



TEKOHA HA
AKÁRAPUÁ KATUIRÁ
Motenondcha
Ministerio del
AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE



TEKOATY HA MBA' EREREKOPY
AKÁRAPU' ÁRÁ RAPE' APO
Sambopyha
Secretaría
TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN
DEL DESARROLLO ECONÓMICO
Y SOCIAL

Fundación
Avina

TETÁ REKUÁI
GOBIERNO NACIONAL

EVIDENCIAS CIENTÍFICAS E IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

EN EL DEPARTAMENTO DE

SAN PEDRO

Autores

Benjamín Grassi
Fabricio Vázquez
Raquel Rodríguez

Producción general

Ulises Lovera Gaona, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
Nora Clotilde Páez Ortiz, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible

Jorge González, Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social
Briham Piñáñez, Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social
Jéssica Servín, Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social
Mabel Cubilla, Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social

Andrea Rodríguez, Fundación Avina
Eduardo Rotela, Fundación Avina
Paula Burt, Fundación Avina
Paula Ellinger, Fundación Avina
Virginia Scardamaglia, Fundación Avina

Maquetación

Nathalia Rojas Balsevich

Aprobación del reporte por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible Agosto 2020

Se permite la reproducción total o parcial del contenido de esta publicación para propósitos académicos o sin fines de lucro, siempre y cuando la fuente sea citada inequívocamente.

Para citar la fuente

Grassi, B., Vázquez, F. y Rodríguez, R. 2020: Evidencias científicas e impactos económicos del cambio climático en el departamento de San Pedro. MADES-STP. Asunción, Paraguay.



TEKOHA HÁ
AKÁRAPU'Á KATUIRÁ
Motenondcha
Ministerio del
AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE



TEKOATY HÁ MBA' EREREKOPY
AKÁRAPU' ÁRÁ RAPE' APO
Sámbytyha
Secretaría
TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN
DEL DESARROLLO ECONÓMICO
Y SOCIAL

Fundación
Avina

TETÃ REKUÁI
GOBIERNO NACIONAL

EVIDENCIAS CIENTÍFICAS E IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

EN EL DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO

Consultores

Benjamín Grassi
Fabrizio Vázquez
Raquel Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

A las personas que aportaron mucho profesionalismo a este trabajo; Lic. Diana Benítez (FPUNA), Lic. Sergio Méndez (IB), Lic. Héctor López (DINAC), Lic. Alcides Domínguez (FPUNA), Ana Jara (SEN) y Arnaldo Rodríguez, entre otros. A la Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH) de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC) por facilitar los datos meteorológicos que hicieron posible este estudio, como así también a la ITAIPÚ Binacional y al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), a la Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP) por facilitar los datos hidrométricos. A la Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social (STP), a la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC) del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) y a la Fundación Avina por la confianza y el soporte necesario.

El estudio *Evidencias científicas e impactos económicos del cambio climático en el departamento de San Pedro* fue realizado en el marco del proyecto “Fortaleciendo el rol de los Consejos Locales de Desarrollo para contribuir a la implementación de las NDC y el acceso a finanzas climáticas,” financiado por el Fondo Verde para el Clima, implementado por Fundación Avina y ejecutado en coordinación con la Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social, y la Dirección Nacional de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible.

ÍNDICE

Agradecimientos	4
Índice	5
Siglas y abreviaturas	6
Resumen	7
Summary	8
Introducción	9
Marco Metodológico	10
1. Ubicación Geográfica	12
2. Características Biofísicas	13
3. Caracterización Climática	15
3.1. Temperatura	17
3.2. Heladas	19
3.3. Precipitación	20
4. Evidencias científicas del cambio climático	23
4.1. Temperatura	23
4.2. Olas de calor	25
4.3. Sequías	27
4.4. Heladas	33
4.5. Precipitación	35
5. Situación Socioeconómica y Vulnerabilidad Climática	42
5.1. Demografía	42
5.2. Infraestructuras y transportes	43
5.3. Empleo, pobreza e ingresos	45
5.4. Programas sociales	48
5.5. Economía y producción	49
6. Impactos Económicos del Cambio Climático	56
Conclusiones	60
Recomendaciones	61
Bibliografía	62

SIGLAS Y ABREVIATURAS

°C	Grado Celsius
BCP	Banco Central del Paraguay
DGEEC	Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos
DINAC	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil
DMH	Dirección de Meteorología e Hidrología
ENOS	El Niño Oscilación del Sur
hPa	hecto Pascal
LI	Líneas de inestabilidad
m	metro
MADES	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
mm	milímetro
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PAC	Plan de Acción Climática
PIB	Producto Interno Bruto
SAS	Secretaría de Acción Social
SCM	Sistemas Convectivos de Mesoescala
SENACSA	Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal
SIMA	Servicio de Información de Mercados Agropecuarios
SPI	Índice Estandarizado de la Precipitación
STP	Secretaría Técnica de Planificación
TRMM	Tropical Rainfall Measurement Mission
TUC	Tiempo Universal Coordinado

RESUMEN

Las concentraciones de gases de efecto invernadero, en particular el dióxido de carbono (CO₂), continúan aumentando y la temperatura media global de la Tierra del año 2019 estuvo 1,1 °C sobre los promedios de la temperatura del período industrial 1850-1900 estimados, siendo el segundo año más caliente después del año 2016.

El calentamiento global de origen antrópico tuvo su impacto en el Paraguay y en cada uno de los departamentos que lo conforman. Este informe revela algunos cambios que han acontecido en el clima del departamento de San Pedro desde el año 1990 de los que se cuentan con registros meteorológicos hasta el presente. Uno de los resultados concluye que la temperatura media anual se encuentra en aumento y que el año 2019 fue uno de los 4 años más calientes en el departamento de San Pedro en el período 2009-2019, también se ha observado la intensificación de las tormentas que causan eventos hidrológicos extremos inundando grandes partes del territorio a través de su vasta red hidrográfica, los eventos extremos de olas de calor han aumentado considerablemente en las últimas 3 décadas, las sequías se han vuelto cada vez más extremas y, las heladas, a pesar de ser menos intensas que en décadas pasadas, continúan causando daños al sector productivo.

La población del departamento es de casi 430.000 personas, de las cuales más de la mitad reside en las zonas rurales y por lo tanto sus actividades se vinculan al sector agropecuario. Más del 36% de la población se encuentra en situación de pobreza, especialmente la situada en las zonas rurales. Para responder a esta condición, más de 40.000 personas se benefician de programas sociales (Tekoporã y Adultos Mayores). Las actividades productivas más importantes son la agricultura y la ganadería. Los cultivos de soja, maíz, mandioca y sésamo son los de mayor relevancia. Varios de estos productos son industrializados en el departamento. La ganadería es otro pilar de la economía del departamento; aunque en los últimos años la cantidad de cabezas ha disminuido, aún se dispone de más de 1,2 millones de cabezas. Los mayores impactos del Cambio Climático afectan a la agricultura y la ganadería, a causa de las sequías, en los dos últimos eventos de mayor trascendencia, en 2009 y 2012, los cultivos de soja, maíz, sésamo, mandioca y poroto experimentaron pérdidas por más de 220 millones de dólares. Las inundaciones afectaron fundamentalmente a la ganadería en los años 2014 y 2016, con pérdidas de al menos 110 millones de dólares. Los sectores de comercio, servicio e industrias también se han visto impactados, aunque con menor intensidad (no se disponen de datos ni de estimaciones sobre las pérdidas en estos sectores). Las respuestas de políticas públicas tradicionalmente han sido paliativas, privilegiando los aspectos sociales.

SUMMARY

The concentrations of greenhouse gases, particularly carbon dioxide (CO₂) continue to increase and the global average temperature of the Earth in 2019 was 1.1 °C above the average estimated temperatures of the industrial period (1850-1900), being the second hottest year after 2016.

The global warming caused by anthropic origin had its impact in Paraguay and in each one of its departments. This report reveals some changes that have taken place in the climate of the department of San Pedro since 1990 of which there are meteorological records until today. One of the results concludes that the average annual temperature is increasing and that the year 2019 was one of the 4 hottest years in the department during the period 1009-2019. The intensification of the storms that cause extreme hydrological events has also been observed, flooding large parts of the territory through its vast hydrographic network. Extreme heat wave events have increased considerably over the last 3 decades, droughts have become increasingly extreme, and frosts, although less intense than in past decades, continue to cause damage to the productive sector.

The population of the department is almost 430,000 people, of which more than half reside in rural areas and whose activities are therefore linked to the agricultural sector. More than 36% of the population is in a situation of poverty, especially in the rural areas. As an answer to this, more than 40,000 people benefit from social programs (Tekopora and Adultos Mayores).

The most important productive activities are agriculture and cattle raising. Soybean, corn, cassava(mandioca) and sesame crops are the most important. Several of these products are industrialized in the department. Cattle raising is another pillar of the economy of San Pedro. Although in recent years the number of heads has decreased, there are still more than 1.2 million of them. The greatest impacts of Climate Change are felt in this activities due to droughts. In the last two major events, in 2009 and 2012, soybean, corn, sesame, cassava(mandioca) and bean crops experienced losses of more than US\$220 million. Floods mainly affected livestock in 2014 and 2016, with losses of at least US\$110 million.

The trade, service and industry sectors were also affected, although with less intensity (data and estimates of losses in these sectors are not available). Public policy responses have traditionally been palliative, giving priority to social aspects.

INTRODUCCIÓN

La República del Paraguay posee una economía bastante dependiente de la agricultura y de la ganadería, condición que la hace altamente vulnerable a las condiciones climáticas¹; un cambio en las condiciones normales del clima y de los apartamientos correspondientes de la variabilidad climática implicaría enfrentar situaciones desconocidas y con resultados inciertos. El cambio climático está en marcha desde hace décadas, quizá siglos, por lo que este estudio propone una línea de base, con el objetivo de comprender y valorizar cómo los diferentes sectores económicos y sociales del departamento de San Pedro han sido afectados por el mismo hasta el presente.

El Estado paraguayo promueve y apoya la investigación científica, climática y socioeconómica con el propósito de facilitar la comprensión de los efectos, la magnitud y la distribución cronológica del cambio climático, y de las consecuencias económicas y sociales, así como lo establece la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático².

