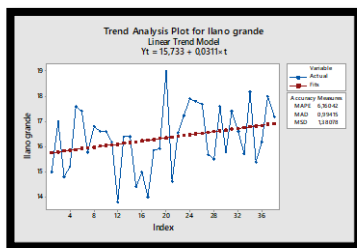
**Figura IND ETR: Rango máximo, en UIS (Serie completa).**



**Figura IND ETR: Rango máximo, en Llano Grande (Periodos).**

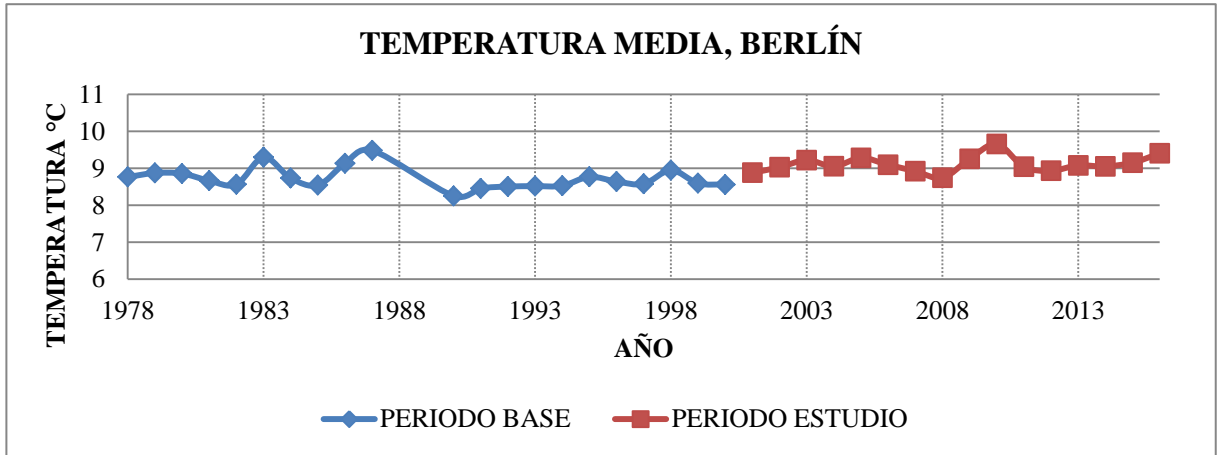


**Figura IND ETR: Rango máximo, en Llano Grande (Serie completa).**

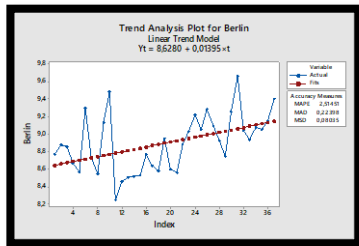


- **Temperatura Media**

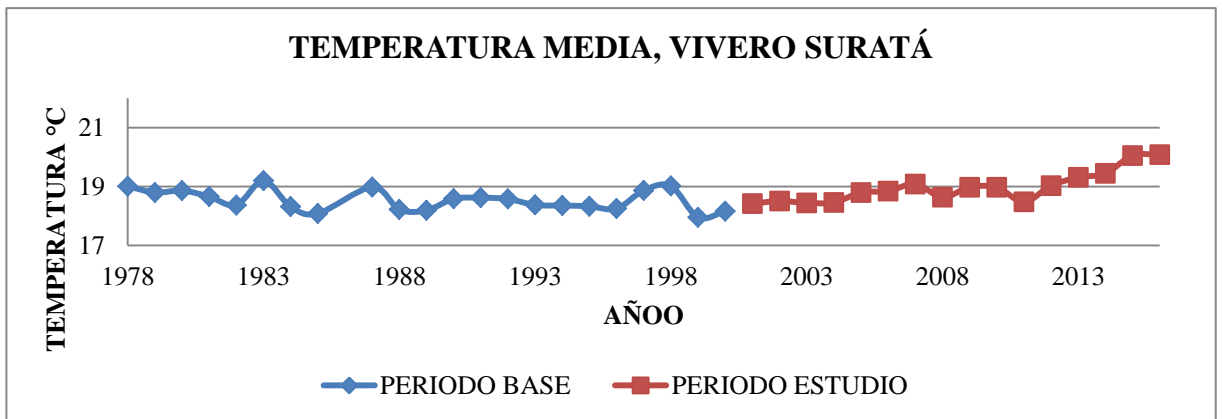
**Figura 13** Temperatura media, en Berlín (Periodos).



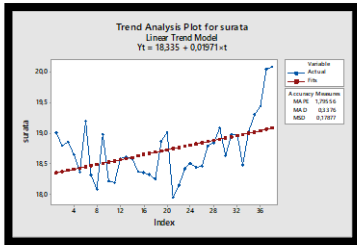
**Figura** Temperatura media, en Berlín (Serie completa).



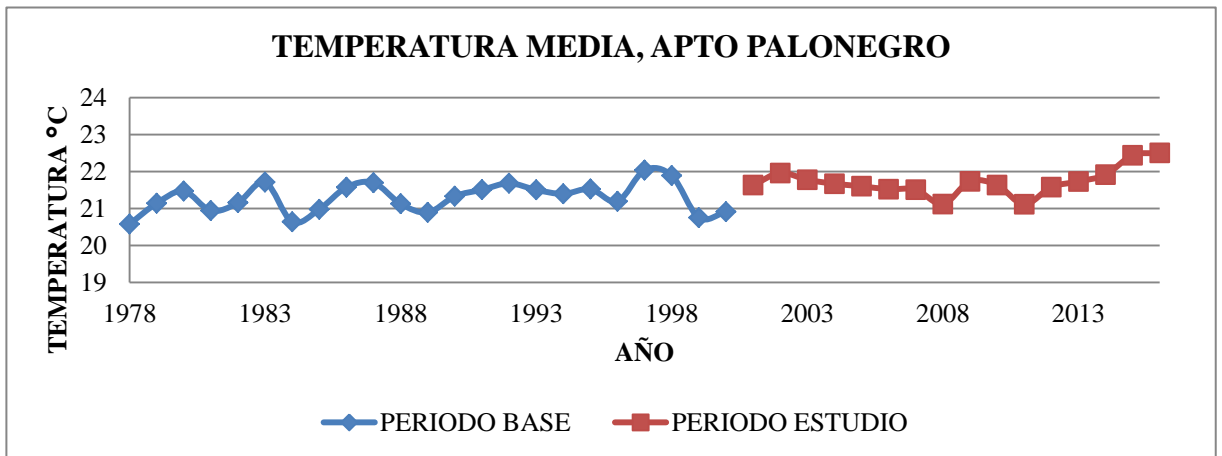
**Figura** Temperatura media, en Vivero Surata (Periodos).



**Figura 14 Temperatura media, en Vivero Surata (Serie completa).**



**Figura Temperatura media, en Apto Palonegro (Periodos).**



**Figura Temperatura media, en Apto Palonegro (Serie completa).**

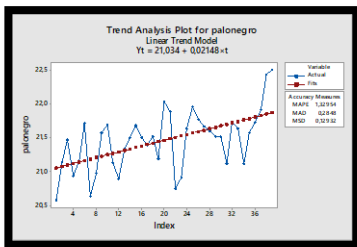


Figura 15 Temperatura media, en UIS (Periodos).

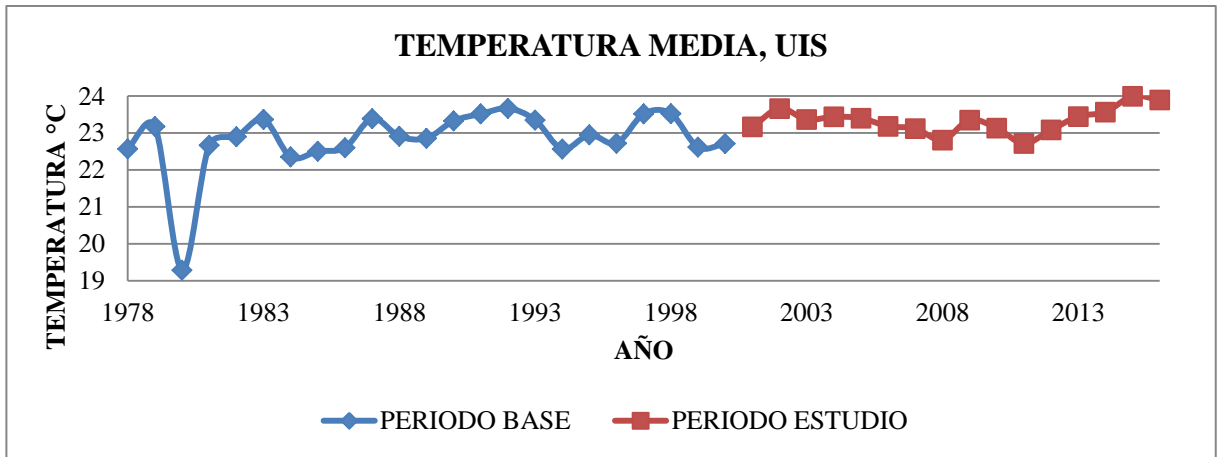


Figura Temperatura media, en UIS (Serie completa).

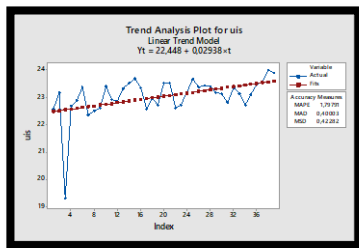
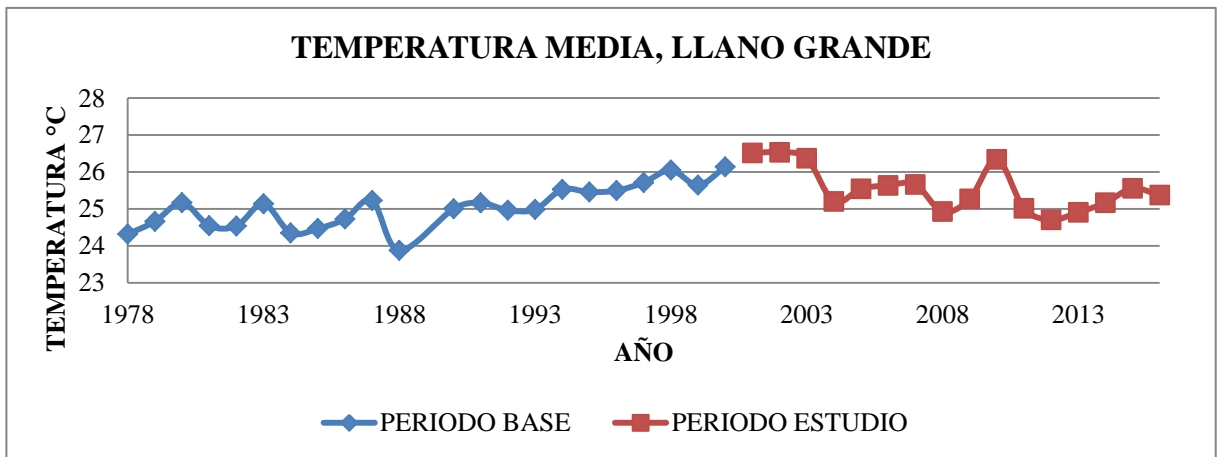
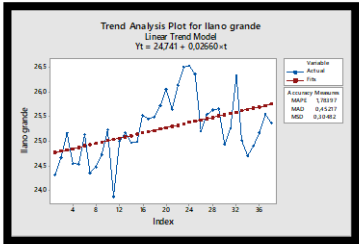


Figura Temperatura media, en Llano Grande (Periodos).



**Figura Temperatura media, en Llano Grande (Serie completa).**



## ANEXO D Tasa de cambio de las temperaturas.

Se extrae del anexo C el comportamiento y tasa de cambio del indicador adaptado “Media” (Temperatura media):

27

**Tabla Comportamiento de temperatura media**

Estación:	Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande
°C / año	0,014	0,02	0,022	0,029	0,027
Clasificación	+	++	++	++	++

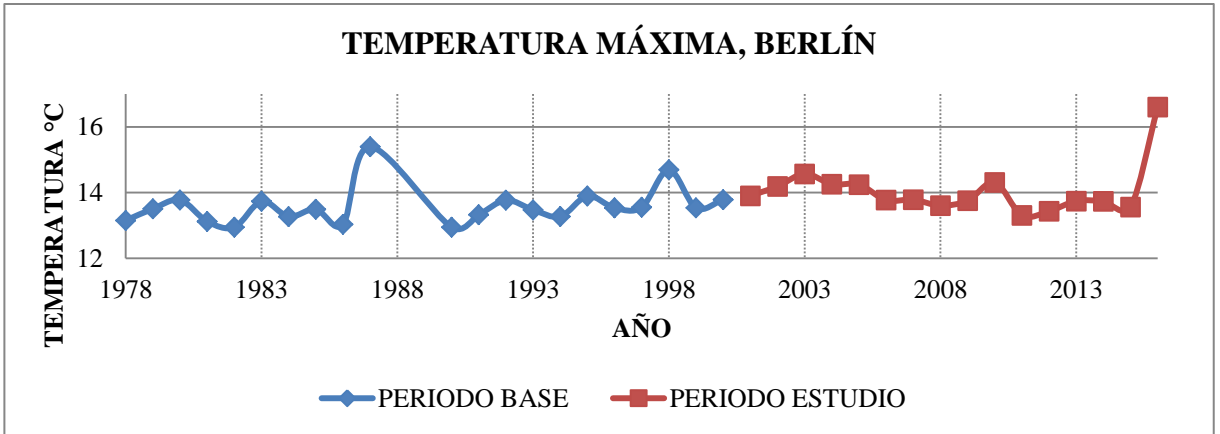
\* +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte comparado con la CSRL.

Para hallar la tasa de cambio de las temperaturas mínimas y máximas, se realizó el mismo procedimiento que se le aplicó a la temperatura media, de los cuál se extrajeron las siguientes gráficas:

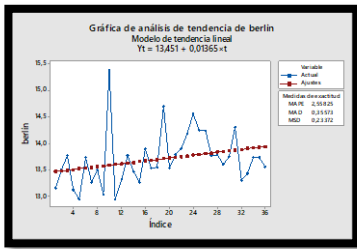
- **Temperatura máxima**

Se elimina para la estación de Berlín el año 2016, ya que presenta demasiada anomalía y solo presenta los primeros 3 meses

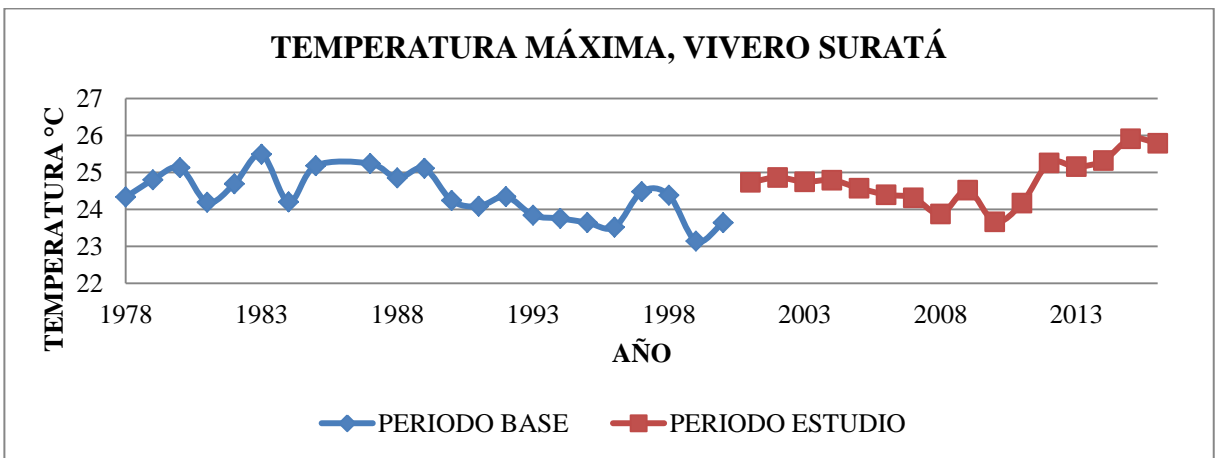
**Figura Temperatura máxima, en Berlín (Periodos).**



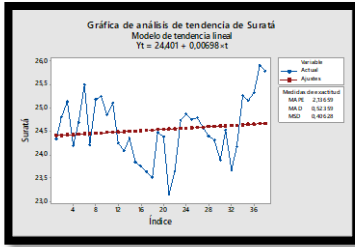
**Figura Temperatura máxima, en Berlín (Serie completa).**



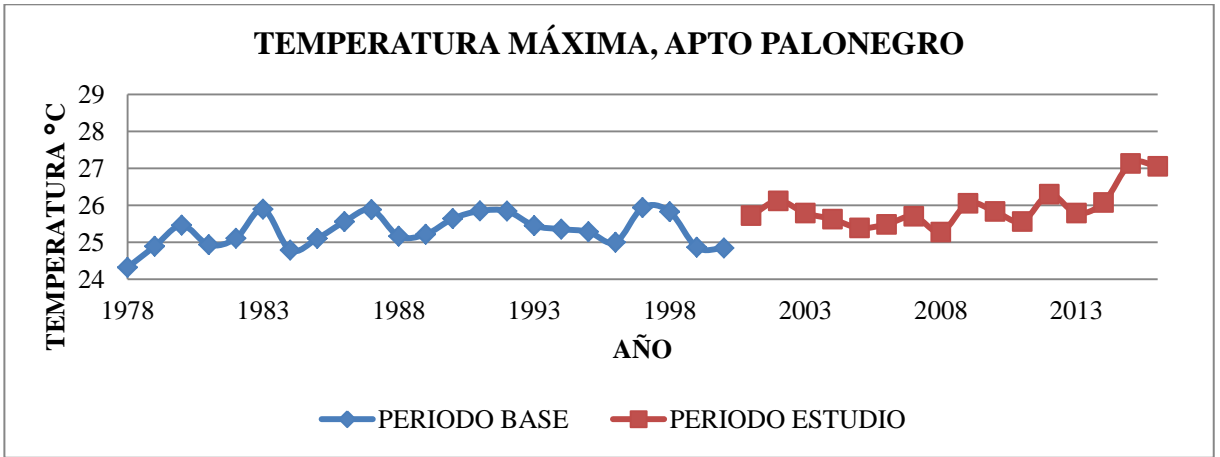
**Figura Temperatura máxima, en Vivero Surata (Periodos).**



**Figura Temperatura máxima, en Vivero Surata (Serie completa).**



**Figura Temperatura máxima, en Apto Palonegro (Periodos).**



**Figura 16 Temperatura máxima, en Apto Palonegro (Serie completa).**

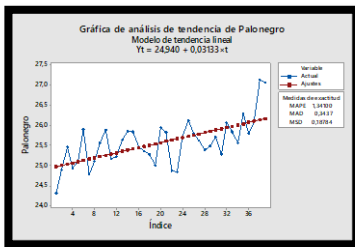


Figura Temperatura máxima, en UIS (Periodos).

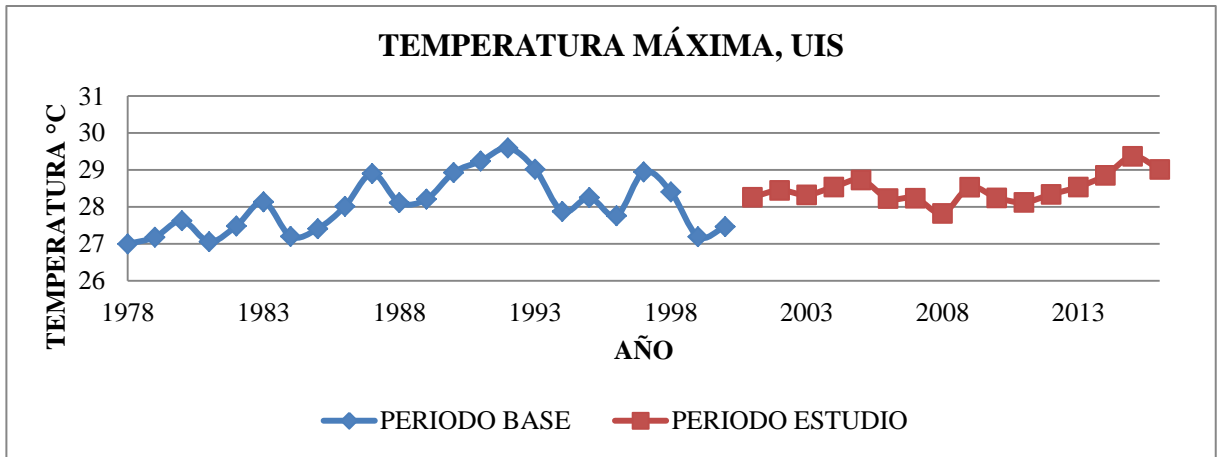


Figura Temperatura máxima, en UIS (Serie completa).