A partir del compromiso asumido como país donde se reconoce la necesidad de una respuesta progresiva y eficaz a la amenaza apremiante del cambio climático³, sobre la base de los mejores conocimientos científicos disponibles, la Fundación Avina, junto con el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) y la Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social (STP), con el apoyo de los fondos del Fondo Verde para el Clima (GCF, siglas en inglés) encomendaron el trabajo denominado “Estudios climáticos de base científica y económica” bajo el proyecto Readiness del Fondo Verde para el Clima “Fortaleciendo el rol de los Consejos Locales de Desarrollo para contribuir a la implementación de las NDC y el acceso a finanzas climáticas” para obtener resultados que sirvan de herramienta para la toma de decisiones en materia de cambio climático y para apoyar la implementación de políticas climáticas que busquen mejorar la calidad de vida de los paraguayos.

Este es un estudio de caracterización climática y socioeconómica del departamento de San Pedro, que forma parte de un estudio que contempla el “Estado del Clima Paraguay 2019” y otros estudios climáticos y económicos, como este, para los departamentos de Alto Paraná, Cordillera, Guairá, Caaguazú y Paraguari.

Se describen las características climáticas del departamento, en términos de temperaturas medias y extremas, y precipitación total mensual y extremas del período 1990-2019 (30 años), de una manera sintética, pero concisa. Se presentan claramente los principales efectos del cambio climático en el departamento, con datos de la estación meteorológica de San Pedro del Ycuamandyyú (1994-2019) (26 años) y San Estanislao (1990-2019) (30 años), donde son observados los cambios en los patrones de la temperatura y precipitación, como así también fenómenos climáticos como olas de calor, sequías, tormentas severas e inundaciones. El análisis se basa en los datos de ambas estaciones meteorológicas, sin embargo, en algunos casos del análisis climatológico se presentan solamente los datos meteorológicos de San Estanislao, por tener esta estación meteorológica una serie más larga de datos (30 años) y menos datos faltantes en la serie histórica, hecho que a veces complica la obtención de resultados coherentes.

Se presentan también las características socioeconómicas del departamento, tales como la estructura de la población y otras variables sociodemográficas. Se observa que las actividades económicas del departamento de San Pedro son principalmente del sector primario (agricultura y ganadería), la industria y el comercio están ligados al sector primario (agricultura y ganadería) y por lo tanto también se encuentran afectados por el cambio climático.

1 La economía del cambio climático en el Paraguay, CEPAL.

2 Ley 251/93.

3 Ley 5681/16.

MARCO METODOLÓGICO

El estudio climático se inicia con una reunión con el staff directivo y técnico de la Dirección Nacional de Meteorología e Hidrología (DMH) de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC), a fin de informar acerca del carácter de los estudios climáticos a ser llevados adelante y solicitar formalmente la provisión de los datos climáticos necesarios. Los mismos fueron proveídos sin mayores inconvenientes en planillas electrónicas Excel, también fueron solicitados los metadatos de que dispone la institución a fin de conocer más acerca de la calidad de los datos para su correcto tratamiento.

Los datos proveídos por la DMH (DINAC) fueron los siguientes:

- Temperatura media mensual (°C)
- Temperatura mínima media mensual (°C)
- Temperatura máxima media mensual (°C)
- Temperatura mínima extrema mensual (°C)
- Temperatura máxima extrema mensual (°C)
- Precipitación media mensual (mm)
- Precipitación diaria máxima mensual (mm)

Los parámetros de temperatura y precipitación anual fueron calculados a partir de los datos mensuales proveídos.

Como referencia de datos pluviométricos se utilizó el mapa de “Precipitación anual media en Paraguay”, período 1971-2000 de la Facultad Politécnica, UNA (Grassi, 2005), siendo este un documento disponible sobre normales climatológicas de precipitación.

En general, para la caracterización climática de los estudios departamentales se optó, en caso de estar disponible, por los datos del período 1971-2000 a fin de ser comparable con la información del mapa mencionado en el párrafo anterior. Este período de 30 años es considerado normal climatológico⁴. Para los análisis de impactos físicos del cambio climático se utilizó el período normal climatológico estándar⁵ 1961-1990 (OMM, 2019), salvo que el mismo no esté disponible para el departamento, por falta de datos meteorológicos históricos.

4 Medias periódicas calculadas para un período uniforme y relativamente largo que comprende por lo menos 3 períodos consecutivos de 10 años.

5 Históricamente, las normales climatológicas estándares se calculaban cada 30 años por períodos de 30 años (1901-1930, 1931-1960, 1961-1990, 1991-2020 (próximo)), actualmente se considera también al período 1981-2010. El período 1961-1990 se mantiene como estándar de referencia para evaluaciones de largo plazo del cambio climático.

Para la caracterización climática se utilizó la temperatura media calculada como un promedio de 4 horarios fijos de observación meteorológica (00, 09, 12, y 18 UTC)⁷, siendo este el método adoptado y publicado por la DINAC, este método permite una buena aproximación a la media verdadera, pero no tiene una aplicación universal, cambiando los horarios de cálculo cambia el valor de la media, entonces se dificulta su comparación con medias calculadas en otros países que podrían estar utilizando otros horarios. Por este motivo, para los estudios de largo plazo del cambio climático se utilizó la temperatura media calculada como un promedio entre la temperatura mínima diaria y la temperatura máxima diaria (2 observaciones diarias), este método es el recomendable por la OMM en el caso de estudios de cambio climático, por la buena representatividad estadística del elemento climático, la facilidad del cálculo, la minimización de errores y permitir la comparación de este parámetro con los valores calculados por este método en cualquier otra parte del mundo (OMM, 2018).

Se analizaron las heladas meteorológicas, definidas como aquellas que ocurren cuando la temperatura del aire llega a ser igual o menor 0 °C, medido en casilla meteorológica a una altura entre 1,5 m y 2,0 m. No se analizaron las heladas agronómicas⁸.

El análisis del impacto económico incluyó dos fases. La primera fue la identificación de eventos climáticos extremos en cada uno de los departamentos, proveniente de los informes climáticos específicos. En un segundo momento y en función a los resultados climáticos de sequías, heladas e inundaciones ocurridas, se exploró la existencia de variaciones en los niveles de producción de los posibles rubros agrícolas y pecuarios. Previamente se identificaron los rubros agrícolas y ganaderos más importantes en términos de superficie utilizada y valor de la producción.

De esta forma se seleccionaron los eventos climáticos extremos que afectaron a cultivos específicos en los diferentes años. Posteriormente se calculó la disminución de la producción debido al evento climático, utilizándose para el efecto las estadísticas oficiales del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), restando la cantidad producida en año o periodo del evento de la producción promedio de los años anteriores. Seguidamente se valorizó la pérdida de producción, multiplicando esta por el precio de mercados de los productos en cada año. Finalmente, la cifra de pérdidas totales en guaraníes se pasó a dólares corrientes de cada año, según la cotización referencial del Banco Central del Paraguay (BCP). De esta forma se logró calcular las pérdidas agrícolas de los rubros más importantes y de los eventos climáticos que con mayor intensidad afectaron a los distintos rubros agrícolas.

Con la producción ganadera, específicamente bovina, se utilizó el mismo mecanismo. Se identificaron las pérdidas de cabezas en cada uno de los departamentos y se las asoció al evento climático correspondiente. Finalmente se valorizó la pérdida de cabeza mediante la multiplicación de esta por el valor unitario para el año y periodo analizado. En este caso se movilizó estadística del Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA).

Se realizaron entrevistas a profundidad complementarias a informantes claves en todos los departamentos, que conforman este estudio, específicamente a los técnicos del MAG.

6 Tiempo universal coordinado, siglas intermedio entre la versión inglesa y la francesa (hora local UTC-4 para horario de invierno y UTC-3 para horario de verano).

7 Método utilizado a partir del año 1971, para años anteriores al 1971 se utilizaban solo 3 observaciones horarias (00, 12 y 18 UTC).

8 Ocurre cuando la temperatura del aire llega a ser igual o menor a 0 °C registrado por termómetro ubicado a la intemperie y a 5 cm sobre el nivel del suelo.

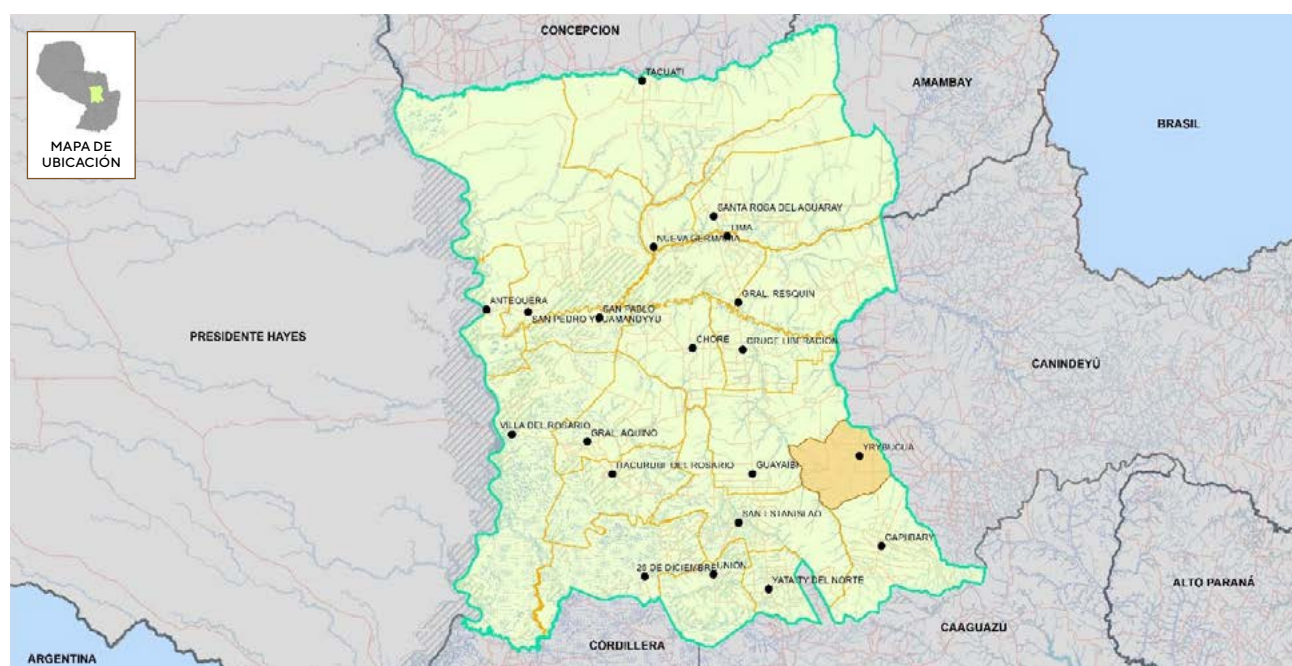
1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El departamento de San Pedro se localiza en la Región Oriental del Paraguay, entre los paralelos 23° 20' y 25° 00' de latitud sur y los meridianos 55° 45' y 57° 30' de longitud oeste; es el departamento más extenso de esta región, con un área total de 20.002 km², su capital es San Pedro del Ycuamandyyú.