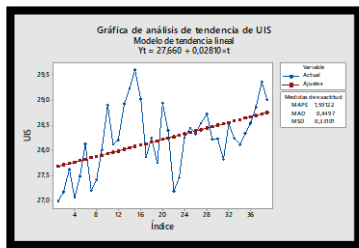
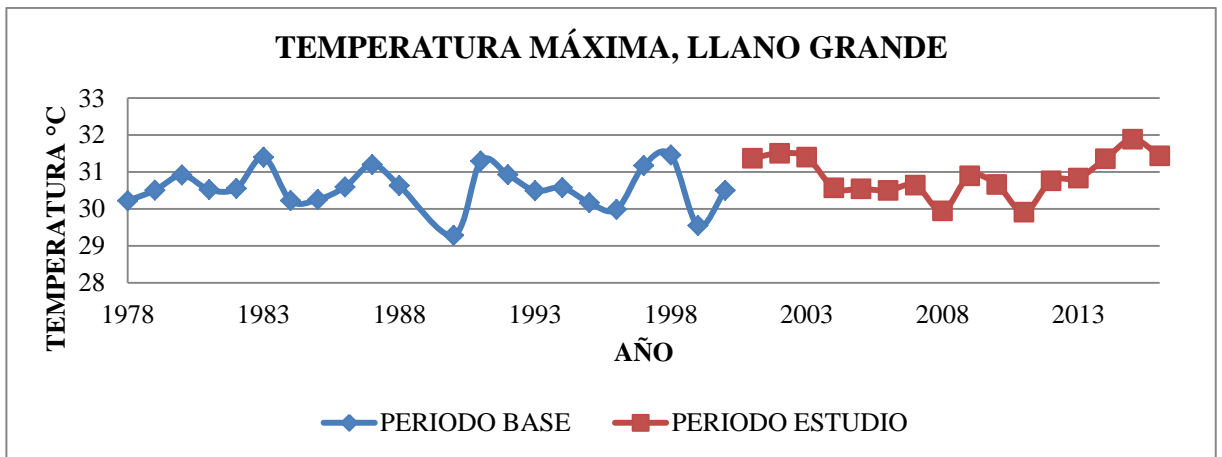
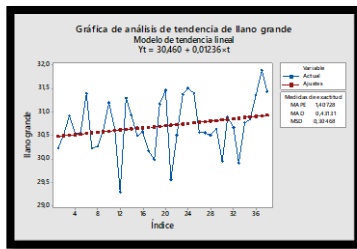


Figura Temperatura máxima, en Llano Grande (Periodos).



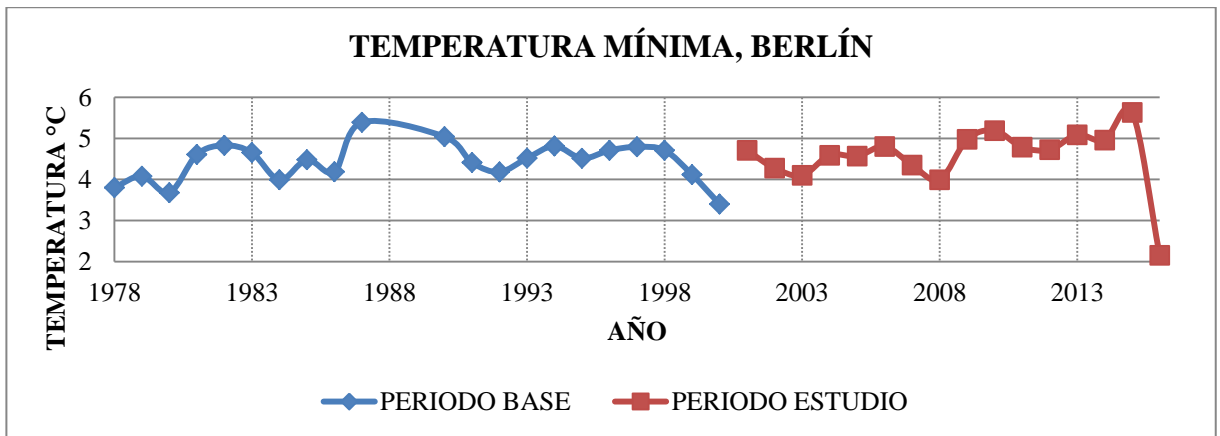
**Figura Temperatura máxima, en Llano Grande (Serie completa).**



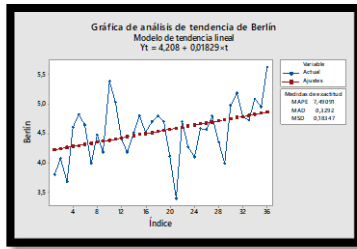
- **Temperatura mínima**

Se elimina para la estación de Berlín el año 2016, ya que presenta demasiada anomalía y solo presenta los primeros 3 meses

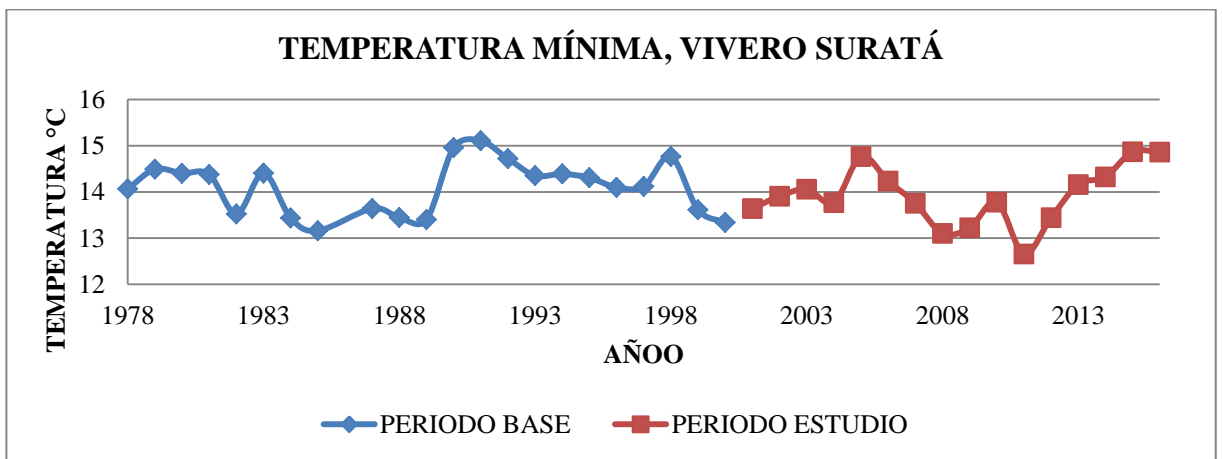
**Figura 17 Temperatura mínima, en Berlín (Periodos).**



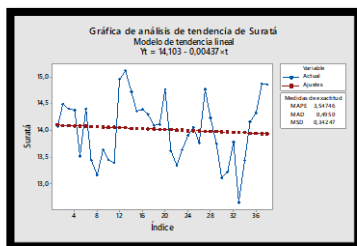
**Figura Temperatura mínima, en Berlín (Serie completa).**



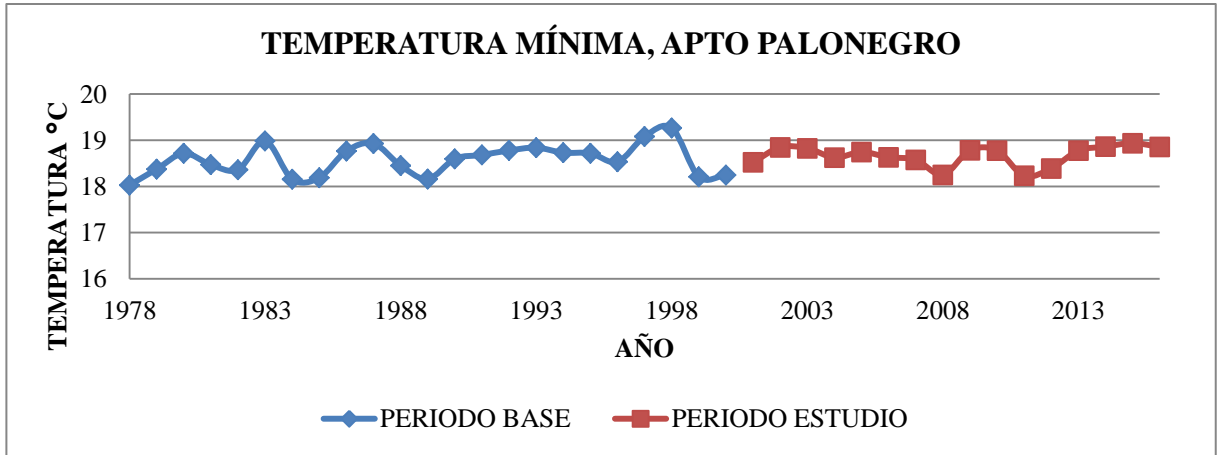
**Figura Temperatura mínima, en Vivero Surata (Serie completa).**



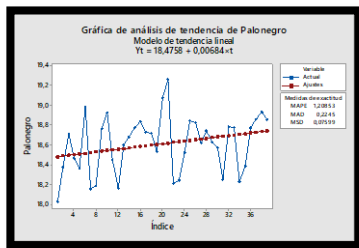
**Figura Temperatura mínima, en Vivero Surata (Serie completa).**



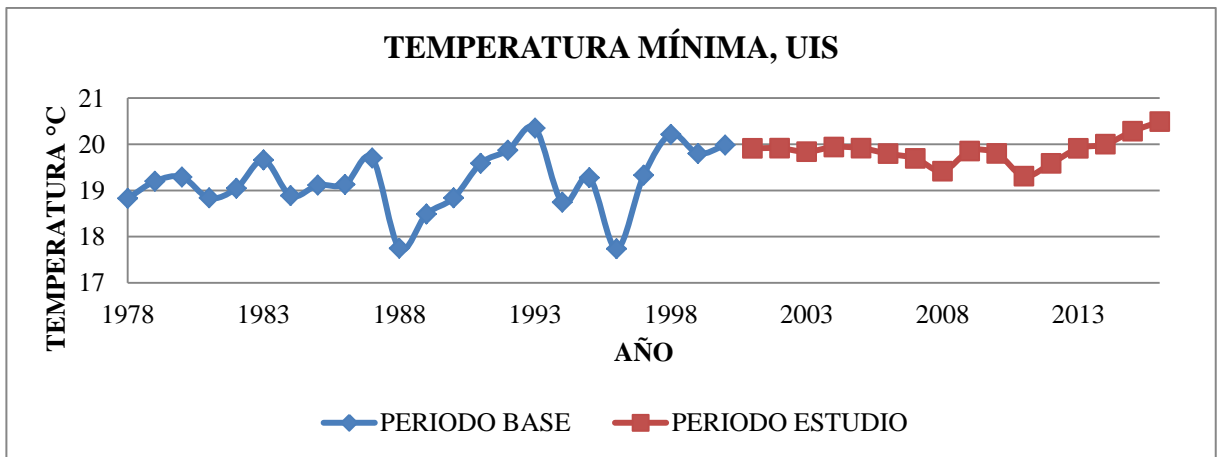
**Figura Temperatura mínima, en Apto Palonegro (Periodos).**



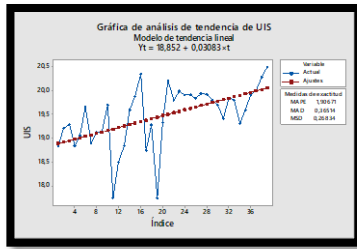
**Figura Temperatura mínima, en Apto Palonegro (Serie completa).**



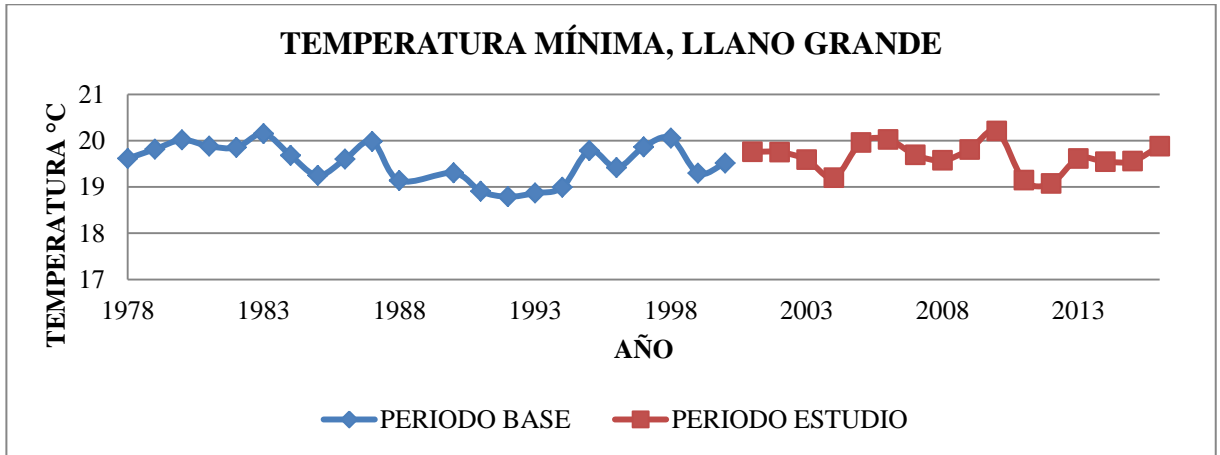
**Figura Temperatura mínima, en UIS (Periodos).**



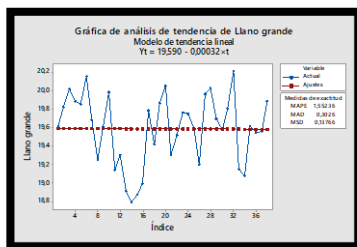
**Figura Temperatura mínima, en UIS (Serie completa).**



**Figura Temperatura mínima, en Llano Grande (Periodos).**



**Figura Temperatura mínima, en Llano Grande (Serie completa).**



De lo cual podemos traer una tasa de cambio anual de las temperaturas máximas y mínimas

**Tabla Tasa de cambio anual de la temperaturas máximas y mínimas**

Estación:	Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande
<b>Temperatura</b>	<b>°C / AÑO</b>				
<b>MÁX</b>	0,014	0,007	0,031	0,028	0,012
<b>MÍN</b>	0,018	-0,004	0,007	0,031	0,0003

Con lo anterior se puede hallar una tasa de cambio por décadas, las cuáles son:

**Tabla Tasas de cambio de las temperaturas mínima, media y máxima.**

Estación:	Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande
<b>Temperatura</b>	<b>°C / 10 años</b>				
<b>MÁX</b>	0,14	0,07	0,31	0,28	0,12
<b>MÍN</b>	0,18	-0,04	0,07	0,31	0,003
<b>MEDIA</b>	0,14	0,2	0,22	0,29	0,27

## ANEXO E: Análisis de tendencia de toda la serie

Según la clasificación obtenida en las cartas de control se clasifican los indicadores obtenidos de las estaciones de la siguiente manera:

**Tabla Tendencias de los indicadores en la estación Berlín.**

Berlín						
#	Indicador	Tasa de cambio	Unidades	Tipo	Calificación	Símbolo
1	Días helados	0,02	Días / década	x	Sin	x
2	Días verano	NA	Días / década	NA	NA	NA
4	Noches verano	NA	Días / década	NA	NA	NA
6	Máx. T. diurna	0,24	°C / década	Aumento	Fuerte	++
7	Máx. T. nocturna	0,14	°C / década	Aumento	Leve	+
8	Mín. T. diurna	-0,11	°C / década	Disminución	Leve	-
9	Mín. T. nocturna	0,38	°C / década	Aumento	Muy Fuerte	+++
10	Noches frías	-1,01	% días / década	Disminución	Leve	-
11	Días fríos	-2,18	% días / década	Disminución	Leve	-
12	Noches Calientes	5,89	% días / década	Aumento	Muy Fuerte	+++

<b>13</b>	Días calientes	2,29	% días / década	Aumento	Leve	+
<b>14</b>	Temporada cálida	5,69	Días / década	Aumento	Leve	+
<b>15</b>	Temporada Fría	-1,28	Días / década	x	Sin	x
<b>16</b>	Rango promedio	-0,08	°C / década	Disminución	Leve	-
<b>ETR</b>	Rango máximo	-0,05	°C / década	Disminución	Leve	-
<b>MEDIA</b>	T. Media	0,14	°C / década	Aumento	Leve	+

\* T: Temperatura, %: porcentaje, NA: No aplica el indicador, CTE: es contante, todos los días cumple el requisito del indicador.

**Tabla Tendencias de los indicadores en la estación Vivero Suratá.**

<b>Vivero Suratá</b>						
<b>#</b>	<b>Indicador</b>	<b>Tasa de cambio</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tipo</b>	<b>Calificación</b>	<b>Símbolo</b>
<b>1</b>	Días helados	NA	Días / década	NA	NA	NA
<b>2</b>	Días verano	15,99	Días / década	Aumento	Fuerte	++
<b>4</b>	Noches verano	NA	Días / década	NA	NA	NA
<b>6</b>	Máx. T. diurna	0,14	°C / década	Aumento	Leve	+
<b>7</b>	Máx. T.	-0,03	°C /	Disminuci	Leve	-

	nocturna		década	ón		
<b>8</b>	Mín. T. diurna	0,002	°C / década	x	Sin	x
<b>9</b>	Mín. T. nocturna	0,2	°C / década	Aumento	Fuerte	++
<b>10</b>	Noches frías	0,2	% días / década	Aumento	Leve	+
<b>11</b>	Días fríos	-0,02	% días / década	x	Sin	x
<b>12</b>	Noches Calientes	-1,45	% días / década	Disminuci ón	Leve	-
<b>13</b>	Días calientes	2,32	% días / década	Aumento	Leve	+
<b>14</b>	Temporada cálida	5,33	Días / década	Aumento	Leve	+
<b>15</b>	Temporada Fría	6,52	Días / década	Aumento	Leve	+
<b>16</b>	Rango promedio	0,14	°C / década	Aumento	Leve	+
<b>ETR</b>	Rango máximo	-0,015	°C / década	Disminuci ón	Leve	-
<b>MEDI A</b>	T. Media	0,2	°C / década	Aumento	Fuerte	++

\* T:Temperatura, %: porcentaje, NA: No aplica el indicador, CTE: es contante, todos los días cumple el requisito del indicador.