Limita al norte con los departamentos de Concepción y Amambay, al este con Amambay y Canindeyú, al sur con Caaguazú y Cordillera y al oeste con Presidente Hayes en la Región Occidental, separada por el río Paraguay.

El departamento de San Pedro se divide en 21 distritos que son los siguientes: Antequera, Capiibary, Choré, General Elizardo Aquino, General Isidoro Resquín, Guayabí, Itacurubí del Rosario, Liberación, Lima, Nueva Germania, San Estanislao, San Pablo, San Pedro, Santa Rosa del Aguaray, Tacuatí, Unión, 25 de Diciembre, Villa del Rosario, Yataity del Norte, Yrybcuá y San Vicente Pancholo.

Figura 1. Mapa de ubicación del departamento de San Pedro.



Fuente: Elaboración propia.

Referencias

- Ciudades
- Cauce Hídrico
- Rutas, caminos
- Departamentos
- San Pedro
- Distritos de San Pedro
- Distritos comprendidos por el proyecto
- Lagos
- Esteros
- Terreno inundable
- Países limítrofes

2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

San Pedro presenta dos zonas geográficas diferentes, la del Litoral del Paraguay que son tierras bajas en las que existen esteros, bañados y lagunas; y la del este con terrenos altos y boscosos.

El terreno del este se caracteriza por tierras altas, de 300-320 metros sobre el nivel del mar, constituidas por dunas atravesadas por un sistema de drenaje que forman lomadas largas con declives menores al 20%. Estas lomadas descienden gradualmente hacia el río Paraguay, llegando a planicies aluviales ocupadas por sedimentos recientes, en una amplia faja paralela al río, con alturas que llegan a los 80 o 100 metros sobre el nivel del mar.

La sierra de San Joaquín se encuentra en el límite con el departamento de Caaguazú; así como otros cerros como Curuzú, Corazón, Aguaray, Noviretá, Guaviray y el San Miguel. El Cerro Dos de Oro, en Capiibary es también una importante elevación en San Pedro.

El río Paraguay es el caudal hídrico más importante de San Pedro y bordea toda la zona oeste del departamento y lo separa de la Región Occidental. Otros ríos de importancia son el Ypané y el Jejuí Guazú con sus afluentes el Aguaray Guazú y el Aguaraymí; el Cuarepotí que con el Manduvirá en su extremo sur, desaguan en el río Paraguay.

San Pedro cuenta con importantes esteros o grandes humedales como el Piripucú, San Antonio, Yetyty, Tapiracuai, los bañados de Aguaracatí y las lagunas Vera y Blanca. Existen además numerosos arroyos que los alimentan.

Los principales suelos formados en las tierras altas son propios del ambiente subtropical húmedo, de textura arenosa franca, sumamente susceptible a la erosión y están formados básicamente por areniscas, tillitas, lutitas. El 62% del suelo es apto para la agricultura (MAG, 1995).

De acuerdo a la Resolución SEAM N° 614 del año 2013, el departamento de San Pedro abarca las ecorregiones de Amambay, Selva Central, Litoral Central y una pequeña porción del territorio se encuentra en la ecorregión Aquidabán. (Figura 2).

Figura 2. Mapa de ecorregión del Paraguay. Fuente: Resolución SEAM 614/13.



Fuente: Elaboración propia.

3. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

El departamento de San Pedro se encuentra en el norte de la Región Oriental del Paraguay, la circulación general de la atmósfera la ubica en zona de dominio del borde occidental anticiclón subtropical del Atlántico sur; así, es bañado por vientos cálidos y húmedos procedentes del océano Atlántico, en la mayor parte del año, a través de los vientos dominantes del noreste. Según Köppen (1936)⁹, el clima del departamento se puede subdividir en dos, el extremo noroccidental del departamento, lindante con Concepción y con Presidente Hayes tiene un clima tropical de sabana (Aw) con invierno seco, mientras que el centro y sureste tiene un clima templado subhúmedo (Cwa) con invierno seco y verano caliente. Durante el invierno, es frecuente la invasión de aire frío subpolar, a través de los vientos del sur, que hace descender considerablemente la temperatura del aire, hasta producir heladas en ciertas ocasiones.

El departamento de San Pedro cuenta con 2 estaciones meteorológicas operadas por la DINAC¹⁰ en su territorio (Figura 3), de largo funcionamiento y apropiadas para estudios climáticos, una de ellas, ubicada en la capital, San Pedro del Ycuamandyyú y la otra, ubicada en San Estanislao. Es uno de los departamentos más extensos de la Región Oriental del Paraguay. Su topografía presenta un suave declive de este a oeste, surcado por el río Jejuí y sus afluentes que drenan sus aguas al río Paraguay. Por su dimensión territorial, los datos climáticos de las estaciones meteorológicas mencionadas representan al departamento apropiadamente, pero puede tener limitaciones de representar adecuadamente la parte nororiental del departamento. En años anteriores también funcionó una estación meteorológica en Puerto Antequera, hoy discontinuada. Es de destacar que a partir del año 2012, se han instalado en el departamento de San Pedro una serie de estaciones meteorológicas de apoyo al sector productivo administradas por la FECOPROD¹¹, la longitud de los datos tienen aún pocos años como para intentar una caracterización climática.

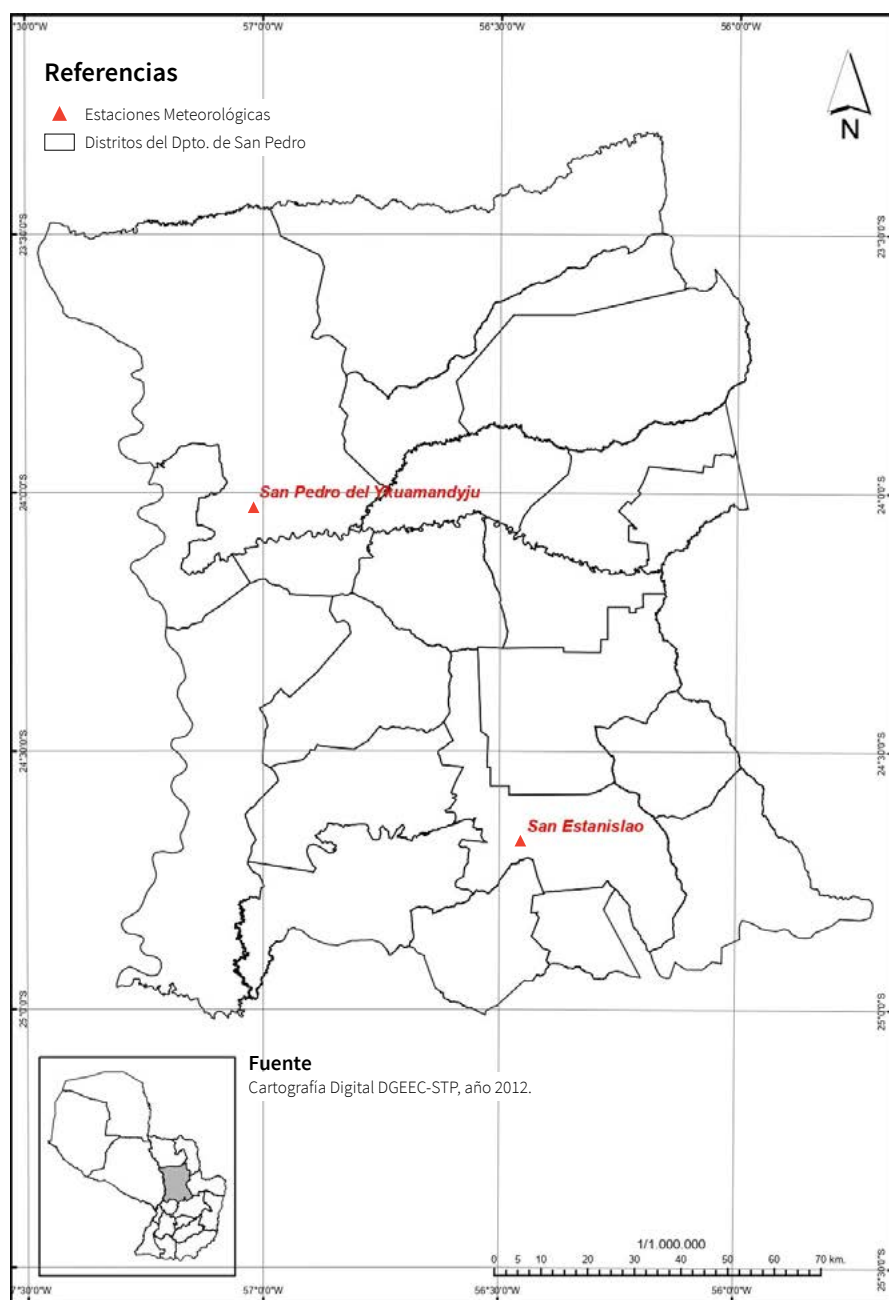
En el Cuadro 1 se pueden observar datos relacionados a las estaciones meteorológicas del departamento de San Pedro, como su ubicación geográfica y el periodo de datos existente. El registro de datos meteorológicos se inicia en el año 1975 y persiste hasta la fecha, aunque la falta de continuidad en las observaciones meteorológicas dificulta encontrar una estación climatológica de referencia en el departamento. El organismo responsable de la operación de las estaciones mencionadas es la DINAC.

9 http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1936.pdf

10 Dirección Nacional de Aeronáutica Civil

11 Federación de Cooperativas de la Producción

Figura 3. Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas de San Pedro del Ycuamandyyú y de San Estanislao, departamento de San Pedro.



Cuadro 1. Datos de estaciones meteorológicas ubicadas en el departamento de San Pedro.