**Tabla Tendencias de los indicadores en la estación Apto Palonegro.**

<b>Aeropuerto Palonegro</b>						
<b>#</b>	<b>Indicador</b>	<b>Tasa de cambio</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tipo</b>	<b>Calificación</b>	<b>Símbolo</b>
1	Días helados	NA	Días / década	NA	NA	NA
2	Días verano	33,76	Días / década	Aumento	Muy Fuerte	+++
4	Noches verano	1,44	Días / década	x	Sin	x
6	Máx. T. diurna	0,42	°C / década	Aumento	Muy Fuerte	+++
7	Máx. T. nocturna	-0,02	°C / década	Disminución	Leve	-
8	Mín. T. diurna	0,11	°C / década	Aumento	Leve	+
9	Mín. T. nocturna	0,07	°C / década	Aumento	Leve	+
10	Noches frías	-2,37	% días / década	Disminución	Leve	-
11	Días fríos	-4,45	% días / década	Disminución	Fuerte	--
12	Noches Calientes	1,48	% días / década	Aumento	Leve	+
13	Días calientes	6,69	% días / década	Aumento	Muy Fuerte	+++
14	Temporada cálida	14,35	Días / década	Aumento	Fuerte	++
15	Temporada	-1,58	Días /	x	Sin	x

	Frío		década			
<b>16</b>	Rango promedio	0,25	°C / década	Aumento	Fuerte	++
<b>ETR</b>	Rango máximo	0,28	°C / década	Aumento	Fuerte	++
<b>MEDIA</b>	T. Media	0,22	°C / década	Aumento	Fuerte	++

\* T: Temperatura, %: porcentaje, NA: No aplica el indicador, CTE: es contante, todos los días cumple el requisito del indicador.

**Tabla Tendencias de los indicadores en la estación UIS.**

Universidad Industrial de Santander						
#	Indicador	Tasa de cambio	Unidades	Tipo	Calificación	Símbolo
1	Días helados	NA	Días / década	NA	NA	NA
2	Días verano	CTE	Días / década	CTE	CTE	CTE
4	Noches verano	38,96	Días / década	Aumento	Muy Fuerte	+++
6	Máx. T. diurna	0,19	°C / década	Aumento	Fuerte	++
7	Máx. T. nocturna	0,25	°C / década	Aumento	Fuerte	++
8	Mín. T. diurna	-0,3	°C / década	Disminución	Fuerte	--
9	Mín. T. nocturna	0,58	°C / década	Aumento	Muy Fuerte	+++

<b>10</b>	Noches frías	-5,09	% días / década	Disminución	Fuerte	--
<b>11</b>	Días fríos	-4,36	% días / década	Disminución	Fuerte	--
<b>12</b>	Noches Calientes	7,32	% días / década	Aumento	Muy Fuerte	+++
<b>13</b>	Días calientes	3,83	% días / década	Aumento	Fuerte	++
<b>14</b>	Temporada cálida	3,13	Días / década	Aumento	Leve	+
<b>15</b>	Temporada Fría	-1,59	Días / década	x	Sin	x
<b>16</b>	Rango promedio	-0,004	°C / década	x	Sin	x
<b>ETR</b>	Rango máximo	-0,19	°C / década	Disminución	Fuerte	--
<b>MEDIA</b>	T. Media	0,29	°C / década	Aumento	Fuerte	++

\* T:Temperatura, %: porcentaje, NA: No aplica el indicador, CTE: es contante, todos los días cumple el requisito del indicador.

**Tabla Tendencias de los indicadores en la estación Llano Grande.**

<b>Llano Grande</b>						
<b>#</b>	<b>Indicador</b>	<b>Tasa de cambio</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tipo</b>	<b>Calificación</b>	<b>Símbolo</b>
<b>1</b>	Días helados	NA	Días / década	NA	NA	NA
<b>2</b>	Días verano	CTE	Días /	CTE	CTE	CTE

			década			
<b>4</b>	Noches verano	0,64	Días / década	x	Sin	x
<b>6</b>	Máx. T. diurna	0,54	°C / década	Aumento	Muy Fuerte	+++
<b>7</b>	Máx. T. nocturna	-0,04	°C / década	Disminución	Leve	-
<b>8</b>	Mín. T. diurna	-0,2	°C / década	Disminución	Fuerte	--
<b>9</b>	Mín. T. nocturna	0,03	°C / década	Aumento	Leve	+
<b>10</b>	Noches frías	-2,13	% días / década	Disminución	Leve	-
<b>11</b>	Días fríos	-0,06	% días / década	x	Sin	x
<b>12</b>	Noches Calientes	-2,41	% días / década	Disminución	Leve	-
<b>13</b>	Días calientes	3,52	% días / década	Aumento	Fuerte	++
<b>14</b>	Temporada cálida	7,3	Días / década	Aumento	Leve	+
<b>15</b>	Temporada Fría	-2,37	Días / década	Disminución	Leve	-
<b>16</b>	Rango promedio	0,126	°C / década	Aumento	Leve	+
<b>ETR</b>	Rango máximo	0,31	°C / década	Aumento	Fuerte	++
<b>MEDIA</b>	T. Media	0,27	°C / década	Aumento	Fuerte	++

\* T:Temperatura, %: porcentaje, NA: No aplica el indicador, CTE: es contante, todos los días cumple el requisito del indicador.

Para analizar mejor los datos se agrupan según la clasificación descrita el proyecto **numeral 3.5 Asociaciones:**

**Tabla Tendencia por grupos.**

Estación:	Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande
GRUPO	Tendencia				
<b>Aa</b>	+	+	+++	+	+
<b>Ab</b>	-	x	--	--	x
<b>Ba</b>	+++	x	+	+++	-
<b>Bb</b>	-	+	-	-	-
<b>16</b>	-	+	++	x	+
<b>ETR</b>	-	x	++	--	++
<b>MEDIA</b>	+	++	++	++	++

\* x: Sin tendencia, -: Disminución leve, --: Disminución fuerte, +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte, +++:Aumento muy fuerte comparado con la CSRL.

A continuación se analiza las calificaciones cualitativas del anexo 6, uniendo los grupos Aa y Ab, para relacionar el comportamiento de la temperatura máxima; y para la temperatura mínima se relacionan los grupos Ba y Bb.

**Tabla Tendencia de las temperaturas máximas y mínimas.**

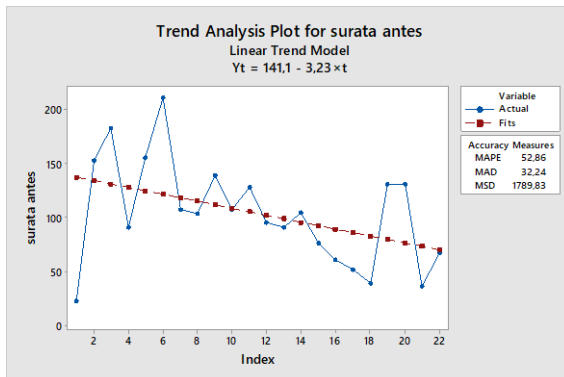
Estación:	Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande
<b>Temperatura</b>					
<b>MÁX</b>	+	+	+++	++	+
<b>MÍN</b>	+	x	+	++	x

\* x: Sin tendencia, +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte, +++:Aumento muy fuerte comparado con la CSRL.

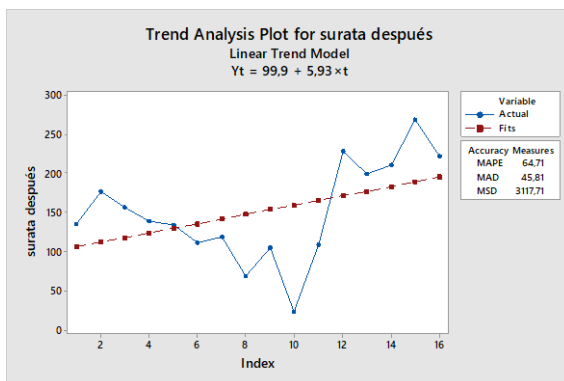
## ANEXO F: Tendencias obtenidas en los periodos base y de estudio

- **Indicador 2: Número de días de verano (SU)**

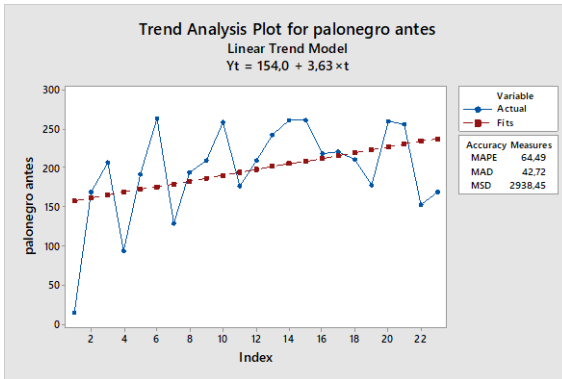
**Figura IND 2 (SU) Días de Verano, en Vivero Surata (Periodo base).**



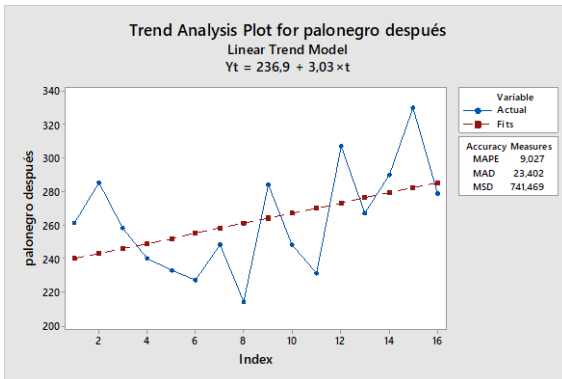
**Figura IND 2 (SU) Días de Verano, en Vivero Surata (Periodo de estudio).**



**Figura IND 2 (SU) Días de Verano, en Apto Palonegro (Periodo base).**

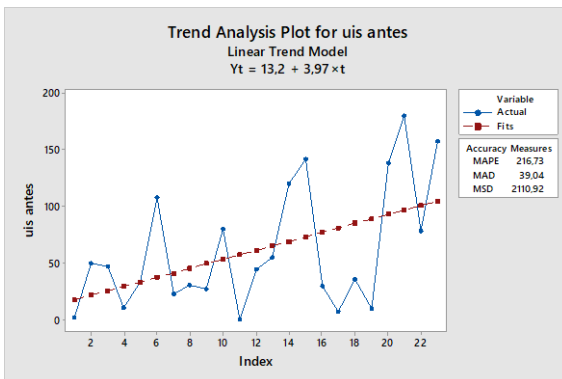


**Figura IND 2 (SU) Días de Verano, en Apto Palonegro (Periodo de estudio).**

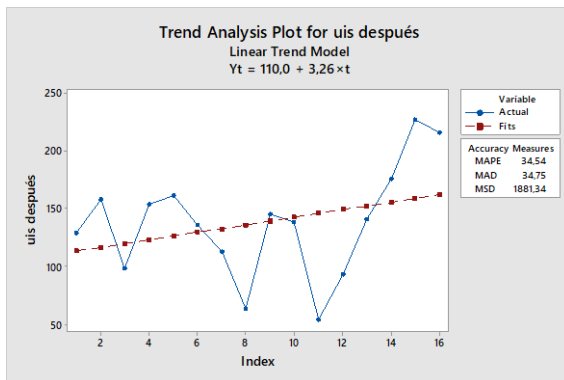


- **Indicador 4: Noches tropicales (TR)**

**Figura IND 4 (TR) Noches de Verano, en UIS (Periodo base).**

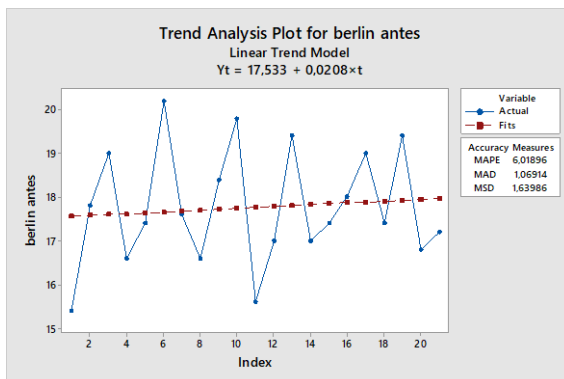


**Figura IND 4 (TR) Noches de Verano, en UIS (Periodo de estudio).**

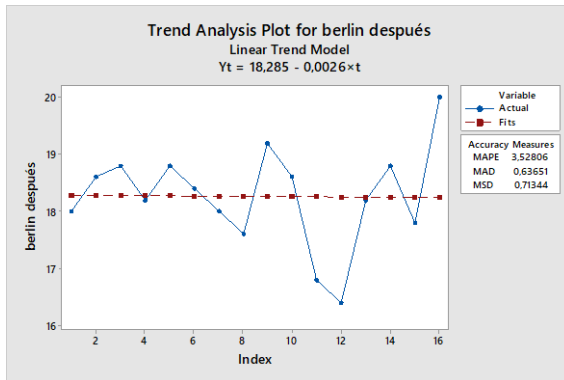


- **Indicador 6: Valor máximo de la temperatura máxima (TXx)**

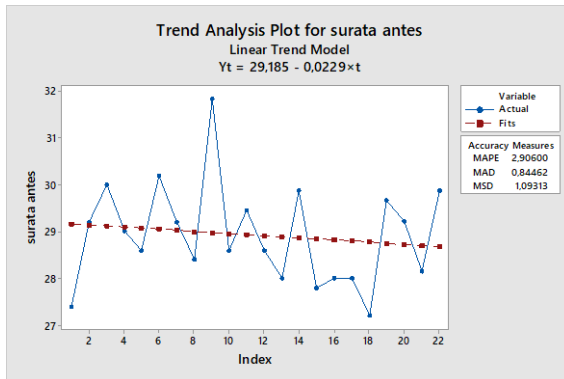
**Figura IND 6 (TXx) Máximo de la temperatura máxima, en Berlín (Periodo base).**



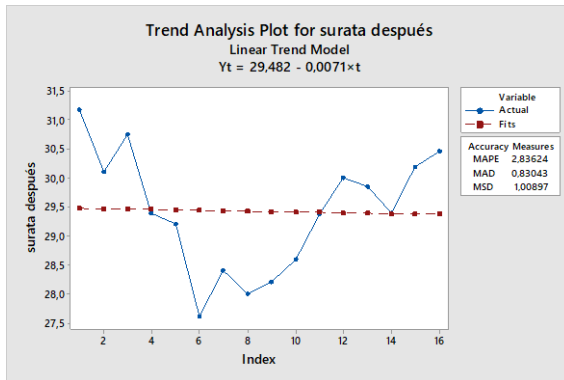
**Figura IND 6 (TXx) Máximo de la temperatura máxima, en Berlín (Periodo de estudio).**



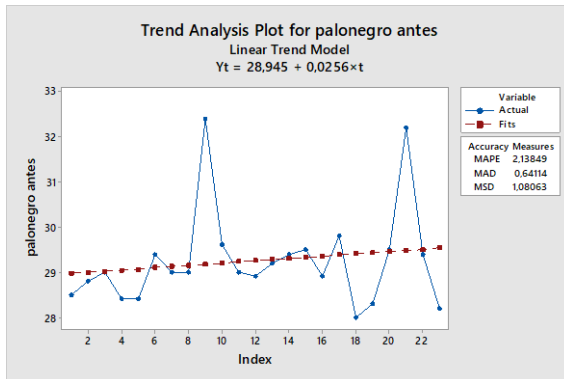
**Figura IND 6 (TXx) Máximo de la temperatura máxima, en Vivero Surata (Periodo base).**



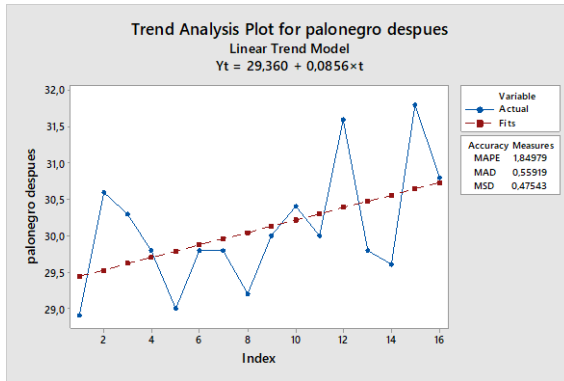
**Figura IND 6 (TXx) Máximo de la temperatura máxima, en Vivero Surata (Periodo de estudio).**



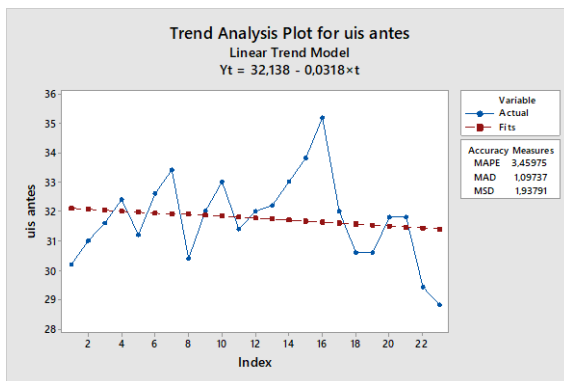
**Figura IND 6 (TXx) Máximo de la temperatura máxima, en Apto Palonegro (Periodo base).**



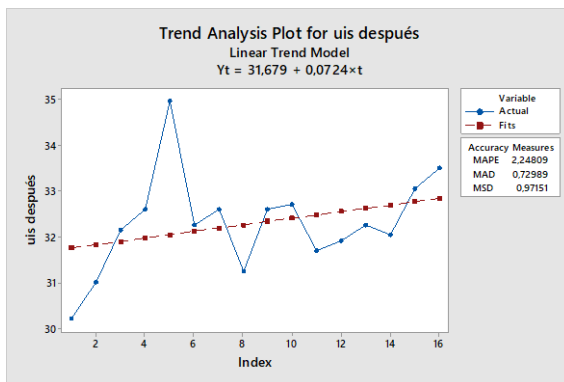
**Figura IND 6 (TXx) Máximo de la temperatura máxima, en Apto Palonegro (Periodo de estudio).**



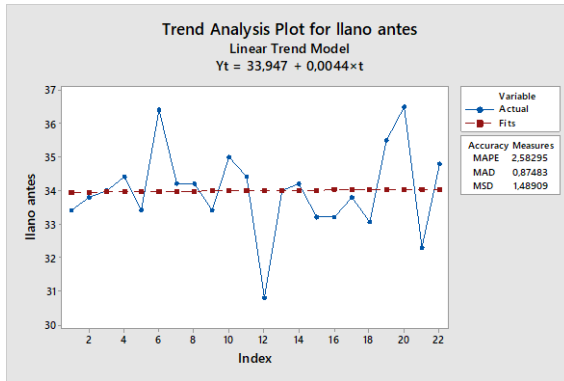
**Figura IND 6 (TXx) Máximo de la temperatura máxima, en UIS (Periodo base).**



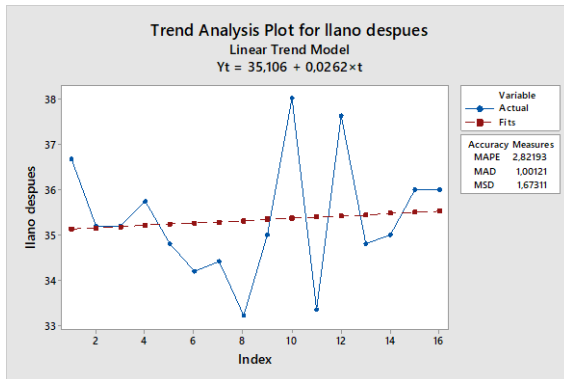
**Figura IND 6 (TXx) Máximo de la temperatura máxima, en UIS (Periodo de estudio).**