ESTACIÓN	LAT. (S)	LONG. (O)	ELEV. (M)	DESDE	HASTA	CANT. (A)
SAN PEDRO DEL YCUAMANDYÚ	24,06	57,08	64	1994	2019	26 ¹²
SAN ESTANISLAO	24,67	56,43	190	1990	2019	30 ¹³

Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

12 Con interrupciones en el periodo. Se utilizó el período 1994-2019

13 Con varias interrupciones en el período 1975-1989. Se optó por utilizar el período 1990-2019

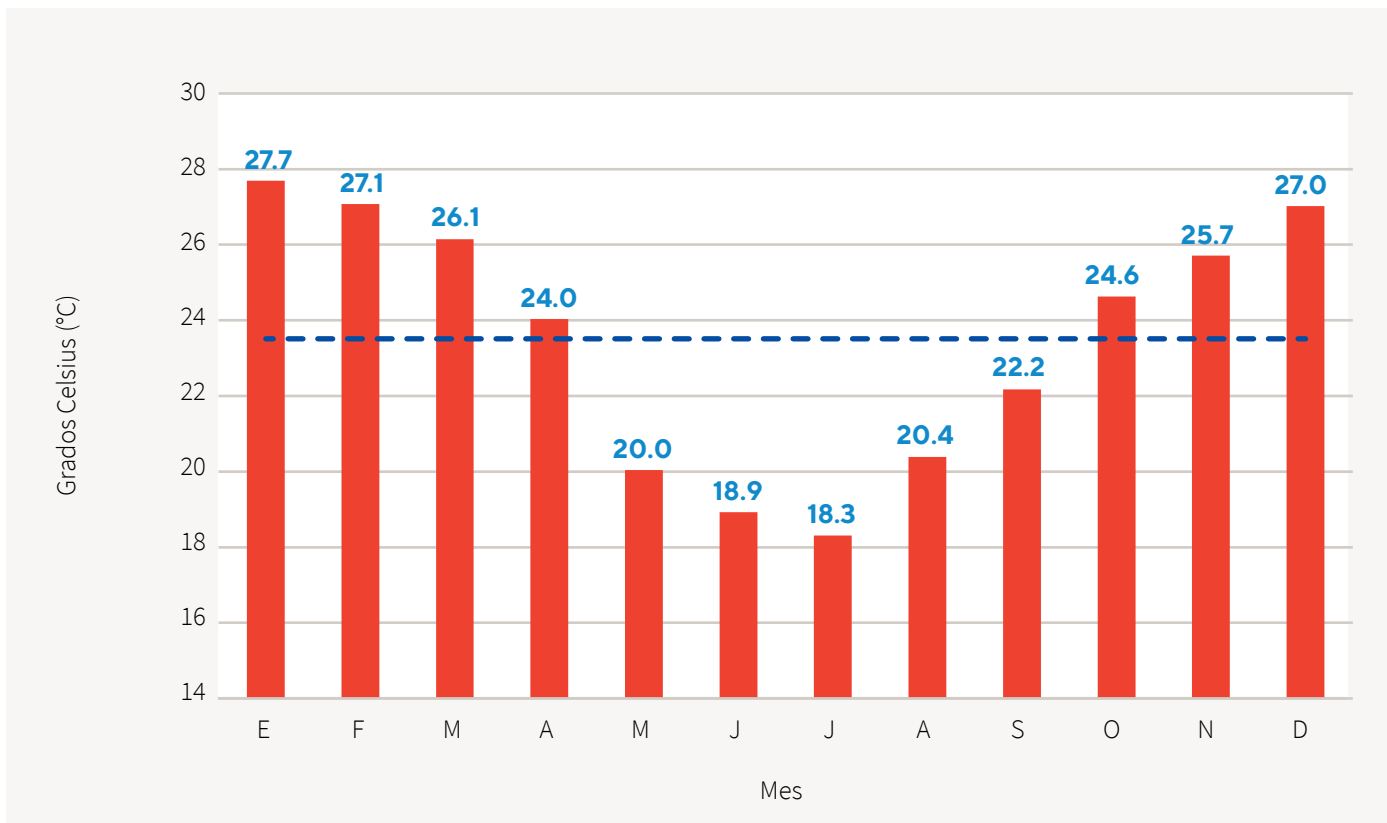
Por encontrarse un poco al sur del trópico de Capricornio, el Sol en su recorrido se aproxima una sola vez al año al zenit, esto hace que el régimen de radiación solar presente un máximo en verano y un mínimo en invierno y este hecho se refleja directamente en el régimen de temperatura que consecuentemente presenta una onda simple durante el año o sea un máximo y un mínimo.

En este estudio se considera verano a los meses de diciembre, enero y febrero; otoño a los meses de marzo, abril y mayo; invierno a los meses de junio, julio y agosto y primavera a los meses de setiembre, octubre y noviembre.

3.1. TEMPERATURA

El departamento de San Pedro presenta una variación de temperaturas mensuales muy importante, con mínimos marcados en invierno y máximos marcados en verano. Según los datos disponibles de la estación meteorológica de San Estanislao, período 1990-2019, enero es el mes más caliente con una temperatura media de 27,7 °C, seguido, por los otros meses del verano, diciembre y febrero, 27,1 °C y 27,0 °C, respectivamente, mientras que julio es el mes más frío con una temperatura media de 18,3 °C, seguido de junio con 18,9 °C (Gráfico 1). La amplitud térmica anual media (diferencia de la temperatura media del mes más caliente y del mes más frío) es de 9,4 °C).

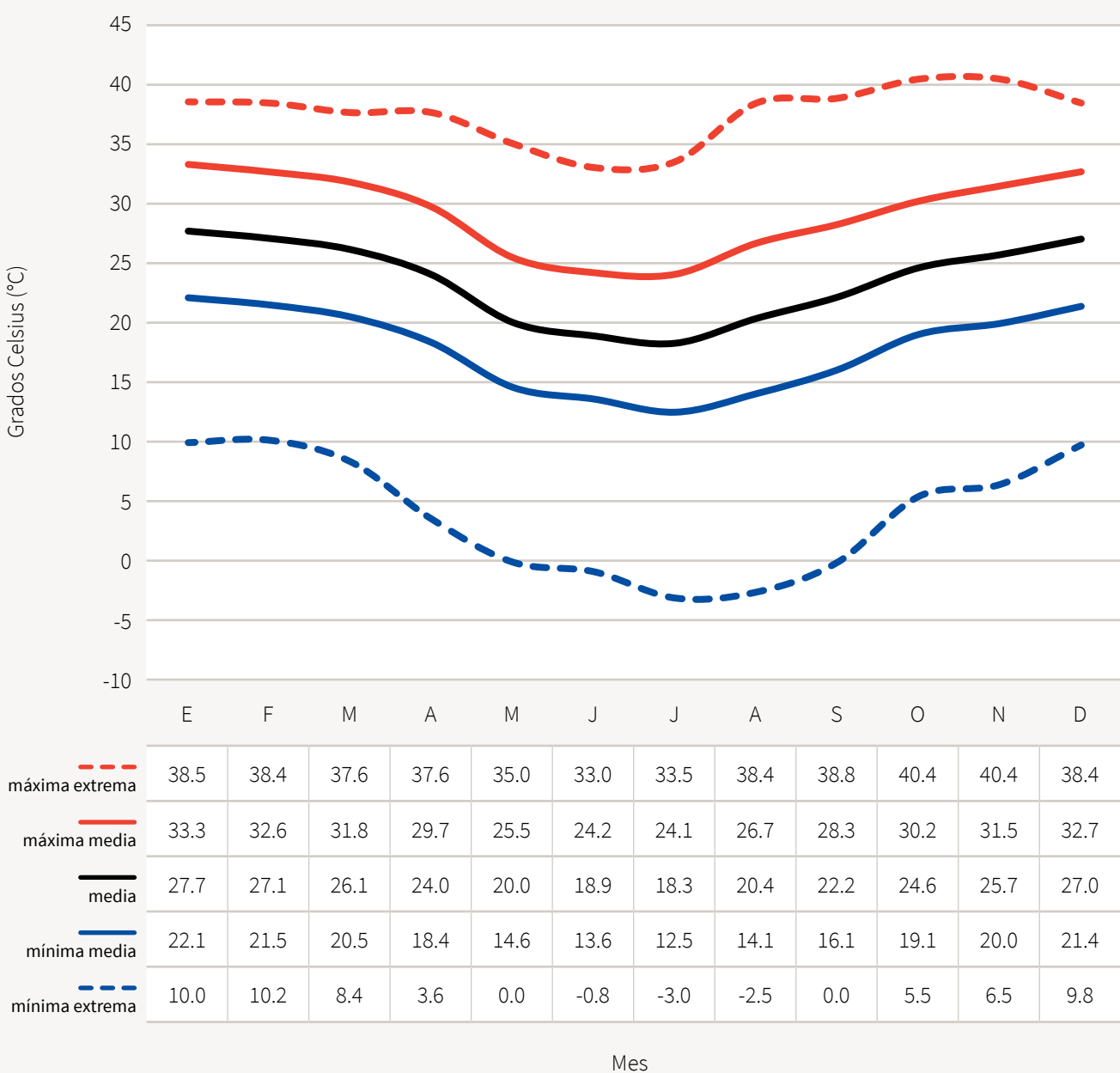
Gráfico 1. **Temperatura media mensual en San Estanislao (barra) y temperatura media anual (línea cortada: 23,5 °C), departamento de San Pedro. Periodo 1990-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración Propia.

Este comportamiento estacional de la temperatura también se refleja en los otros parámetros, como las temperaturas máximas y mínimas medias, y las temperaturas máximas y mínimas extremas. La temperatura máxima extrema observada en San Estanislao fue de 40,4 °C en el mes de octubre del año 2019, volviendo a repetirse ese valor de temperatura en noviembre del mismo año, mientras que la temperatura mínima extrema observada fue de -3,0 °C en el mes de julio de 1993; así, el rango absoluto o amplitud térmica absoluta en Coronel Oviedo es de 43,4 °C¹⁴. Más detalles de las temperaturas mensuales, medias y extremas pueden observarse en el Gráfico 2.

Gráfico 2. Temperaturas mensuales, medias y extremas, en San Estanislao, departamento de San Pedro, periodo 1990-2019.