**Figura IND 6 (TXx) Máximo de la temperatura máxima, en Llano Grande (Periodo base).**

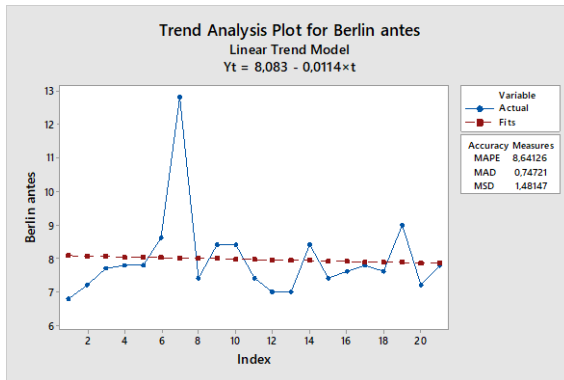


**Figura IND 6 (TXx) Máximo de la temperatura máxima, en Llano Grande (Periodo de estudio).**

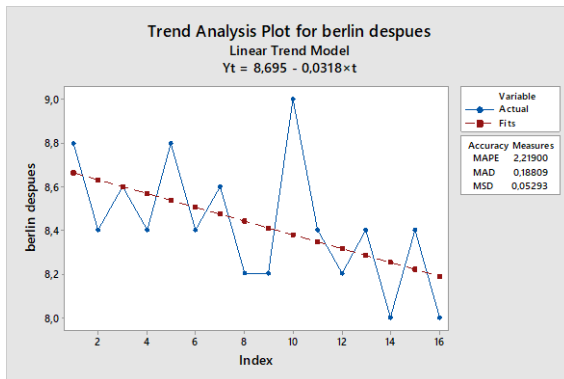


- **Indicador 7: Valor máximo de la temperatura mínima (TNx)**

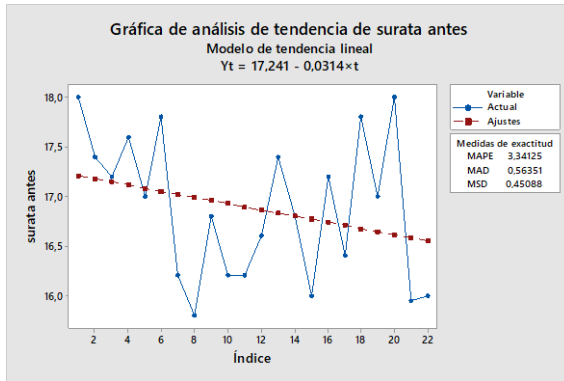
**Figura IND 7 (TNx) Máximo de la temperatura mínima, en Berlín (Periodo base).**



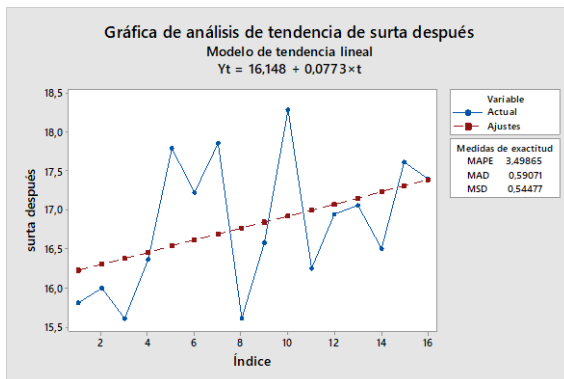
**Figura IND 7 (TNx) Máximo de la temperatura mínima, en Berlín (Periodo de estudio).**



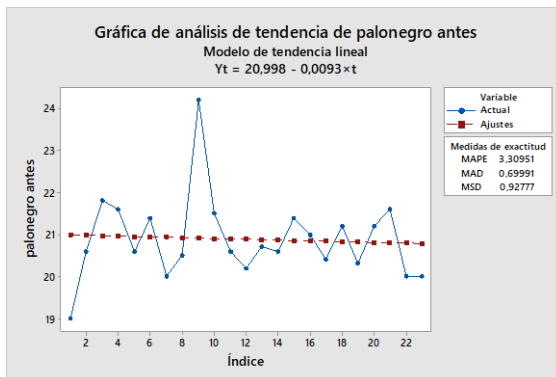
**Figura IND 7 (TNx) Máximo de la temperatura mínima, en Vivero Surata (Periodo base).**



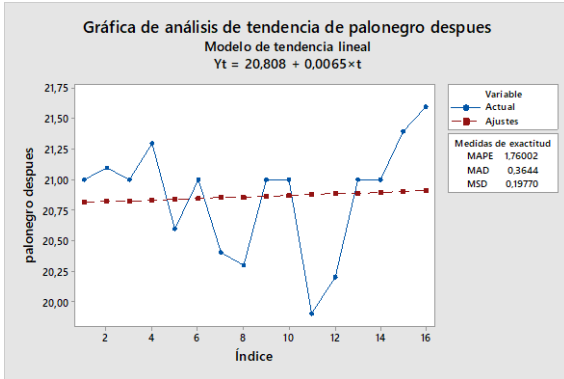
**Figura IND 7 (TNx) Máximo de la temperatura mínima, en Vivero Surata (Periodo de base).**



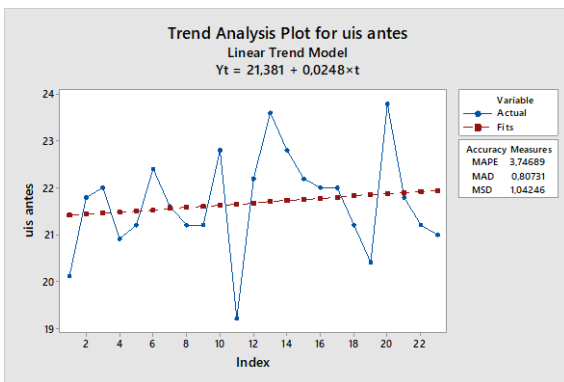
**Figura IND 7 (TNx) Máximo de la temperatura mínima, en Apto Palonegro (Periodo base).**



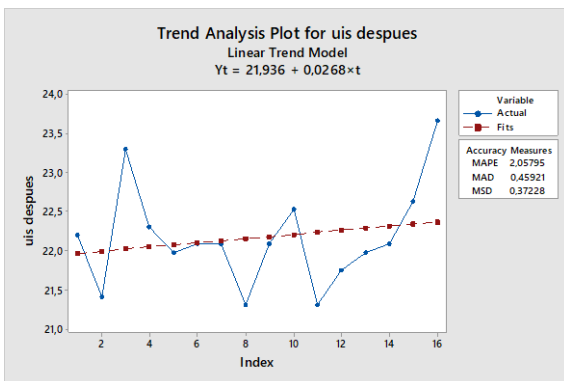
**Figura IND 7 (TNx) Máximo de la temperatura mínima, en Apto Palonegro (Periodo de base).**



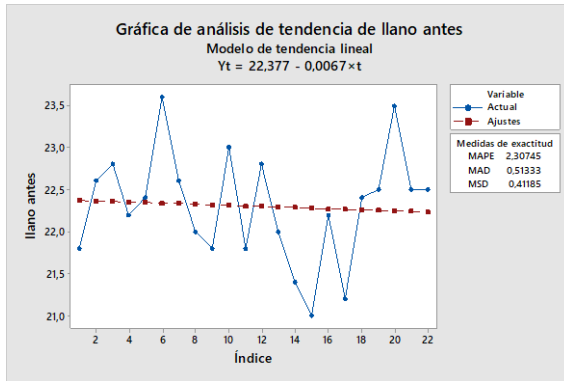
**Figura IND 7 (TNx) Máximo de la temperatura mínima, en UIS (Periodo base).**



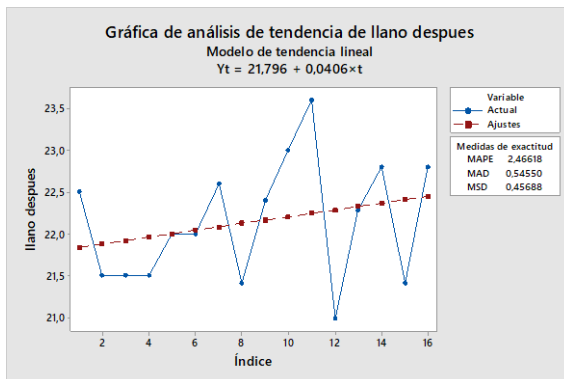
**Figura IND 7 (TNx) Máximo de la temperatura mínima, en UIS (Periodo de estudio).**



**Figura IND 7 (TNx) Máximo de la temperatura mínima, en Llano Grande (Periodo base).**

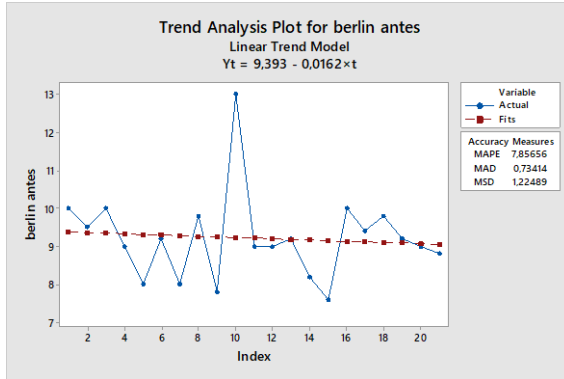


**Figura IND 7 (TNx) Máximo de la temperatura mínima, en Llano Grande (Periodo de estudio).**

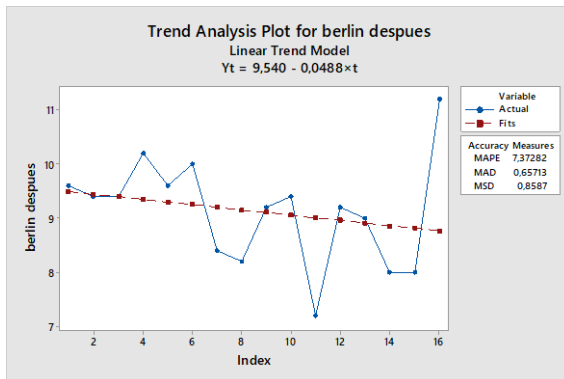


- **Indicador 8: Valor mínimo de la temperatura máxima (TXn)**

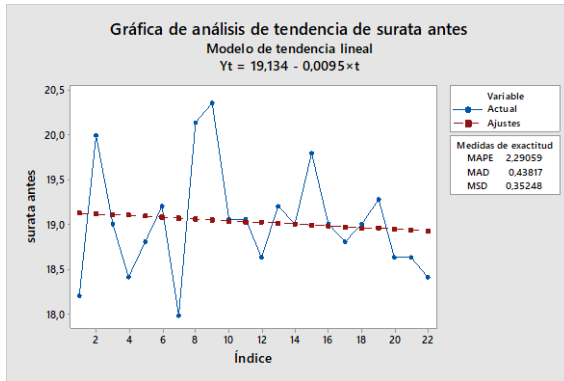
**Figura IND 8 (TXn) Mínimo de la temperatura máxima, en Berlín (Periodo base).**



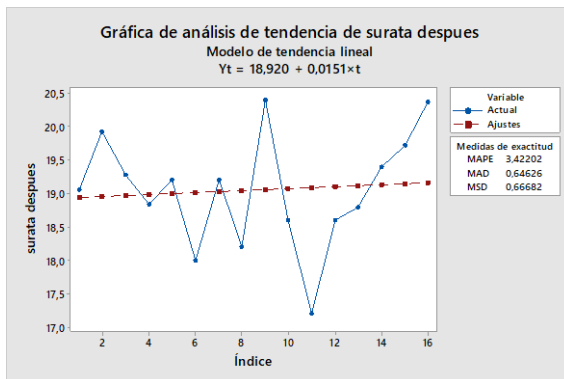
**Figura IND 8 (TXn) Mínimo de la temperatura máxima, en Berlín (Periodo de estudio).**



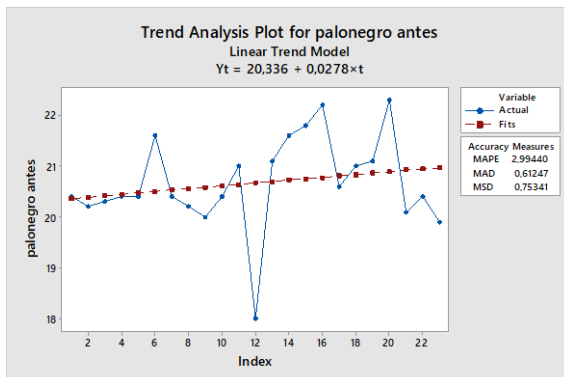
**Figura IND 8 (TXn) Mínimo de la temperatura máxima, en Vivero Surata (Periodo base).**



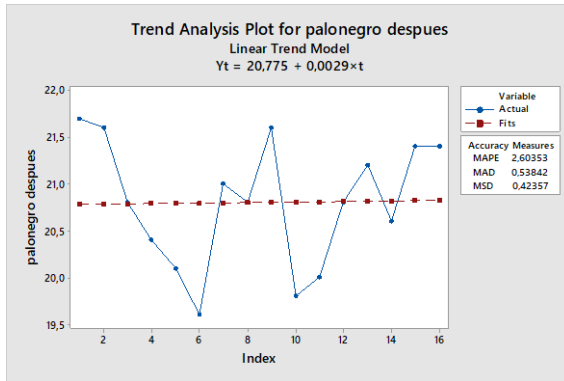
**Figura IND 8 (TXn) Mínimo de la temperatura máxima, en Vivero Surata (Periodo de estudio).**



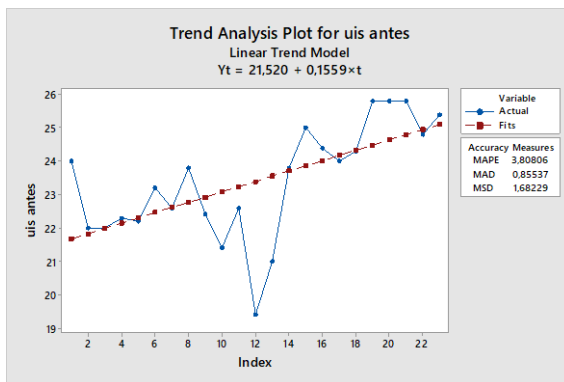
**Figura IND 8 (TXn) Mínimo de la temperatura máxima, en Apto Palonegro (Periodo base).**



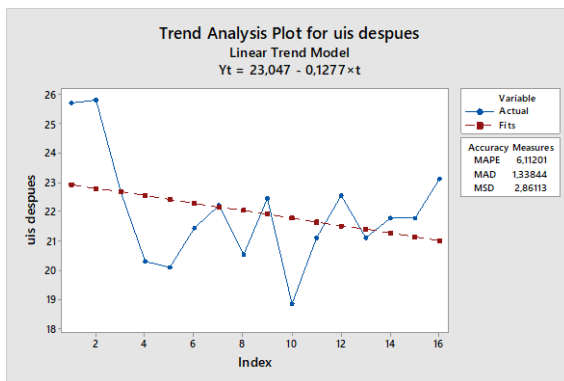
**Figura IND 8 (TXn) Mínimo de la temperatura máxima, en Apto Palonegro (Periodo de estudio).**



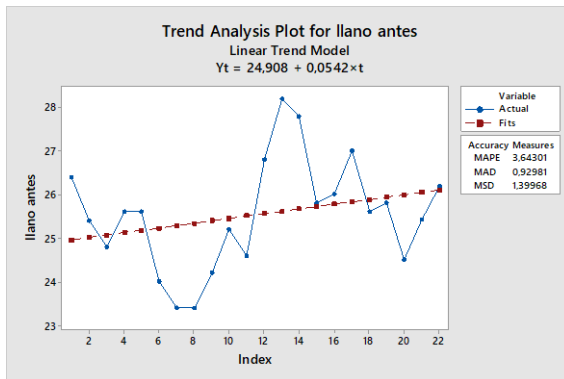
**Figura IND 8 (TXn) Mínimo de la temperatura máxima, en UIS (Periodo base).**



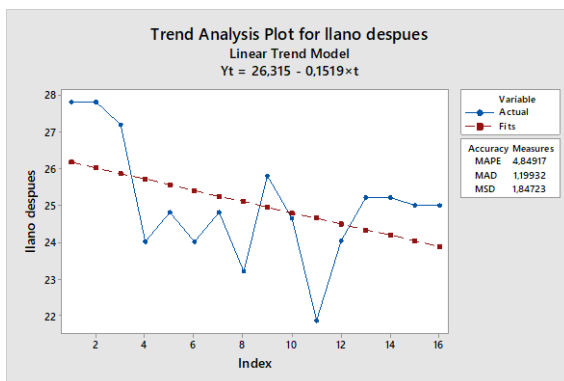
**Figura IND 8 (TXn) Mínimo de la temperatura máxima, en UIS (Periodo de estudio).**



**Figura IND 8 (TXn) Mínimo de la temperatura máxima, en Llano Grande (Periodo base).**

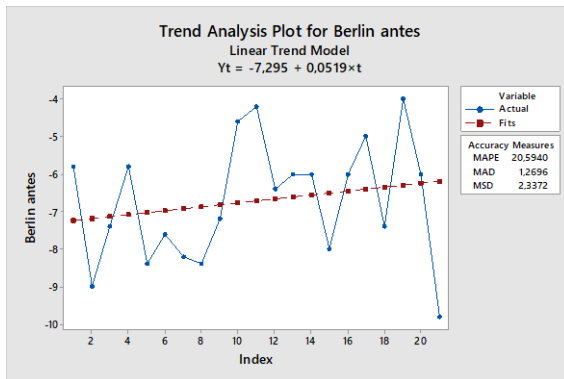


**Figura IND 8 (TXn) Mínimo de la temperatura máxima, en Llano Grande (Periodo de estudio).**

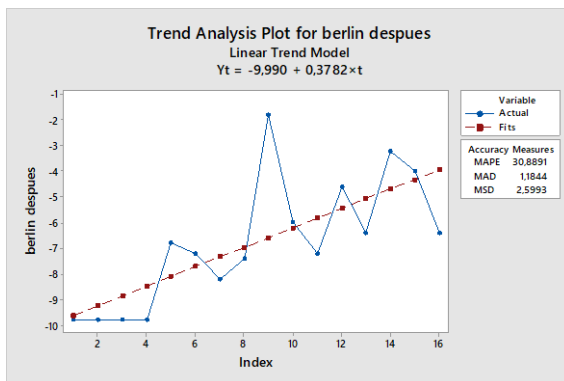


- **Indicador 9: Valor mínimo de la temperatura mínima (TNn)**

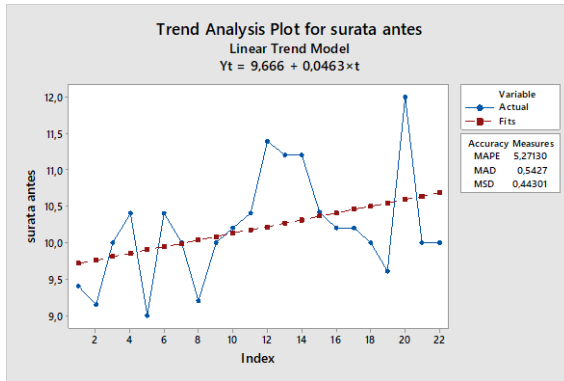
**Figura IND 9 (TXn) Mínimo de la temperatura mínima, en Berlín (Periodo base).**



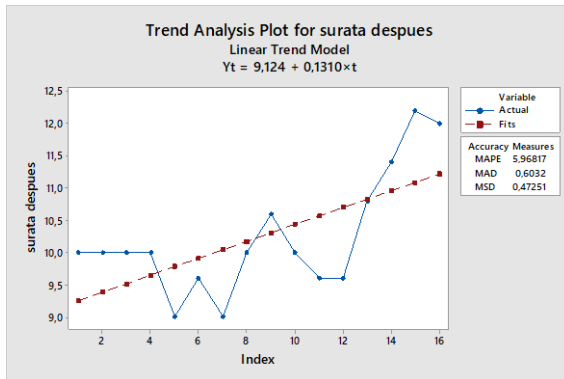
**Figura IND 9 (TXn) Mínimo de la temperatura mínima, en Berlín (Periodo de estudio).**



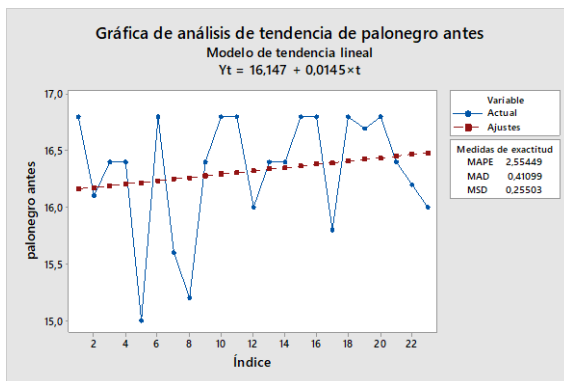
**Figura IND 9 (TXn) Mínimo de la temperatura mínima, en Vivero Surata (Periodo base).**