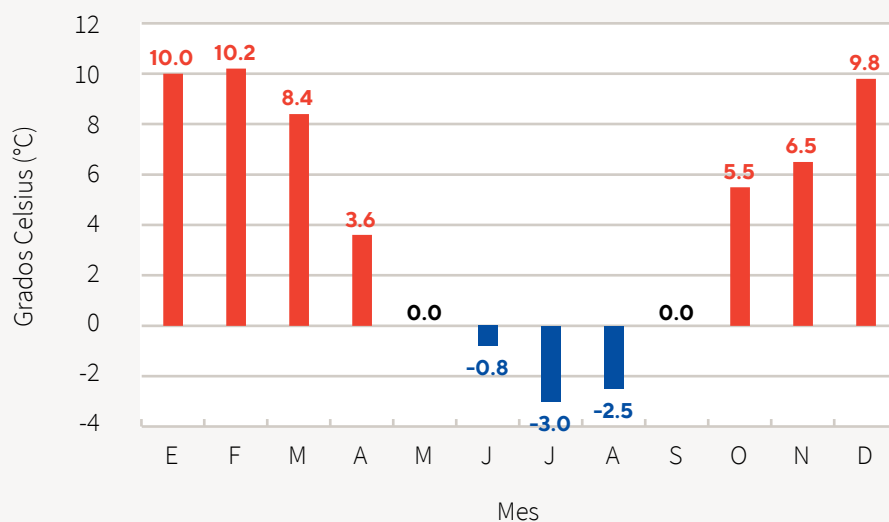
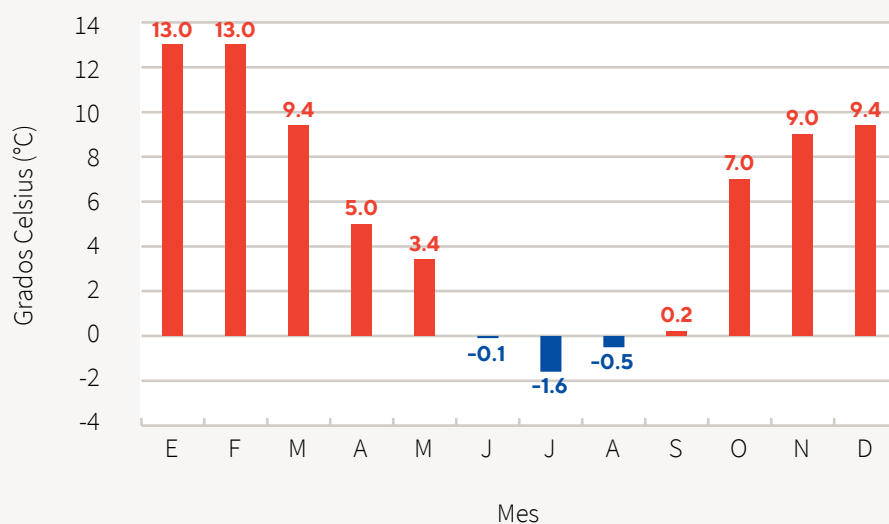
Fuente de datos: DINAC. Elaboración Propia.

14 Diferencia entre la temperatura máxima más alta observada y la temperatura mínima más baja observada en el período 1990-2019 (30 años)

3.2. HELADAS

Las heladas meteorológicas son un fenómeno recurrente en el departamento de San Pedro durante los meses del invierno, y es uno de los flagelos más importantes de la agricultura. Cuanto más austral sea la latitud la helada es más intensa, las heladas en San Pedro del Ycuamandyyú (menor latitud) ocurren de junio a septiembre y son de intensidad leve, en 26 años de datos se han registrado heladas de 0 °C a -1,6 °C en los meses del invierno en San Pedro del Ycuamandyyú, mientras que en San Estanislao (mayor latitud) las heladas ocurren de mayo a septiembre y son de mayor intensidad (Gráfico 3), en 30 años de datos se han registrado heladas de entre -1 °C y -3 °C en los meses del invierno en San Estanislao.

Gráfico 3. Temperatura mínima extrema mensual en San Pedro del Ycuamandyyú (arriba) 1994-2019 y en San Estanislao (abajo) 1990-2019. Barra roja ($T > 0$ °C) y barra azul ($T < 0$ °C). Nótese la mayor intensidad de heladas en San Estanislao respecto a San Pedro del Ycuamandyyú.

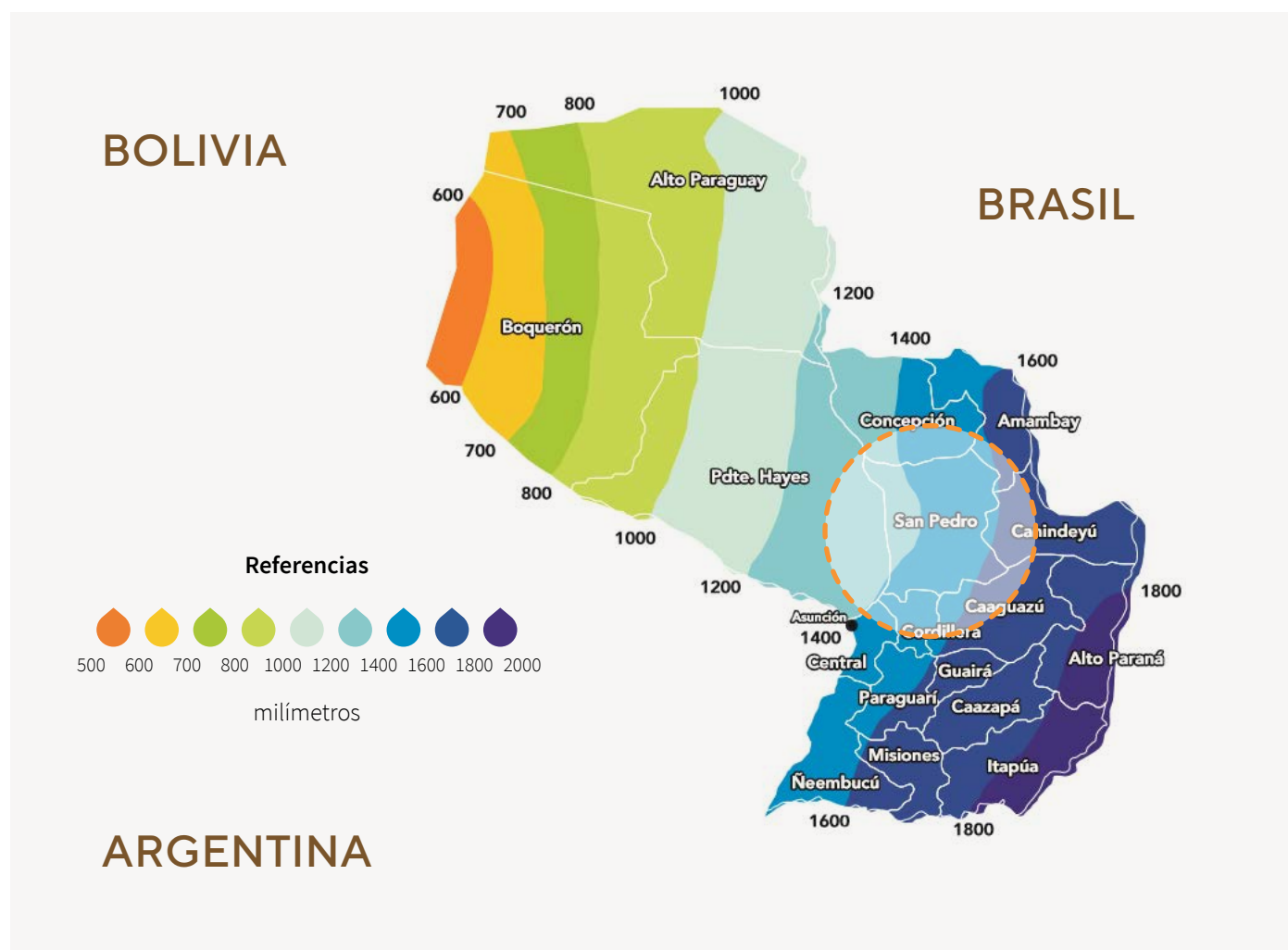


Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

3.3. PRECIPITACIÓN

El departamento de San Pedro se encuentra en una zona de transición entre la región subhúmeda a húmeda del Paraguay. En términos de media, la lluvia aumenta ligeramente de noroeste a sureste, siendo algo más lluviosos los distritos ubicados hacia la frontera con los departamentos de Canindeyú y Caaguazú; esta diferencia es importante en el eje noroeste-sureste, pues mientras que hacia el primero la lluvia anual media es algo inferior a 1.400 mm en los distritos de San Pedro y Antequera, hacia el sureste es un poco menos de 1.600 mm, en los distritos de Capiibary, Yrybucú, San Estanislao y Yataity, esta diferencia está alrededor de 200 mm, lo que hace del departamento de San Pedro uno de los de mayor variación espacial de la lluvia anual en la Región Oriental. Este gradiente pluviométrico hace posible ecosistemas variados en el departamento (Figura 4).

Figura 4. Precipitación anual media en Paraguay. Período 1971-2000.



Fuente: FPUNA15

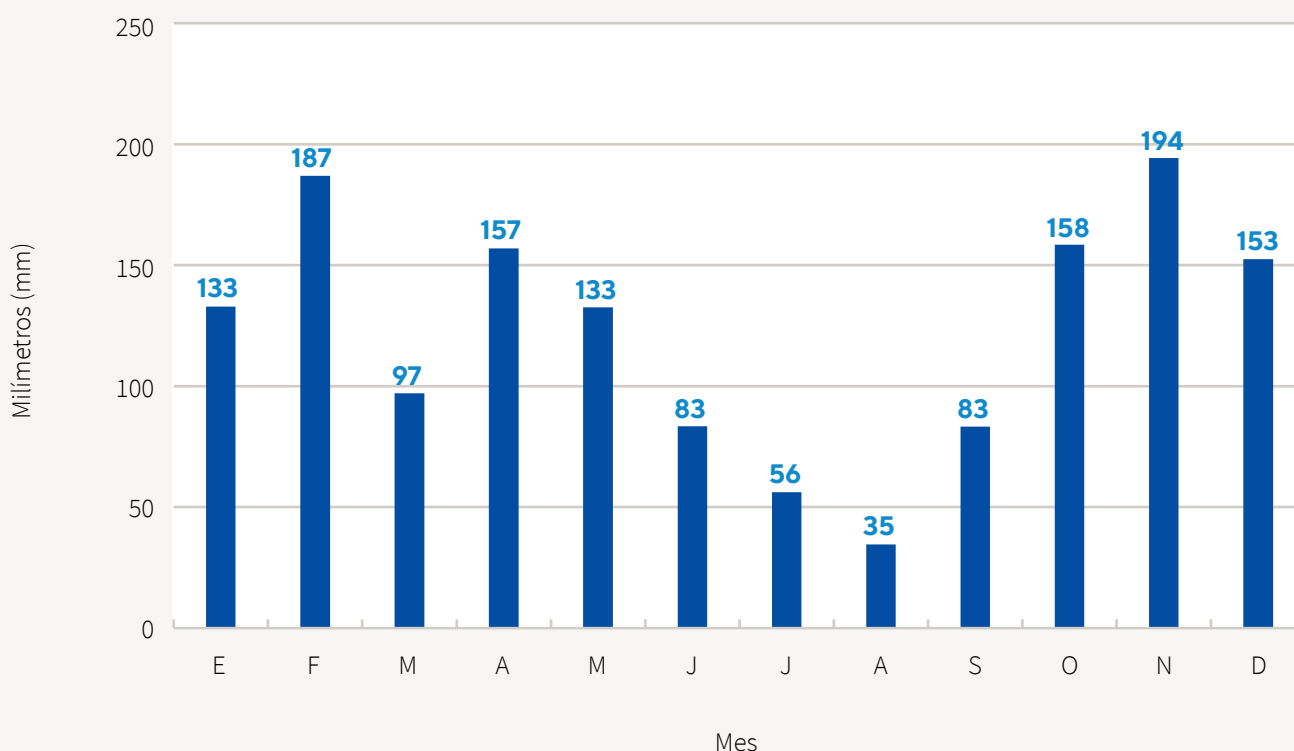
La ciudad de San Pedro del Ycuamandyú es representativa del centro-oeste del departamento, registra una precipitación total anual media de 1.469 mm, en el período 1994-2019 (Cuadro 2), esta lluvia anual se distribuye en forma marcadamente diferenciada, donde los máximos se registran en el mes de febrero (187 mm) y en el mes de noviembre (194 mm) como exponentes de los meses más lluviosos, el primero es característico porque representa el pico de las importantes precipitaciones de finales del verano, mientras que el segundo es el mejor representante de las abundantes precipitaciones de finales de la primavera. El invierno es la estación menos lluviosa y a veces hasta seca, si bien en el mes de junio suelen ocurrir lluvias de relativa importancia, julio y agosto son los menos lluviosos 56 mm y 35 mm, respectivamente (Gráfico 4).

Cuadro 2. Precipitación media mensual (mm) en San Pedro del Ycuamandyú (1994-2019) y en San Estanislao (1990-2019).

Localidad/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Año
San Pedro del Ycuamandyú	133	187	97	157	133	83	56	35	83	158	194	153	1469
San Estanislao	137	171	126	164	181	107	68	58	125	190	182	167	1675

Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

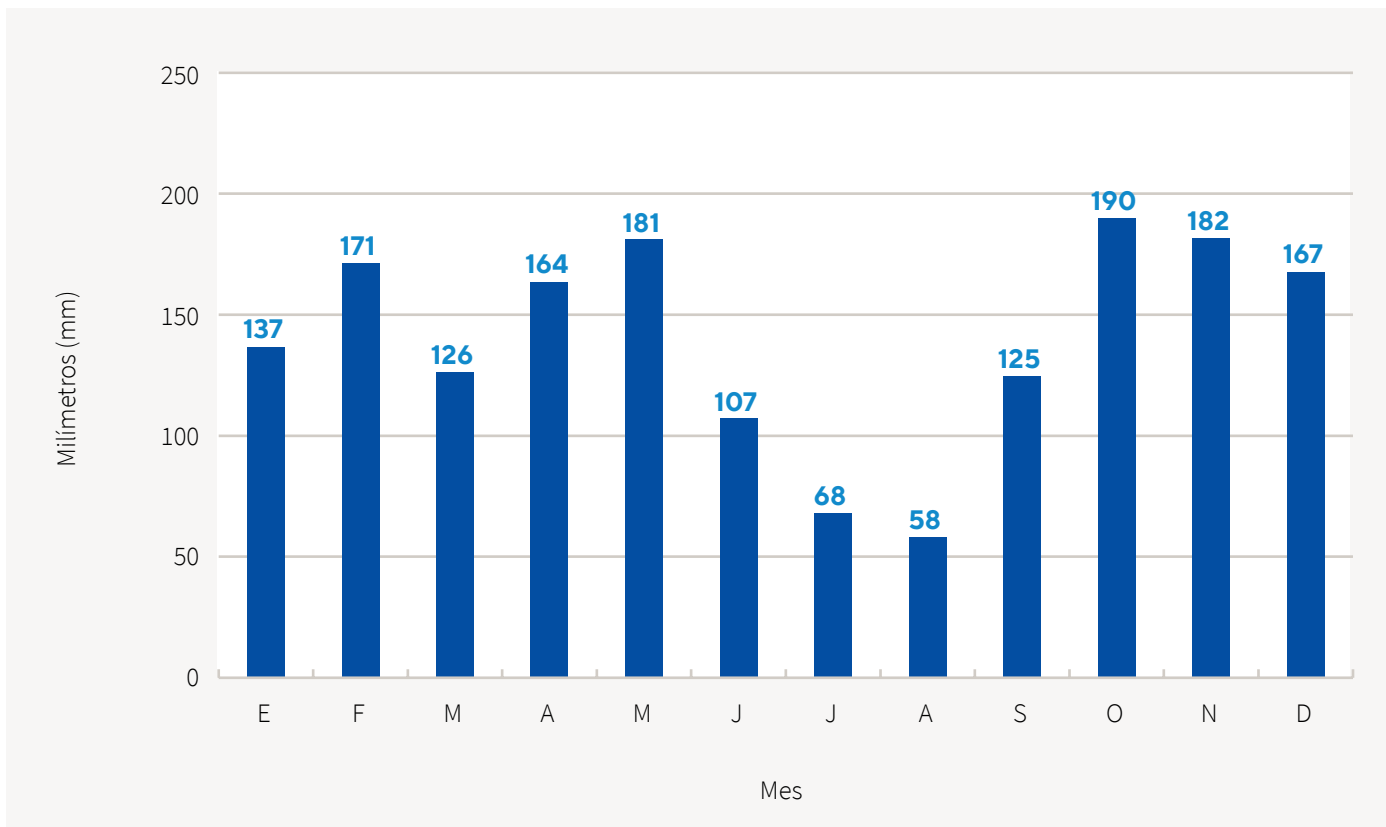
Gráfico 4. Precipitación media mensual en San Pedro del Ycuamandyú, departamento de San Pedro (barra azul). Precipitación media anual 1.469 mm. Periodo 1994-2019.



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

La ciudad de San Estanislao es representativa del sureste del departamento, registra una precipitación total anual media de 1.675 mm, en el período 1990-2019 (Cuadro 2), siendo un 19% más lluvioso que San Pedro del Ycuamandyyú. El aumento de las lluvias hacia el sureste es marcado en los meses de mayo (181 mm) y octubre (190 mm), el invierno mismo es algo más lluvioso que en el noroeste del departamento (Gráfico 5).

Gráfico 5. **Precipitación media mensual en San Estanislao (barra), departamento de San Pedro (barra azul). Precipitación media anual 1.675 mm. Periodo 1990-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

Tormentas severas

Por su ubicación geográfica, el departamento de San Pedro se encuentra sujeto a la ocurrencia de tormentas severas y tornados. Las tormentas ocurren en cualquier época del año, pero presentan una recurrencia alta a muy alta de octubre a abril¹⁶, o sea desde inicios de la primavera, pasando por el verano, hasta mediados del otoño, durante el invierno son menos frecuentes. Vientos fuertes, precipitaciones intensas y descargas eléctricas son las características de las tormentas que afectan la región.



El departamento San Pedro se encuentra sujeto a la ocurrencia de tormentas severas y tornados. Las tormentas ocurren en cualquier época del año, pero presentan una recurrencia alta a muy alta de octubre a abril.

4. EVIDENCIAS CIENTÍFICAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático puede verse a través de los cambios observados en diferentes parámetros de elementos climáticos, como temperaturas medias y extremas, precipitación total e intensidad, entre otros. Si bien es cierto que los 30 años de datos climáticos disponibles en el departamento de San Pedro pueden no ser suficientes para sacar conclusiones sobre un cambio del clima regional, los resultados aquí obtenidos, sirven para ver parte de un historial más amplio, y están acordes con un estudio realizado para el Paraguay¹⁷, donde analizando datos climáticos de todo el país, se concluye que el cambio climático se está acelerando en el país.

4.1. TEMPERATURA

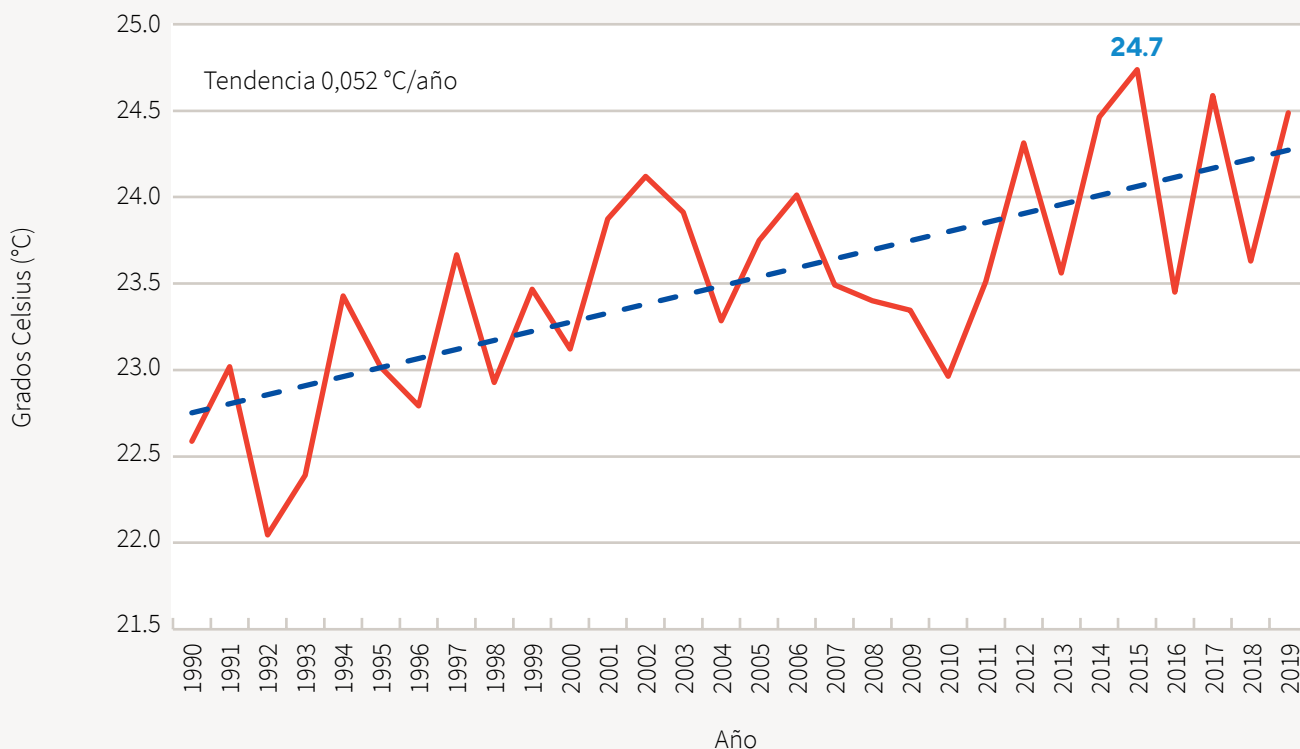
Según la evolución temporal de la temperatura anual media del departamento de San Pedro (Gráfico 6), se puede observar la existencia de una tendencia al aumento de la temperatura del aire¹⁸ del orden de 0,052 °C por año. También se observa que el año 2015 fue el más caliente del récord de 30 años de datos de temperatura disponible en el departamento (1990-2019), con un valor de 24,7 °C, valor no superado en ese período.