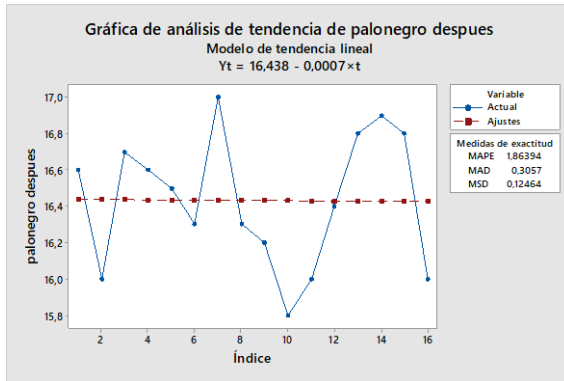
**Figura IND 9 (TXn) Mínimo de la temperatura mínima, en Vivero Surata (Periodo de estudio).**



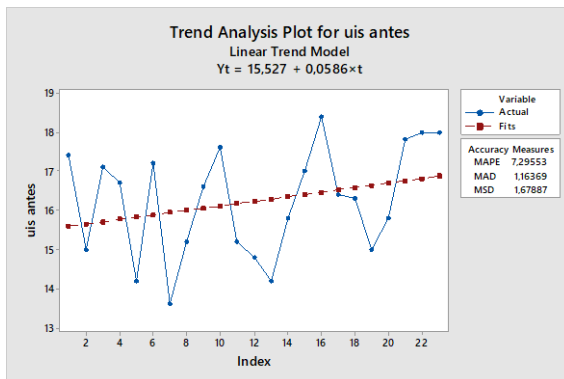
**Figura IND 9 (TXn) Mínimo de la temperatura mínima, en Apto Palonegro (Periodo base).**



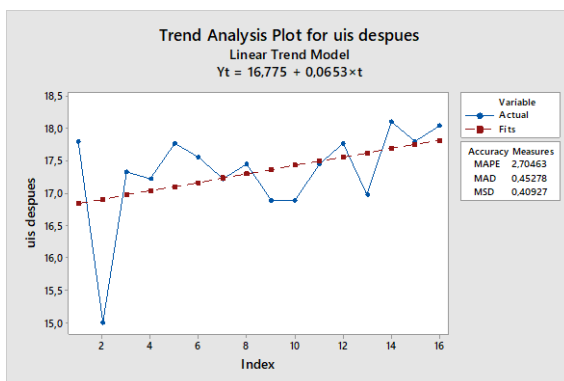
**Figura IND 9 (TXn) Mínimo de la temperatura mínima, en Apto Palonegro (Periodo de estudio).**



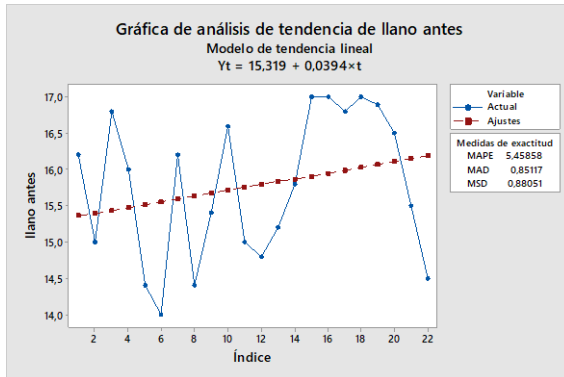
**Figura IND 9 (TXn) Mínimo de la temperatura mínima, en UIS (Periodo base).**



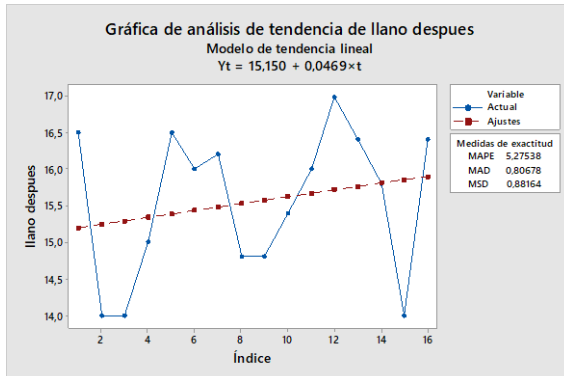
**Figura IND 9 (TXn) Mínimo de la temperatura mínima, en UIS (Periodo de estudio).**



**Figura IND 9 (TXn) Mínimo de la temperatura mínima, en Llano Grande (Periodo base).**

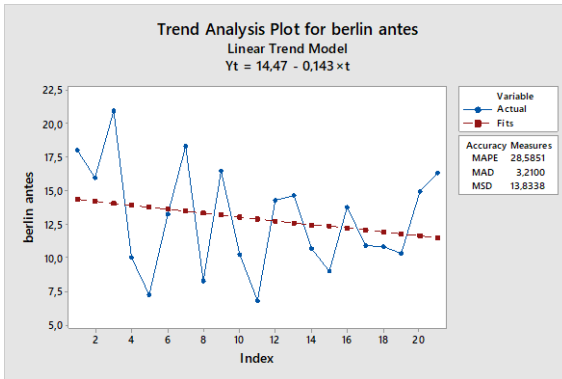


**Figura IND 9 (TXn) Mínimo de la temperatura mínima, en Llano Grande (Periodo de estudio).**

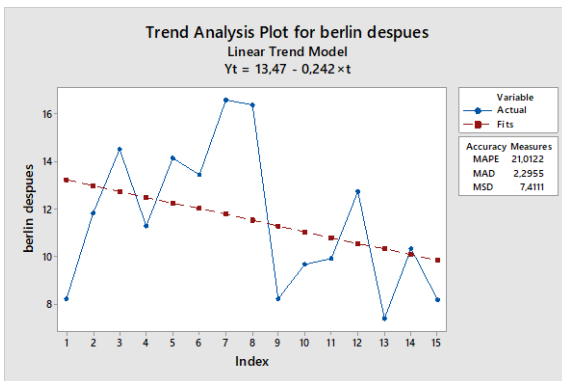


- **Indicador 10: Noches frías (TN10P)**

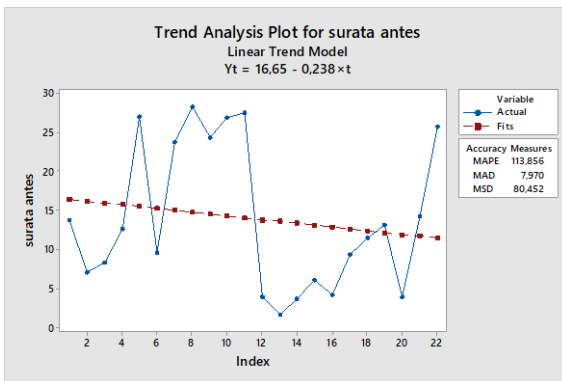
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Berlín (Periodo base).**



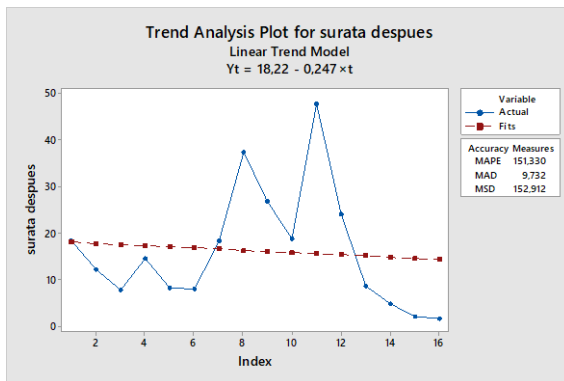
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Berlín (Periodo de estudio).**



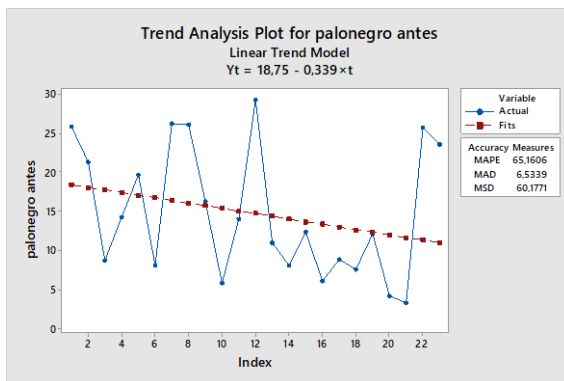
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Vivero Surata (Periodo base).**



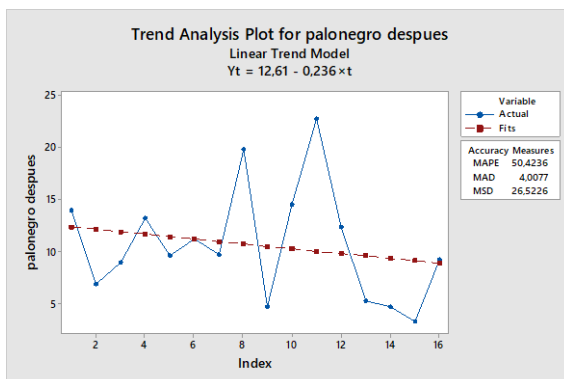
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Vivero Surata (Periodo de estudio).**



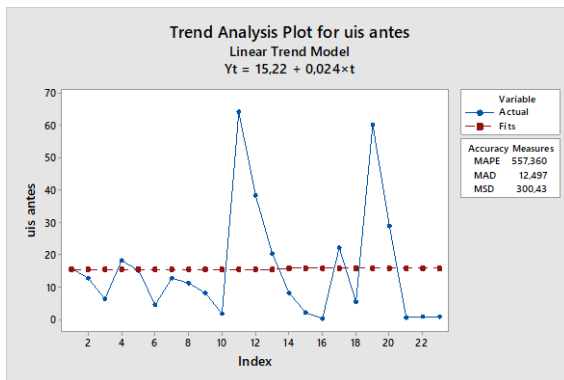
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Apto Palonegro (Periodo base).**



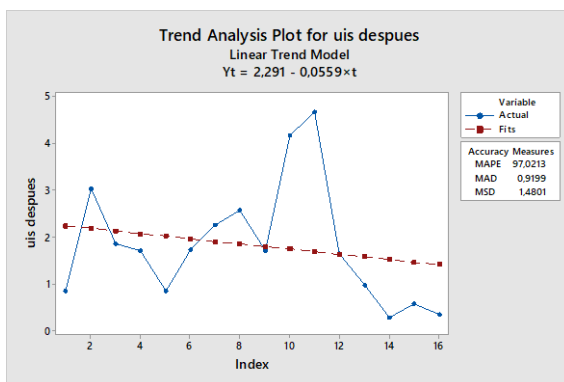
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Apto Palonegro (Periodo de estudio).**



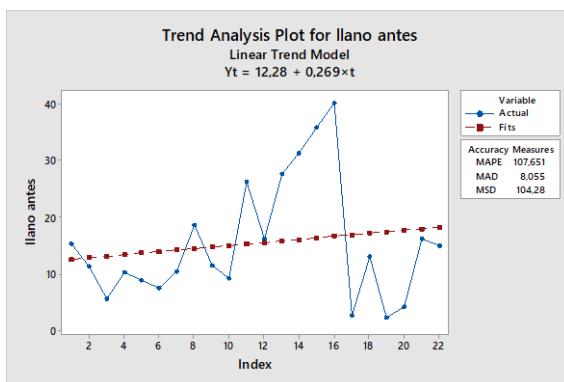
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en UIS (Periodo base).**



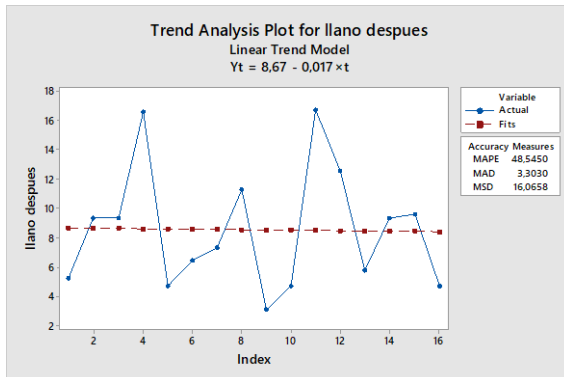
**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en UIS (Periodo de estudio).**



**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Llano Grande (Periodo base).**

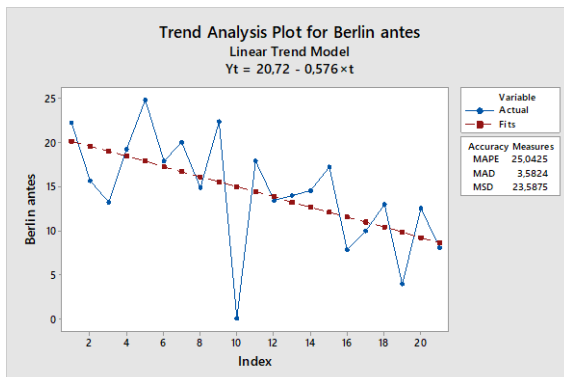


**Figura IND 10 (TN10P) Noches frías, en Llano Grande (Periodo de estudio).**

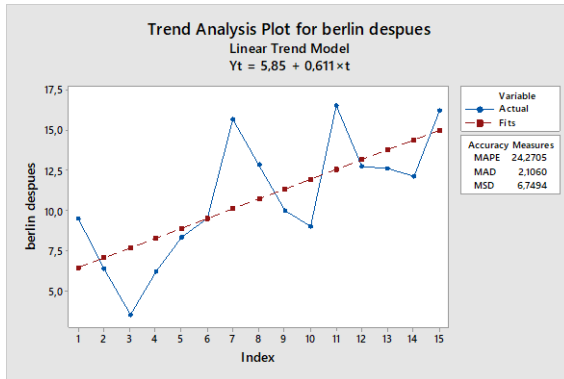


- **Indicador 11: Días fríos (TX10P)**

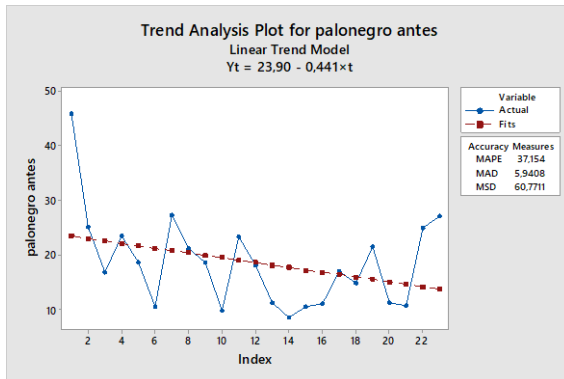
**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en Berlín (Periodo base).**



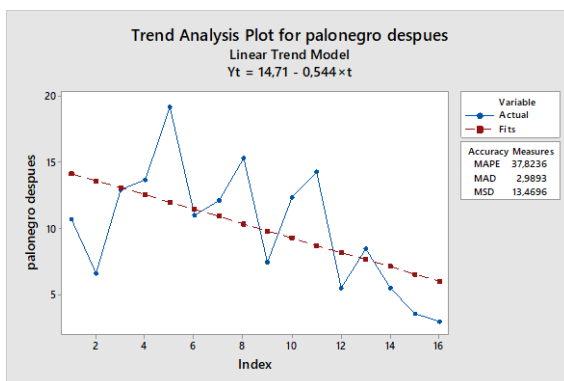
**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en Berlín (Periodo de estudio).**



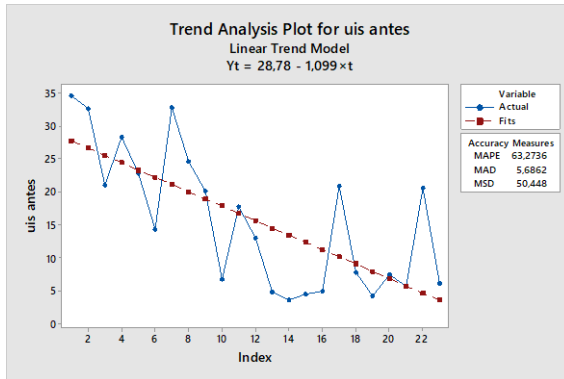
**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en Apto Palonegro (Periodo base).**



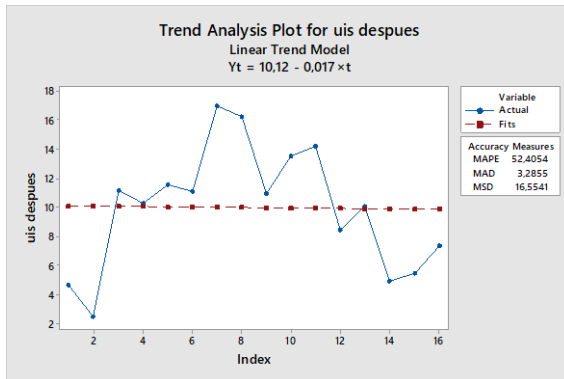
**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en Apto Palonegro (Periodo de estudio).**



**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en UIS (Periodo base).**

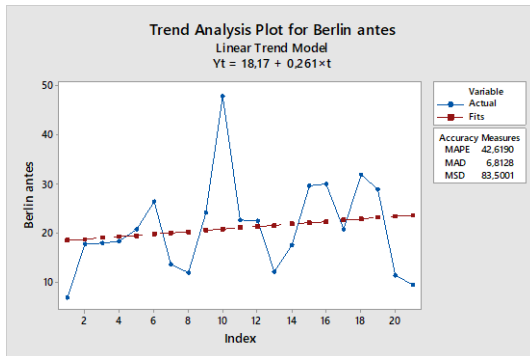


**Figura IND 11 (TX10P) Días fríos, en UIS (Periodo de estudio).**

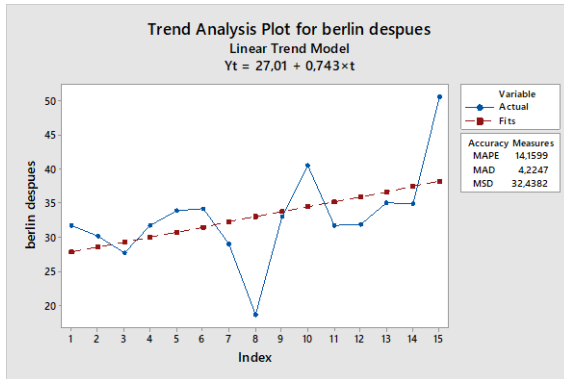


- **Indicador 12: Noches calientes (TN90P)**

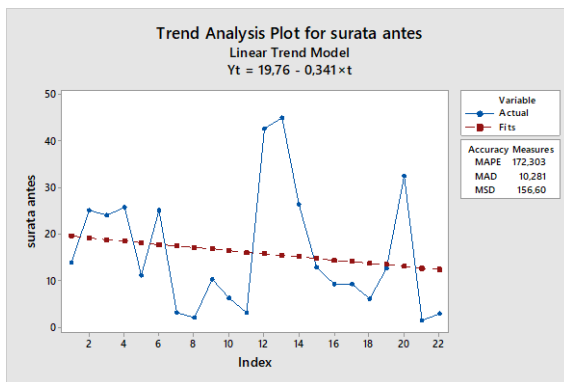
**Figura IND 12 (TN90P) Noches calientes, en Berlín (Periodo base).**



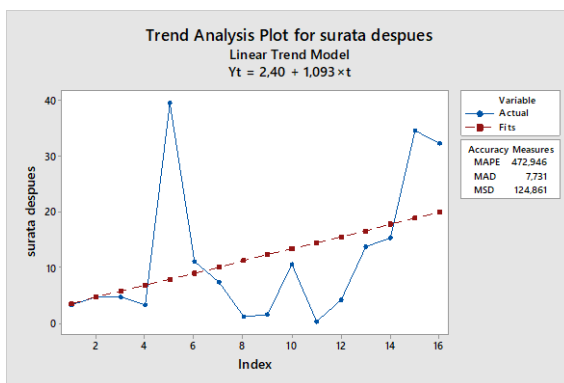
**Figura IND 12 (TN90P) Noches calientes, en Berlín (Periodo de estudio).**