Analizando los datos de temperatura media por décadas, desde 1990 a 2019, se obtienen 3 periodos de 10 años, 1990-1999, 2000-2009 y 2010-2019, estos periodos de 10 años filtran la variabilidad interanual de la temperatura media y nos dan información acerca de la tendencia de la serie temporal (Gráfico 7). Aquí se observa que existe un aumento sostenido de la temperatura decadal media, con una tendencia aproximadamente lineal.

¹⁷ Estado del clima Paraguay 2019

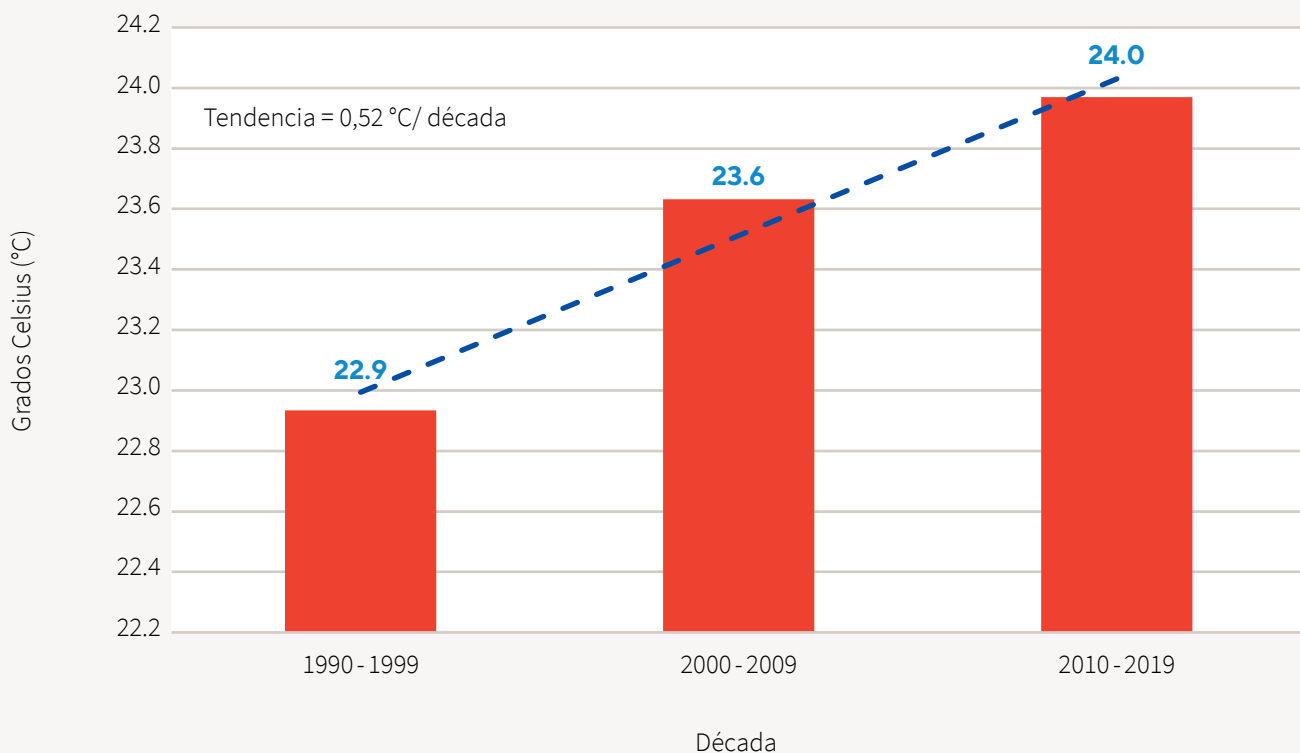
¹⁸ Prueba de Man-Kendal ($p \leq 0,0001$; $H=0,05$)

Gráfico 6. **Temperatura media anual (línea continua) y tendencia temporal lineal (línea quebrada) en San Estanislao, departamento de San Pedro. Período 1990-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

Gráfico 7. **Temperatura media decadal (barra) y tendencia temporal lineal (línea quebrada) en San Estanislao, departamento de San Pedro. Período 1990-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

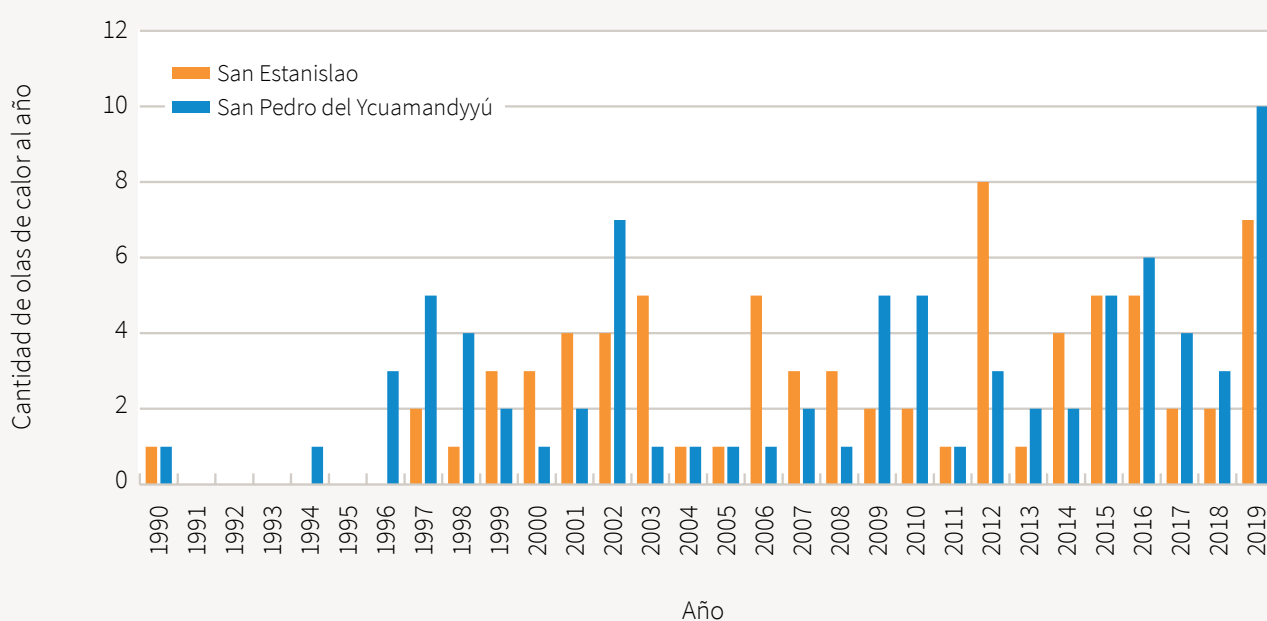
4.2. OLAS DE CALOR

En el Paraguay durante este siglo XXI se registraron las 3 mayores cantidades anuales de olas de calor, contabilizadas en los últimos 40 años¹⁹, y fueron en los años 2002, 2012 y 2019. El promedio de la cantidad de olas de calor en el país en el año 2002 fue de 4,7, en el año 2012 fue de 5,4, y finalmente en el año 2019, se registró la mayor cantidad media de olas de calor con un récord de 5,7²⁰.

Las olas de calor²¹ en el departamento de San Pedro se están incrementando por efecto del cambio climático en Paraguay²². Este cambio en el sistema físico del departamento podría afectar a los sistemas naturales y humanos, ya que según la Organización Panamericana de la Salud (OPS)²³ tienen efectos negativos en la salud de las personas.

En San Estanislao y en San Pedro del Ycuamandyyú, durante el período 1990-2019, las olas de calor tuvieron el comportamiento observado en el Gráfico 8, resultan particularmente notables el aumento de la cantidad de olas de calor registradas en las últimas dos décadas, con récord absoluto registrado en San Pedro del Ycuamandyyú con 10 olas de calor en el año 2019.

Gráfico 8. **Cantidad de olas de calor al año en las ciudades de San Estanislao y en San Pedro del Ycuamandyyú, departamento de San Pedro. Periodo 1990-2019.**



Fuente de datos: (Jara, 2020)²⁴. Elaboración propia.

19 Con datos de 14 estaciones meteorológicas

20 Estado del clima Paraguay 2019

21 Según DINAC, se considera una ola de calor a un período de 3 días consecutivos, con temperaturas mínimas y máximas, por encima del límite inferior del percentil 90, de las observaciones de temperatura del lugar, para Coronel Oviedo, los límites son 23 °C para la temperatura mínima y 35 °C para la temperatura máxima.