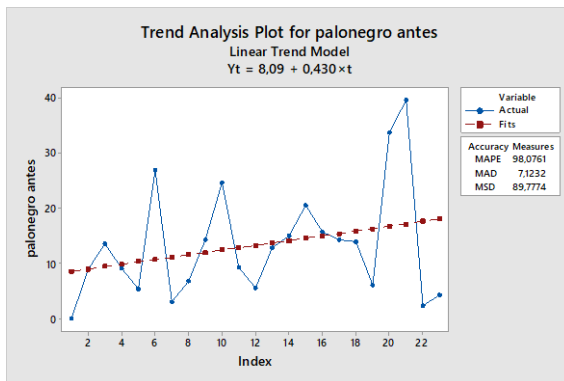
**Figura IND 12 (TN90P) Noches calientes, en Vivero Surata (Periodo base).**



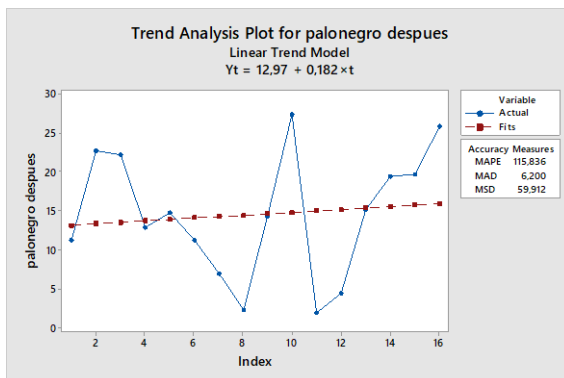
**Figura IND 12 (TN90P) Noches calientes, en Vivero Surata (Periodo de estudio).**



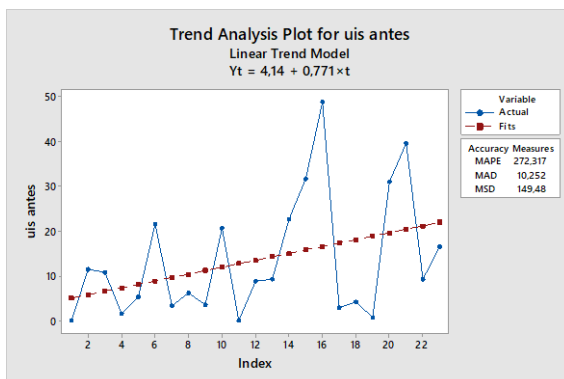
**Figura IND 12 (TN90P) Noches calientes, en Apto Palonegro (Periodo base).**



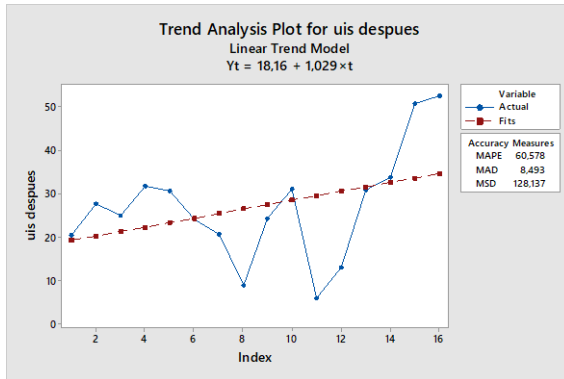
**Figura IND 12 (TN90P) Noches calientes, en Apto Palonegro (Periodo de estudio).**



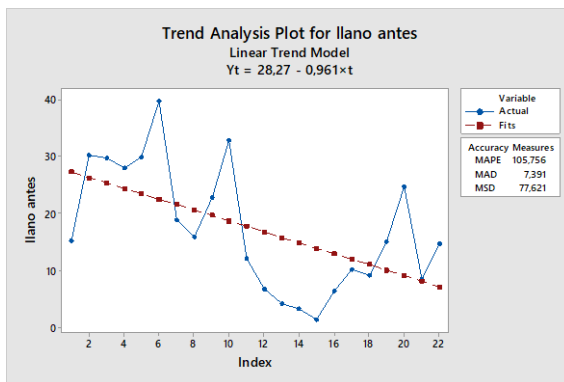
**Figura IND 12 (TN90P) Noches calientes, en UIS (Periodo base).**



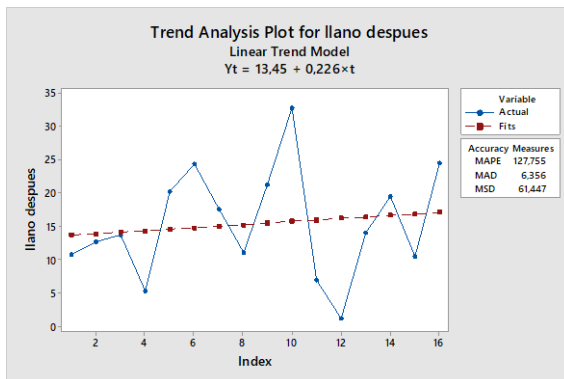
**Figura IND 12 (TN90P) Noches calientes, en UIS (Periodo de estudio).**



**Figura IND 12 (TN90P) Noches calientes, en Llano Grande (Periodo base).**

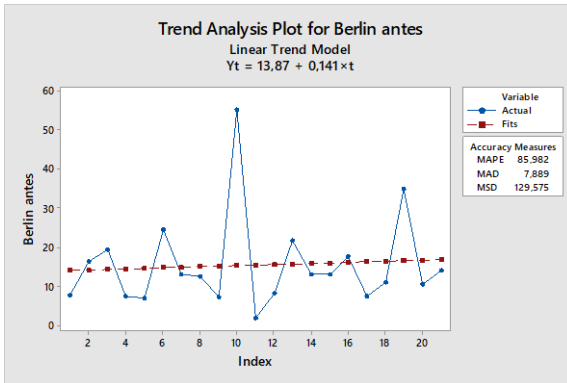


**Figura IND 12 (TN90P) Noches calientes, en Llano Grande (Periodo de estudio).**

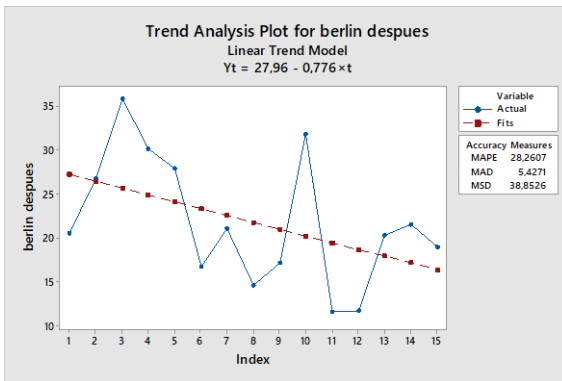


- **Indicador 13: Días calientes (TX90P)**

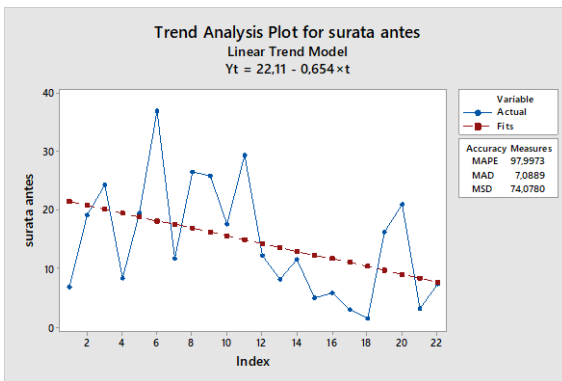
**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Berlín (Periodo base).**



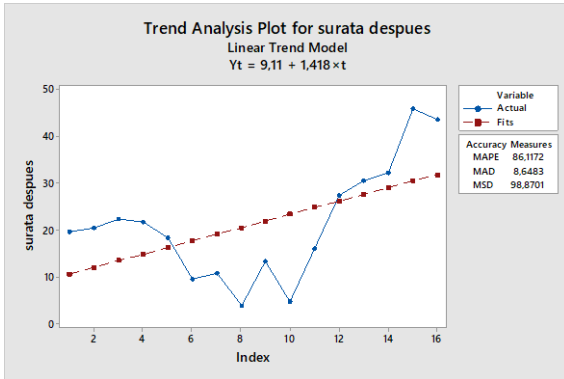
**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Berlín (Periodo de estudio).**



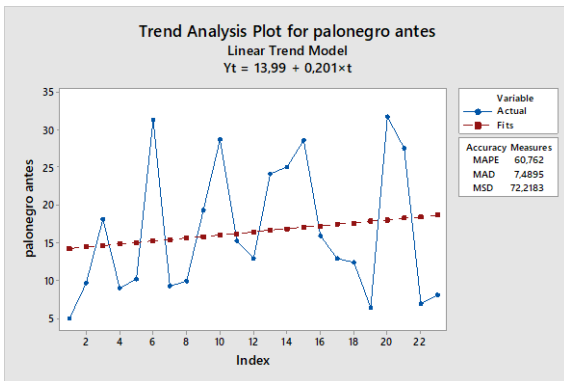
**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Vivero Surata (Periodo base).**



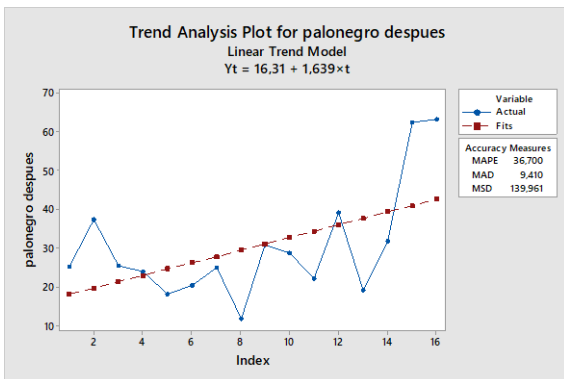
**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Vivero Surata (Periodo de estudio).**



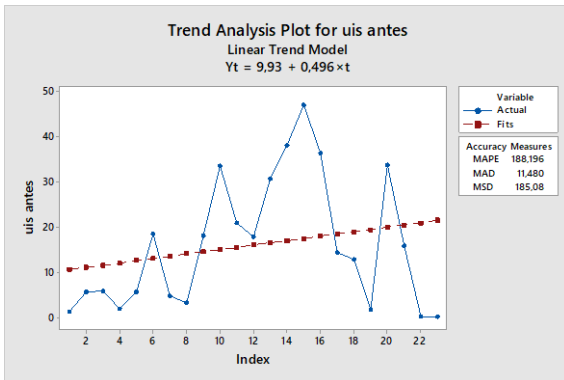
**Figura 18 IND 13 (TX90P) Días calientes, en Apto Palonegro (Periodo base).**



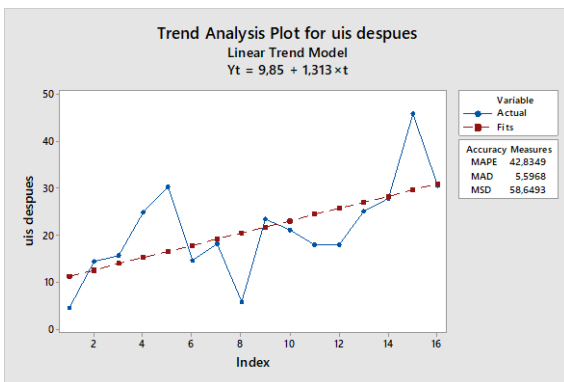
**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Apto Palonegro (Periodo de estudio).**



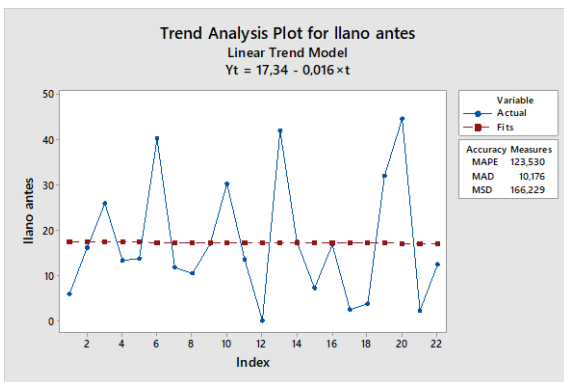
**Figura 19 IND 13 (TX90P) Días calientes, en UIS (Periodo base).**



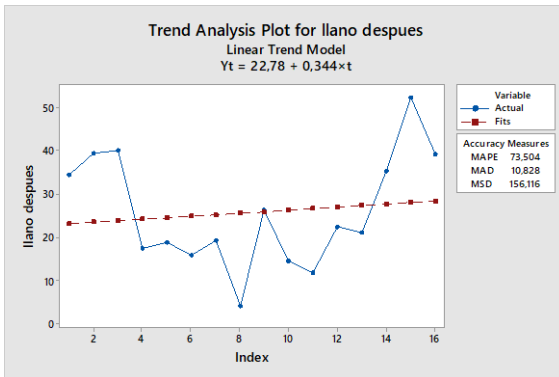
**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en UIS (Periodo de estudio).**



**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Llano Grande (Periodo base).**

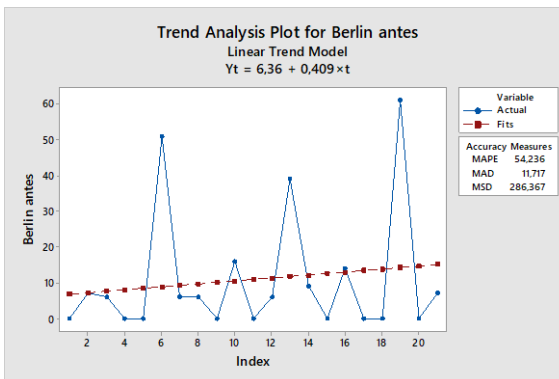


**Figura IND 13 (TX90P) Días calientes, en Llano Grande (Periodo de estudio).**

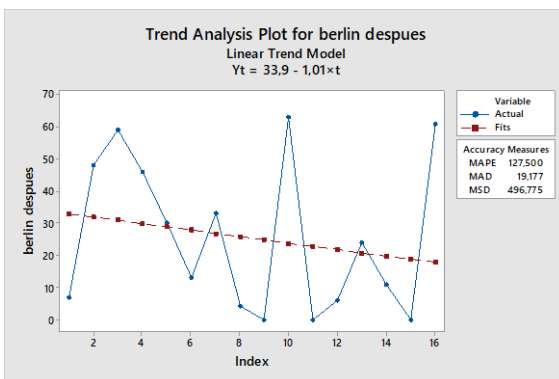


- **Indicador 14: Temporada cálida (WSDI)**

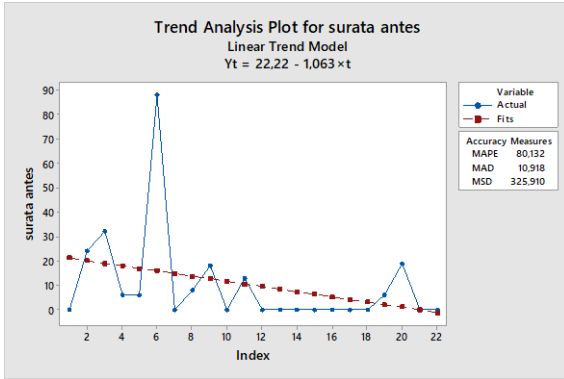
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Berlín (Periodo base).**



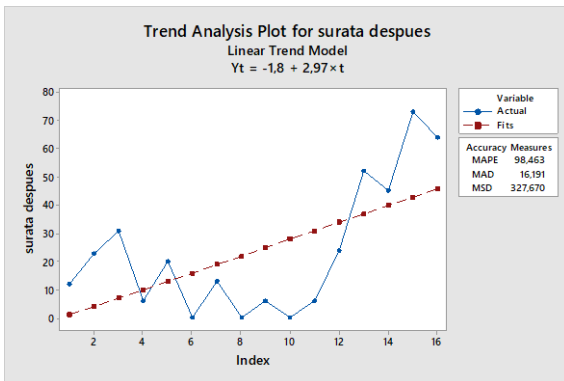
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Berlín (Periodo de estudio).**



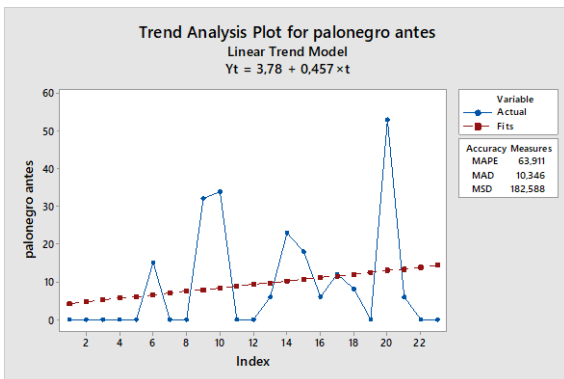
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Vivero Surata (Periodo base).**



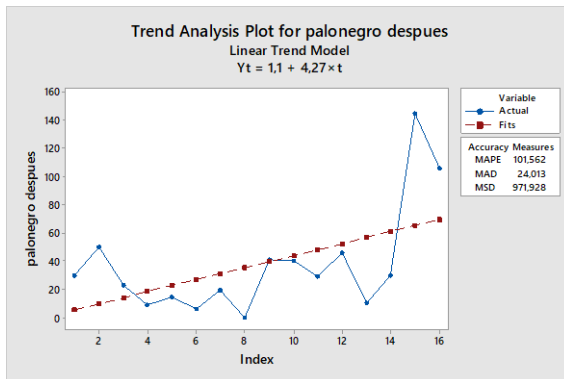
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Vivero Surata (Periodo de estudio).**



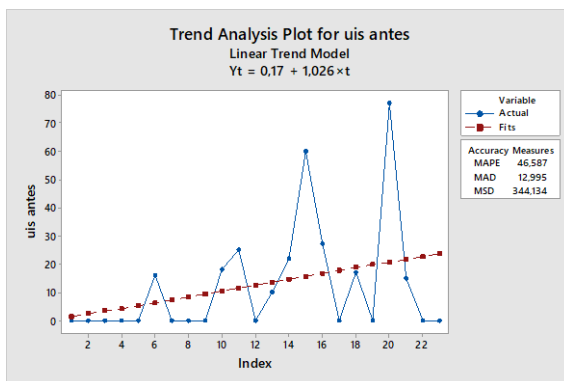
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Apto Palonegro (Periodo base).**



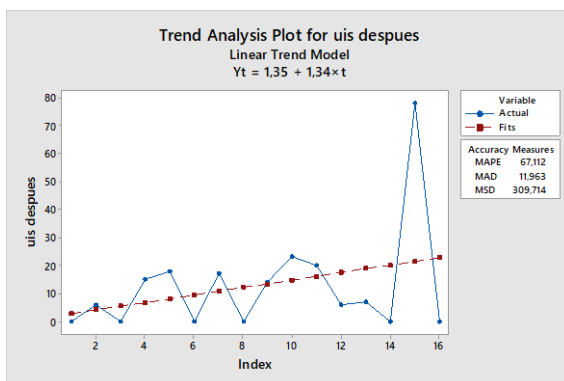
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Apto Palonegro (Periodo de estudio).**



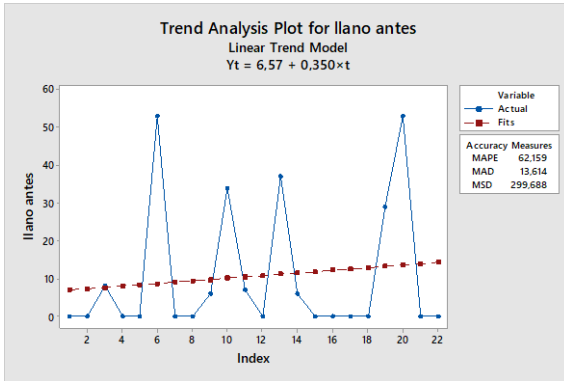
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en UIS (Periodo base).**



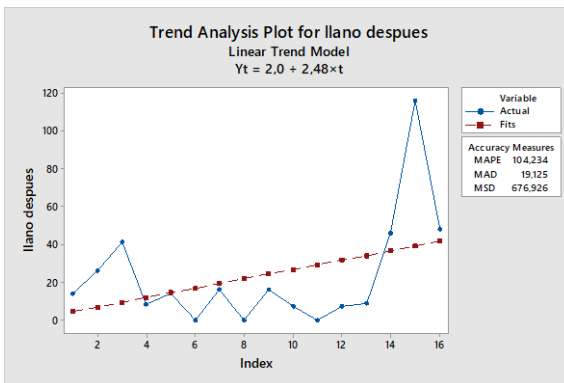
**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en UIS (Periodo de estudio).**



**Figura IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Llano Grande (Periodo base).**

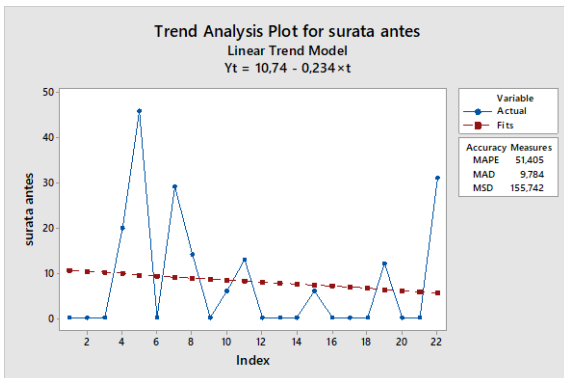


**Figura 20 IND 14 (WSDI) Temporada cálida, en Llano Grande (Periodo de estudio).**

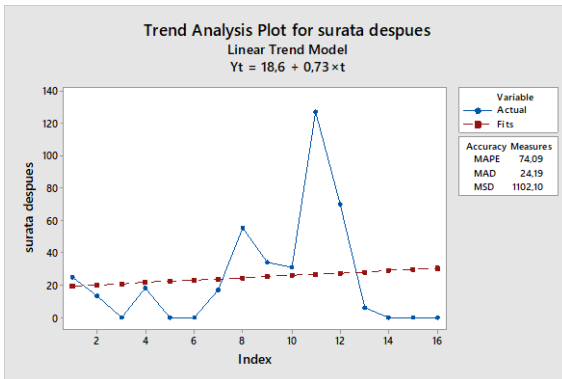


- **Indicador 15: Temporada fría (CSDI)**

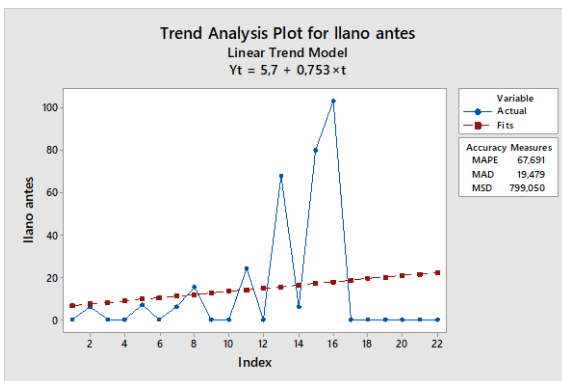
**Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en Vivero Surata (Periodo base).**



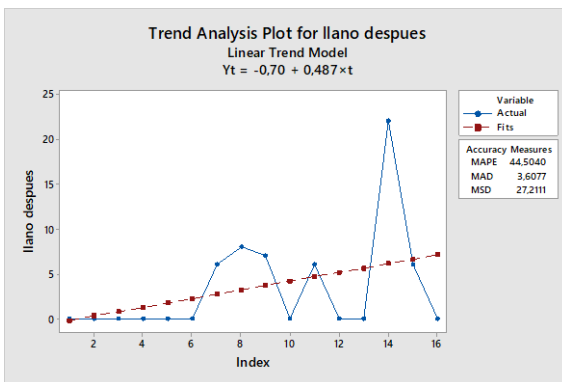
**Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en Vivero Surata (Periodo de estudio).**



**Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en Llano Grande (Periodo base).**

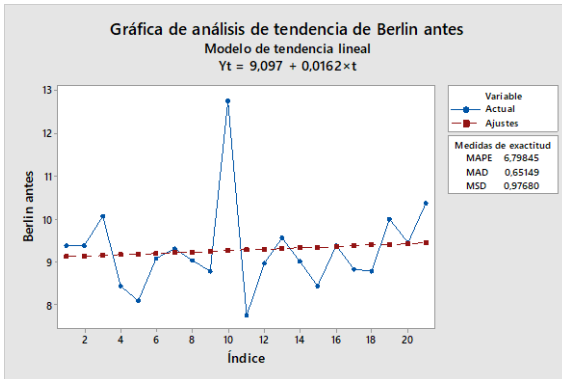


**Figura IND 15 (CSDI) Temporada fría, en Llano Grande (Periodo de estudio).**

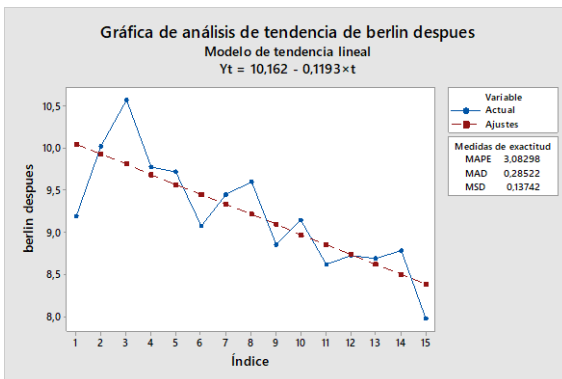


- **Indicador 16: Rango promedio (DTR)**

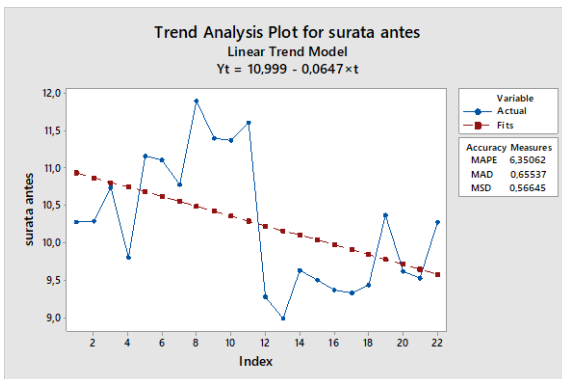
**Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Berlín (Periodo base).**



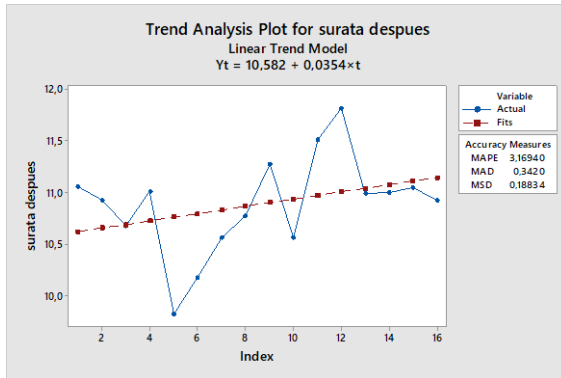
**Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Berlín (Periodo de estudio).**



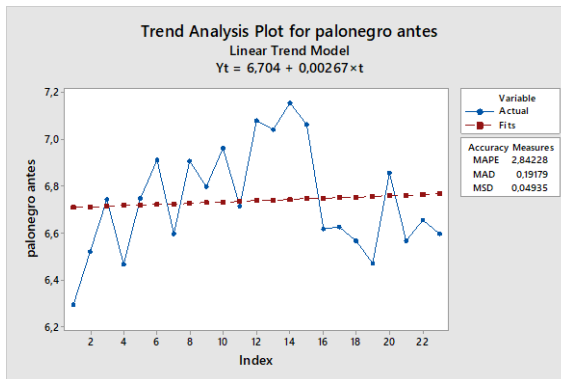
**Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Vivero Surata (Periodo base).**



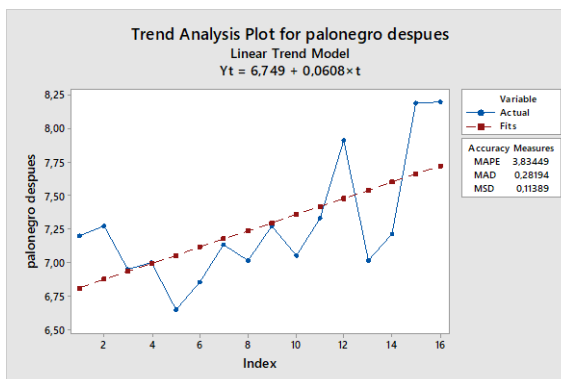
**Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Vivero Surata (Periodo de estudio).**



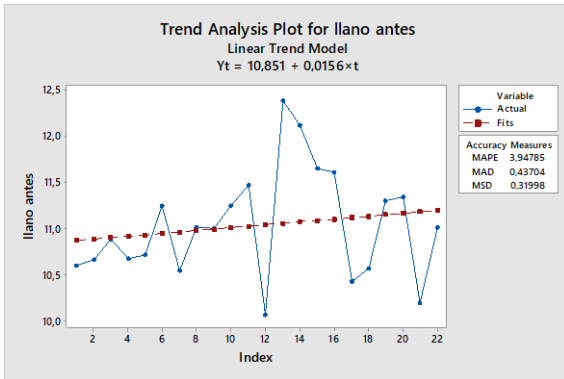
**Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Apto Palonegro (Periodo base).**



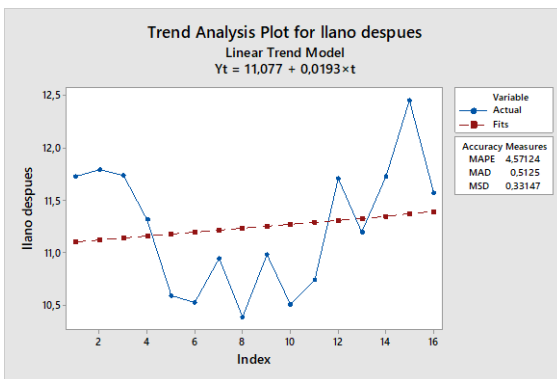
**Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Apto Palonegro (Periodo de estudio).**



**Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Llano Grande (Periodo base).**

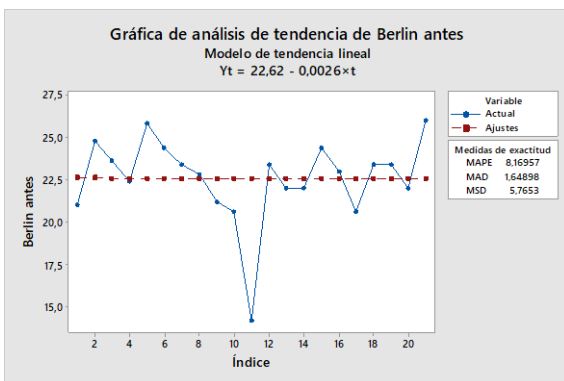


**Figura IND 16 (DTR) Rango promedio, en Llano Grande (Periodo de estudio).**

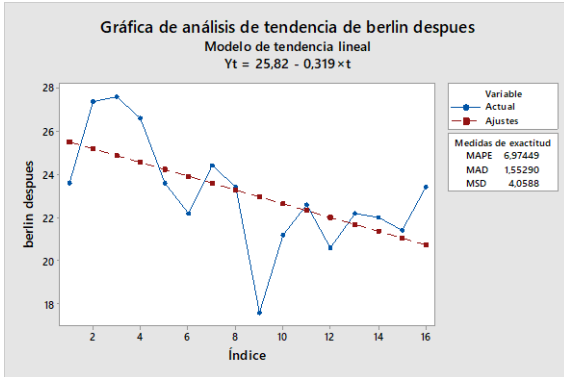


- **Indicador ETR: Rango máximo**

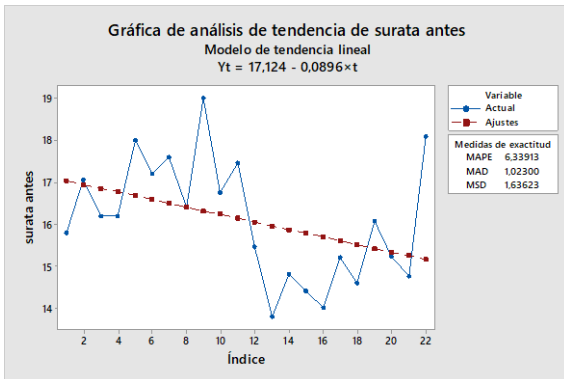
**Figura IND 16 (ETR) Rango máximo, en Berlín (Periodo base).**



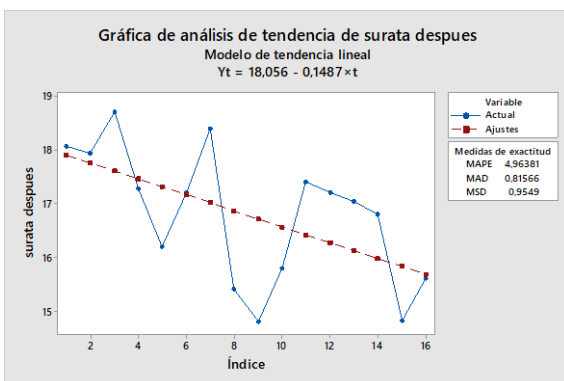
**Figura IND 16 (DTR) Rango máximo, en Berlín (Periodo de estudio).**



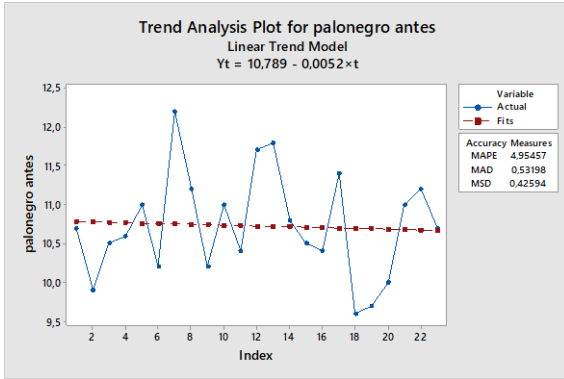
**Figura IND 16 (ETR) Rango máximo, en Vivero Surata (Periodo base).**



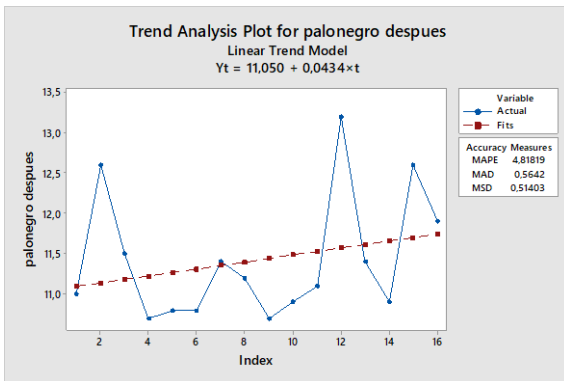
**Figura IND 16 (ETR) Rango máximo, en Vivero Surata (Periodo de estudio).**



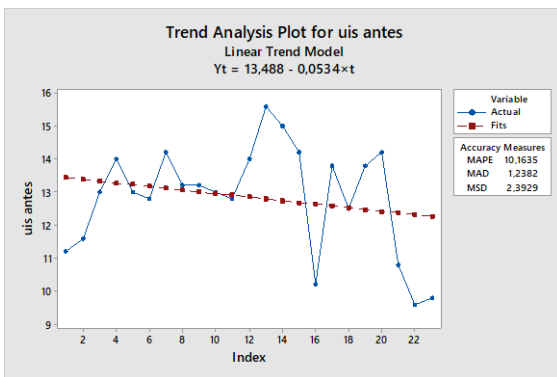
**Figura IND 16 (ETR) Rango máximo, en Apto Palonegro (Periodo base).**



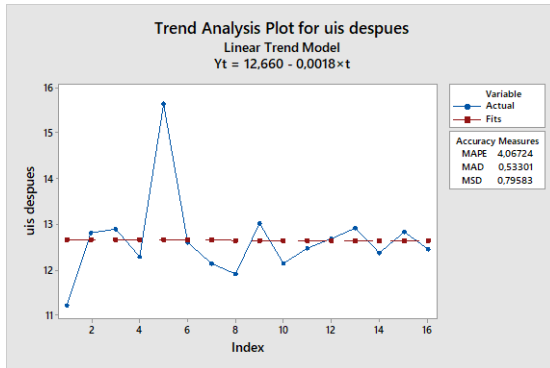
**Figura IND 16 (ETR) Rango máximo, en Apto Palonegro (Periodo de estudio).**



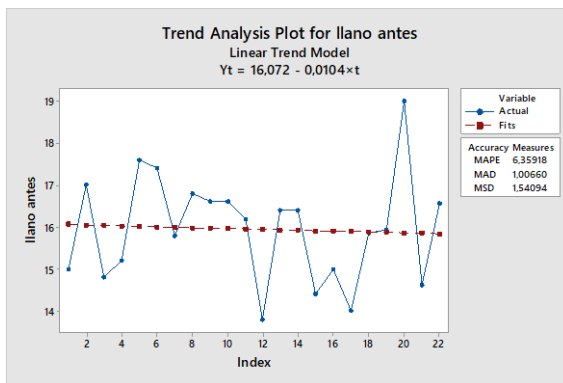
**Figura IND 16 (ETR) Rango máximo, en UIS (Periodo base).**



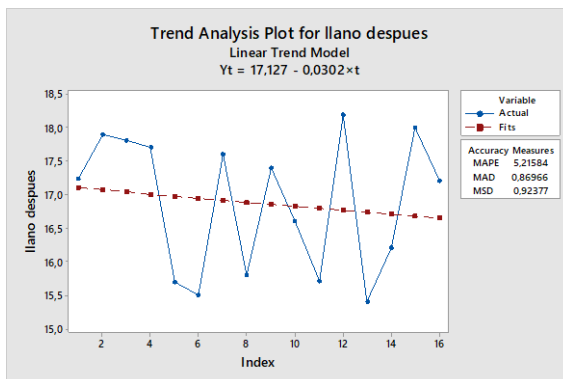
**Figura IND 16 (ETR) Rango máximo, en UIS (Periodo de estudio).**



**Figura IND 16 (ETR) Rango máximo, en Llano Grande (Periodo base).**

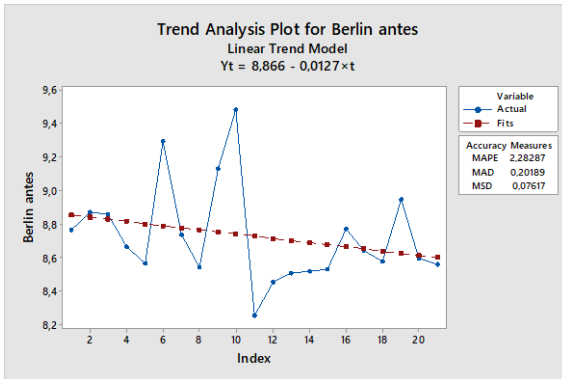


**Figura IND 16 (ETR) Rango máximo, en Llano Grande (Periodo de estudio).**

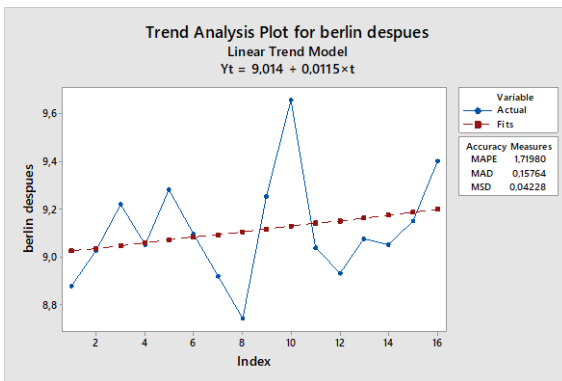


- **Temperatura Media**

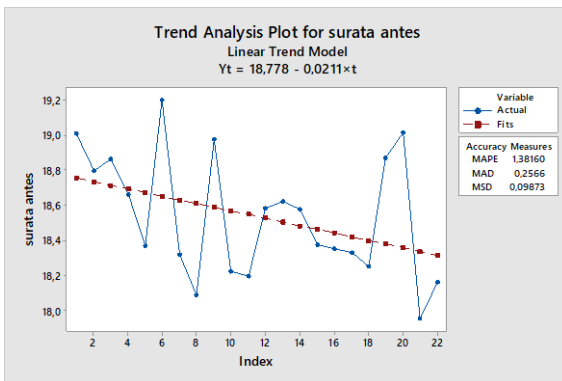
**Figura Temperatura media, en Berlín (Periodo base).**



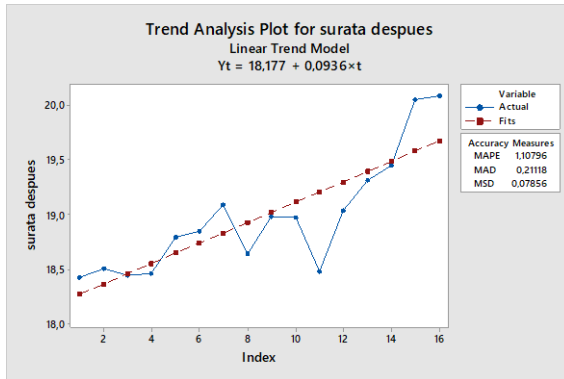
**Figura 21 Temperatura media, en Berlín (Periodo de estudio).**



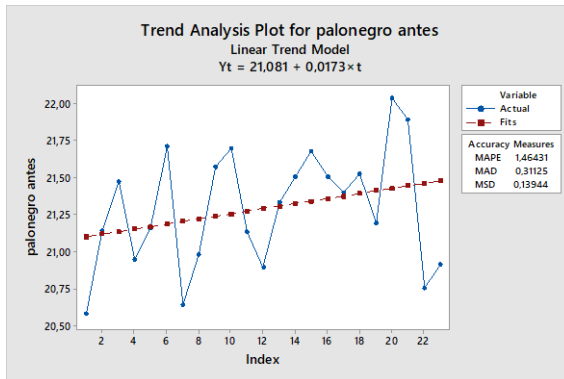
**Figura Temperatura media, en Vivero Surata (Periodo base).**



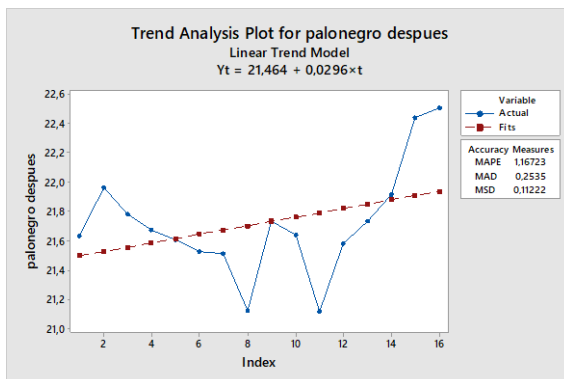
**Figura Temperatura media, en Vivero Surata (Periodo de estudio).**



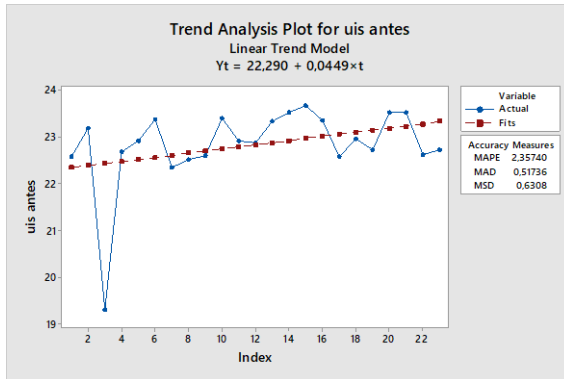
**Figura Temperatura media, en Apto Palonegro (Periodo base).**



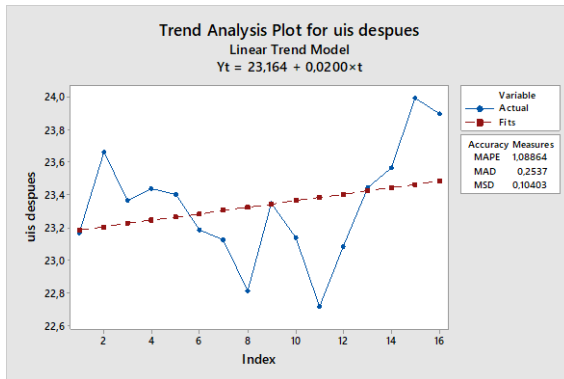
**Figura Temperatura media, en Apto Palonegro (Periodo de estudio).**



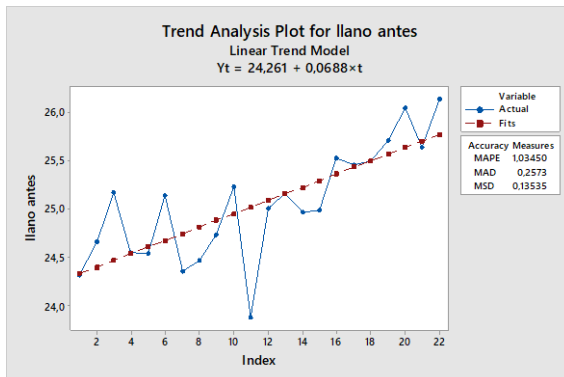
**Figura Temperatura media, en UIS (Periodo base).**



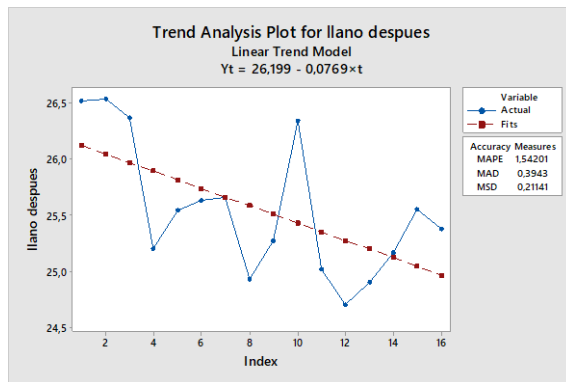
**Figura Temperatura media, en UIS (Periodo de estudio).**



**Figura Temperatura media, en Llano Grande (Periodo base).**



**Figura Temperatura media, en Llano Grande (Periodo de estudio).**



**Tabla Tendencia de los indicadores en la estación Berlín.**

Berlín						
#	Indicador	Tasa de cambio	Unidades	Tipo	Calificación	Símbolo
1	Días helados	0,02	Días / década	x	Sin	x
2	Días verano	NA	Días / década	NA	NA	NA
4	Noches verano	NA	Días / década	NA	NA	NA
6	Máx. T. diurna	0,24	°C / década	Aumento	Fuerte	++
7	Máx. T. nocturna	0,14	°C / década	Aumento	Leve	+
8	Mín. T. diurna	-0,11	°C / década	Disminución	Leve	-
9	Mín. T. nocturna	0,38	°C / década	Aumento	Muy Fuerte	+++

<b>10</b>	Noches frías	-1,01	% días / década	Disminución	Leve	-
<b>11</b>	Días fríos	-2,18	% días / década	Disminución	Leve	-
<b>12</b>	Noches Calientes	5,89	% días / década	Aumento	Muy Fuerte	+++
<b>13</b>	Días calientes	2,29	% días / década	Aumento	Leve	+
<b>14</b>	Temporada cálida	5,69	Días / década	Aumento	Leve	+
<b>15</b>	Temporada Fría	-1,28	Días / década	x	Sin	x
<b>16</b>	Rango promedio	-0,08	°C / década	Disminución	Leve	-
<b>ETR</b>	Rango máximo	-0,05	°C / década	Disminución	Leve	-
<b>MEDIA</b>	T. Media	0,14	°C / década	Aumento	Leve	+

\* T:Temperatura, %: porcentaje, NA: No aplica el indicador, CTE: es contante, todos los días cumple el requisito del indicador

**ANEXO G: Tendencias de los periodos base y de estudio**

Las tendencias obtenidas son:

**Tabla Tasas de cambio en los indicadores antes y después del 2000, en Berlín.**

TASA DE CAMBIO EN BERLÍN						
#	INDICADOR	BAS E	SÍMBOL O	ESTUDI O	SÍMBOL O	Unidades
6	Máx. T. diurna	0,21	++	-0,03	-	°C / década
7	Máx. T. nocturna	-0,11	-	-0,318	--	°C / década
8	Mín. T. diurna	-0,16	-	-0,49	---	°C / década
9	Mín. T. nocturna	0,52	+++	3,78	+++	°C / década
10	Noches frías	-1,43	-	-2,42	-	% días / década
11	Días fríos	-5,76	--	6,11	+++	% días / década
12	Noches Calientes	2,61	+	7,43	+++	% días / década
13	Días calientes	1,41	+	-7,76	---	% días / década
14	Temporada cálida	4,09	+	-10,1	--	Días / década
16	Rango promedio	0,16	+	-1,19	---	°C / década

ETR	Rango máximo	-0,03	-	-3,19	---	°C / década
MEDI A	T. Media	-0,13	-	0,12	+	°C / década

\* x: Sin tendencia, -: Disminución leve, --: Disminución fuerte, ---: Disminución muy fuerte, +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte, +++:Aumento muy fuerte comparado con la CSRL.

**Tabla Tasas de cambio en los indicadores antes y después del 2000, en Vivero Suratá.**

<b>TASA DE CAMBIO EN VIVERO SURATÁ</b>						
#	INDICADOR	BAS E	SÍMBOL O	ESTUDI O	SÍMBOL O	Unidades
2	Días verano	-32,3	---	59,3	+++	Días / década
6	Máx. T. diurna	-0,23	--	-0,07	-	°C / década
7	Máx. T. nocturna	-0,31	--	0,77	+++	°C / década
9	Mín. T. nocturna	0,46	+++	1,31	+++	°C / década
10	Noches frías	-2,38	-	-2,47	-	% días / década
12	Noches Calientes	-3,41	--	10,93	+++	% días / década
13	Días calientes	-6,54	---	14,18	+++	% días / década
14	Temporada cálida	- 10,6 3	--	29,7	+++	Días / década
15	Temporada	2,34	+	7,3	+	Días / década

Fría						
<b>16</b>	Rango promedio	-0,65	---	0,35	++	°C / década
<b>ETR</b>	Rango máximo	-0,9	---	-1,48	---	°C / década
<b>MEDIA</b>	T. Media	-0,21	--	0,94	+++	°C / década

\* x: Sin tendencia, -: Disminución leve, --: Disminución fuerte, ---: Disminución muy fuerte, +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte, +++:Aumento muy fuerte comparado con la CSRL.

**Tabla tasas de cambio en los indicadores antes y después del 2000, en Apto Palonegro.**

TASA DE CAMBIO EN AEROPUERTO PALONEGRO						
#	INDICADOR	BAS E	SÍMBOL O	ESTUDI O	SÍMBOL O	Unidades
2	Días verano	36,3	+++	30,3	+++	Días / década
6	Máx. T. diurna	0,26	++	0,86	+++	°C / década
7	Máx. T. nocturna	-0,09	-	0,07	+	°C / década
8	Mín. T. diurna	0,28	++	0,03	+	°C / década
9	Mín. T. nocturna	0,15	+	0,001	x	°C / década
10	Noches frías	-3,39	--	-2,36	-	% días / década
11	Días fríos	-4,41	--	-5,44	--	% días / década

12	<b>Noches Calientes</b>	<b>4,3</b>	<b>++</b>	<b>1,82</b>	<b>+</b>	<b>% días / década</b>
13	<b>Días calientes</b>	<b>2,01</b>	<b>+</b>	<b>16,39</b>	<b>+++</b>	<b>% días / década</b>
14	<b>Temporada cálida</b>	<b>4,57</b>	<b>+</b>	<b>42,7</b>	<b>+++</b>	<b>Días / década</b>
16	<b>Rango promedio</b>	<b>0,03</b>	<b>-</b>	<b>0,61</b>	<b>+++</b>	<b>°C / década</b>
ETR	<b>Rango máximo</b>	<b>-0,06</b>	<b>-</b>	<b>0,43</b>	<b>+++</b>	<b>°C / década</b>
MEDIA	<b>T. Media</b>	<b>0,17</b>	<b>+</b>	<b>0,3</b>	<b>++</b>	<b>°C / década</b>

\* x: Sin tendencia, -: Disminución leve, --: Disminución fuerte, ---: Disminución muy fuerte, +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte, +++:Aumento muy fuerte comparado con la CSRL.

**Tabla Tasas de cambio en los indicadores antes y después del 2000, en la UIS.**

TASA DE CAMBIO EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						
#	INDICADOR	BAS E	SÍMBOL O	ESTUDI O	SÍMBOL O	Unidades
4	Noches verano	39,7	+++	32,6	+++	Días / década
6	Máx. T. diurna	-0,32	--	0,72	+++	°C / década
7	Máx. T. nocturna	0,25	++	0,27	++	°C / década
8	Mín. T. diurna	1,56	+++	-1,28	---	°C / década
9	Mín. T.	0,59	+++	0,65	+++	°C / década

nocturna						
10	Noches frías	0,24	+	-0,56	-	% días / década
11	Días fríos	- 10,99	---	-0,17	-	% días / década
12	Noches Calientes	7,71	+++	10,29	+++	% días / década
13	Días calientes	4,96	++	13,13	+++	% días / década
14	Temporada cálida	10,26	++	13,4	++	Días / década
ETR	Rango máximo	-0,53	---	-0,02	-	°C / década
MEDIA	T. Media	0,45	---	0,2	++	°C / década

\* x: Sin tendencia, -: Disminución leve, - -: Disminución fuerte, - - -: Disminución muy fuerte, +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte, +++:Aumento muy fuerte comparado con la CSRL.

**Tabla Tasas de cambio en los indicadores antes y después del 2000, en Llano Grande.**

TASA DE CAMBIO EN LLANO GRANDE						
#	INDICADOR	BAS E	SÍMBOL O	ESTUDI O	SÍMBOL O	Unidades
6	Máy. T. diurna	0,04	+	0,26	++	°C / década
7	Máy. T. nocturna	-0,07	-	0,41	+++	°C / década
8	Mín. T. diurna	0,54	+++	-1,52	---	°C / década
9	Mín. T.	0,39	+++	0,47	+++	°C / década

nocturna						
10	Noches frías	2,69	+	-0,17	-	% días / década
12	Noches Calientes	-9,61	---	2,26	+	% días / década
13	Días calientes	0,16	+	3,44	++	% días / década
14	Temporada cálida	3,5	+	24,8	+++	Días / década
15	Temporada Fría	7,53	+	4,87	+	Días / década
16	Rango promedio	0,16	+	0,19	++	°C / década
ETR	Rango máximo	-0,1	-	-0,3	--	°C / década
MEDI A	T. Media	0,69	+++	-0,77	---	°C / década

\* x: Sin tendencia, -: Disminución leve, - -: Disminución fuerte, -- -: Disminución muy fuerte, +: Aumento leve, ++: Aumento fuerte, +++: Aumento muy fuerte comparado con la CSRL.

Las tendencias calificadas cualitativamente ordenas por las agrupaciones (numeral 3.5) son:

**Tabla Comparación de tendencias por agrupaciones, en Berlín.**

Berlín				
Grupo	#	INDICADOR	P. BASE	P. ESTUDIO
Aa	6	Máx. T. diurna	++	-
	8	Mín. T. diurna	-	---
	13	Días calientes	+	---

	14	Temporada cálida	+	--
Bb	10	Noches frías	-	-
Ab	11	Días fríos	--	+++
Ba	7	Máx. T. nocturna	-	--
	9	Mín. T. nocturna	+++	+++
	12	Noches Calientes	+	+++
C	16	Rango promedio	+	---
	ETR	Rango máximo	-	---
	MEDIA	T. Media	-	+

\* x: Sin tendencia, -: Disminución leve, --: Disminución fuerte, ---: Disminución muy fuerte, +: Aumento leve, ++: Aumento fuerte, +++: Aumento muy fuerte comparado con la CSRL. P: Periodo, T: Temperatura, **Periodo con mayor aporte.**

**Tabla Comparación de tendencias por agrupaciones, en Vivero Suratá.**

Vivero Suratá				
Grupo	#	INDICADOR	P. BASE	P. ESTUDIO
Aa	2	Días verano	---	+++
	6	Máx. T. diurna	--	-
	13	Días calientes	---	+++
	14	Temporada cálida	--	+++
Ba	7	Máx. T. nocturna	--	+++
	9	Mín. T. nocturna	+++	+++
	12	Noches Calientes	--	+++
Bb	10	Noches frías	-	-
	15	Temporada Fría	+	+
C	16	Rango promedio	---	++
	ETR	Rango máximo	---	---
	MEDIA	T. Media	--	+++

\* x: Sin tendencia, -: Disminución leve, --: Disminución fuerte, ---: Disminución muy fuerte, +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte, +++:Aumento muy fuerte comparado con la CSRL. P: Periodo, T: Temperatura, **Periodo con mayor aporte.**

**Tabla Comparación de tendencias por agrupaciones, en Apto Palonegro.**

<b>Apto Palonegro</b>				
<b>Grupo</b>	<b>#</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>P. BASE</b>	<b>P. ESTUDIO</b>
Aa	2	Días verano	+++	+++
	6	Máx. T. diurna	++	+++
	8	Mín. T. diurna	++	+
	13	Días calientes	+	+++
	14	Temporada cálida	+	+++
Ab	11	Días fríos	--	--
Ba	7	Máx. T. nocturna	-	+
	9	Mín. T. nocturna	+	x
	12	Noches Calientes	++	+
Bb	10	Noches frías	--	-
C	16	Rango promedio	-	+++
	ETR	Rango máximo	-	+++
	MEDIA	T. Media	+	++

\* x: Sin tendencia, -: Disminución leve, --: Disminución fuerte, ---: Disminución muy fuerte, +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte, +++:Aumento muy fuerte comparado con la CSRL. P: Periodo, T: Temperatura, **Periodo con mayor aporte.**

**Tabla Comparación de tendencias por agrupaciones, en la UIS.**

UIS				
Grupo	#	INDICADOR	P. BASE	P. ESTUDIO
Aa	6	Máx. T. diurna	--	+++
	8	Mín. T. diurna	+++	---
	13	Días calientes	++	+++
	14	Temporada cálida	++	++
Ab	11	Días fríos	---	-
Ba	4	Noches verano	+++	+++
	7	Máx. T. nocturna	++	++
	9	Mín. T. nocturna	+++	+++
	12	Noches Calientes	+++	+++
Bb	10	Noches frías	+	-
C	ETR	Rango máximo	---	-
	MEDIA	T. Media	---	++

\* x: Sin tendencia, -: Disminución leve, --: Disminución fuerte, ---: Disminución muy fuerte, +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte, +++:Aumento muy fuerte comparado con la CSRL. P: Periodo, T: Temperatura, **Periodo con mayor aporte.**

**Tabla Comparación de tendencias por agrupaciones, en Llano Grande.**

Llano Grande				
Grupo	#	INDICADOR	P. BASE	P. ESTUDIO
Aa	6	Máx. T. diurna	+	++
	8	Mín. T. diurna	+++	---
	13	Días calientes	+	++
	14	Temporada cálida	+	+++
Ba	7	Máx. T. nocturna	-	+++
	9	Mín. T. nocturna	+++	+++
	12	Noches Calientes	---	+

Bb	10	Noches frías	+	-
	15	Temporada Fría	+	+
C	16	Rango promedio	+	++
	ETR	Rango máximo	-	--
	MEDIA	T. Media	+++	---

\* x: Sin tendencia, -: Disminución leve, --: Disminución fuerte, ---: Disminución muy fuerte, +:Aumento leve, ++:Aumento fuerte, +++:Aumento muy fuerte comparado con la CSRL. P: Periodo, T: Temperatura, **Periodo con mayor aporte.**

Resumido en una tabla por agrupaciones, lo aportes más significativo se han dado:

**Tabla Cuadro resumen del principal aporte a la tendencia global en los grupos.**

	Berlín	Vivero Suratá	Apto Palonegro	UIS	Llano Grande
GRUPO	Mayor aporte				
<b>Aa</b>	Antes	Después	Después	Después	Después
<b>Ab</b>	Antes	x	Igual	Antes	x
<b>Ba</b>	Después	Después	Antes	Después	Antes
<b>Bb</b>	x	Igual	Igual	Igual	Después
<b>C</b>	Después	Después	Después	Base	Estudio

\*C: solo considera los indicadores de rango