22 Estado del clima Paraguay 2019.

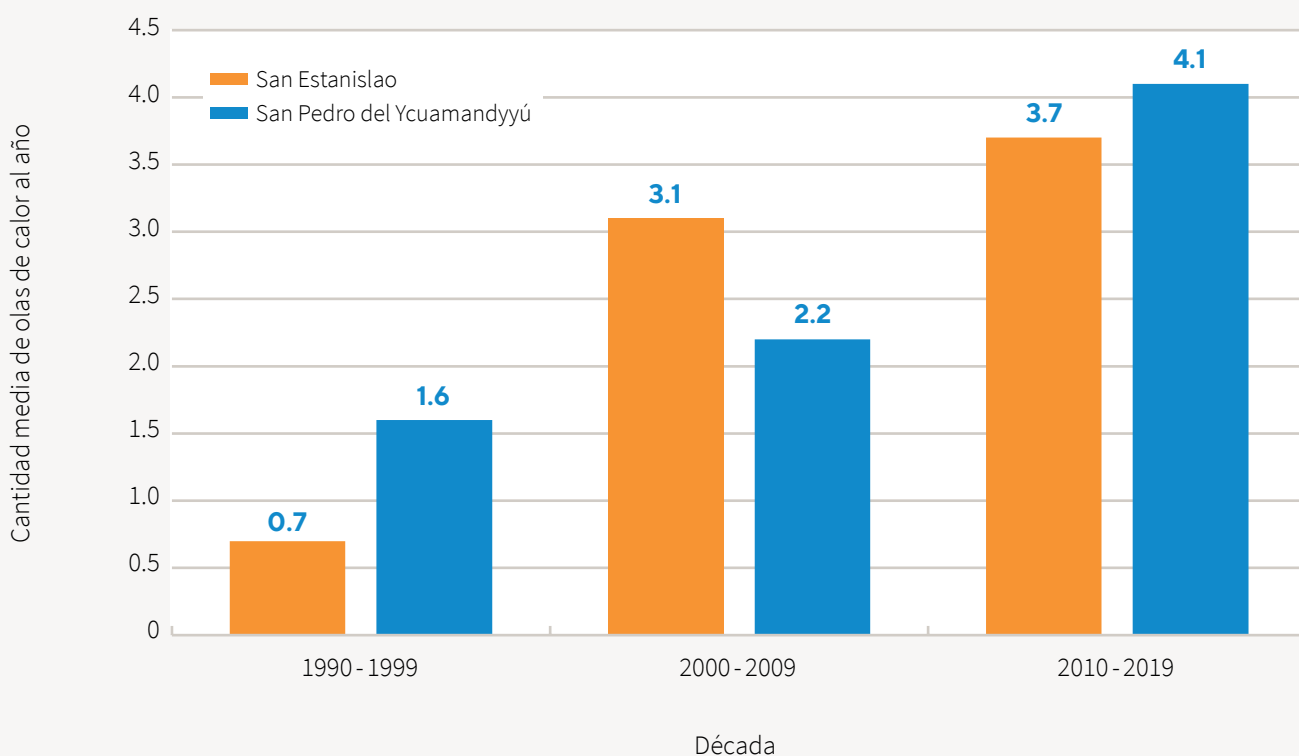
23 La OPS insta a los países a prepararse para enfrentar olas de calor en el hemisferio sur, Washington, DC, 19 de diciembre de 2019. https://www.paho.org/par/index.php?option=com_content&view=article&id=2334:la-ops-insta-a-los-paises-a-prepararse-para-enfrentar-olas-de-calor-en-el-hemisferio-sur&Itemid=213

24 Jara, A., Olas de calor en Paraguay. Trabajo de Grado. FPUNA, 2020 (Inédito)



En San Estanislao y en San Pedro del Ycuamandyyú resulta particularmente notable el aumento de la cantidad de olas de calor registradas en las últimas dos décadas, con récord absoluto resgistrado en San Pedro del Ycuamandyyú con 10 olas de calor en el año 2019.

Gráfico 9. Cantidad media de olas de calor al año, según décadas, en las ciudades de San Estanislao (barra roja) y San Pedro del Ycuamandyyú (barra verde), departamento de San Pedro. Periodo 1990-2019.



Fuente de datos: (Jara, 2020). Elaboración propia.

Observando la cantidad de olas de calor en forma acumulativa, por períodos de diez años, se las ve incrementándose con el tiempo en el departamento de San Pedro; tomando como base datos de San Estanislao y San Pedro del Ycuamandyyú se observa que en la última década de 2010-2019 se tuvo un promedio de 3,7 y 4,1 olas de calor al año, respectivamente (Gráfico 9), estos promedios superan largamente a los observados en las décadas anteriores de 1990-1999 y 2000-2009.

4.3. SEQUÍAS

De los varios estudios sobre sequías en Paraguay, recientemente se publicó uno que trata sobre la caracterización de la sequía en el Paraguay, utilizando 2 diferentes métodos²⁵, el índice estandarizado de precipitación (SPI, siglas en inglés)²⁶ y el índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración (SPEI, siglas en inglés). Son índices que permiten expresar tanto las sequías como los períodos húmedos, de ambos índices, el SPI es el de uso más generalizado y utiliza solo datos de precipitación, a partir de la función de distribución de probabilidades y desviación normal (Cuadro 3).

Cuadro 3. **Clasificación de valores de SPI y categoría de humedad o sequía**

≥ 2,00 SPI EXTREMADAMENTE HÚMEDO	1,50 a 1,99 SPI MUY HÚMEDO	1,00 a 1,49 SPI MODERADAMENTE HÚMEDO
0 a -0,99 SPI CERCANO A LO NORMAL		
-1,00 a -1,49 SPI MODERADAMENTE SECO	-1,50 a -1,99 SPI SEVERAMENTE SECO	≤ -2,00 SPI EXTREMADAMENTE SECO

Calculando los SPI-3²⁷ para San Estanislao, se tienen los resultados de períodos húmedos y secos de los últimos 30 años (Gráfico 10). Se observan variaciones importantes en el comportamiento temporal de este índice de humedad, no obstante puede apreciarse que en el período de 1990-1998 hubo un dominio de condiciones húmedas, mientras que en el período 1999-2013 hubo un dominio de condiciones secas y posteriormente un aproximado equilibrio entre 2014 y 2019.

Otra observación importante es que a pesar de que San Estanislao tiene una precipitación media anual cercano a 1.600 mm, y tiene un clima tropical húmedo, la frecuencia de sequías es alta (Gráfico 10), mostrando una gran variabilidad entre períodos secos y húmedos. Además, la frecuencia de sequías con intensidad moderada a extrema ($-1 \leq \text{SPI} \leq -2$) es alta.

Se observa que las sequías también, al igual que las precipitaciones, presentan variaciones que trascienden la interanualidad hacia una escala de tiempo mayor, decadal o multidecadal; por ejemplo, a nivel país, desde 1980 hasta 1998 hubo un dominio de excesos hídricos²⁸, en San Estanislao se observa este efecto a partir del 1990 por la

25 Benítez, V. C. D., Caracterización de la sequía en el Paraguay utilizando diferentes metodologías para el período 1961-2013. Trabajo de Grado (2018), Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción.

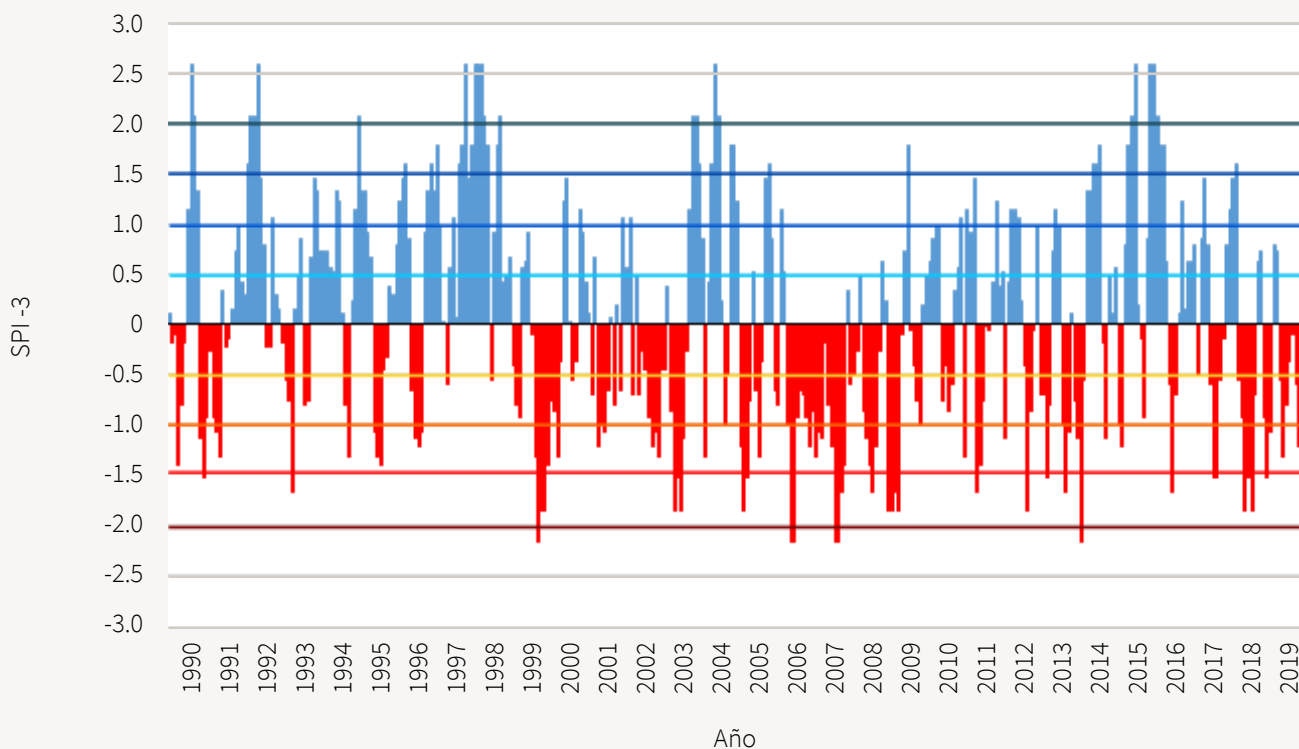
26 Svoboda, M. et al., Standardized Precipitation Index user guide. WMO-N° 1090, 24pp (2012).

27 SPI-3 es el índice de precipitación estandarizado que toma como referencia a 3 meses consecutivos

28 Estado del Clima Paraguay 2019

falta de datos en años anteriores (Gráfico 10), en el período de 1999-2009 hubo un dominio de déficits hídricos y luego vuelve a cambiar en los últimos años. Este comportamiento está acorde con recientes estudios que vinculan las precipitaciones decadales (o el déficit) en la región sudeste de Sudamérica (SESA) con la variación decadal del Pacífico (PDV, por sus siglas en inglés). Este fenómeno fue causante de la caída de las precipitaciones en el período 1999-2009 en esta región²⁹ (Zhang, 2016).

Gráfico 10. **Comportamiento del SPI-3 para San Estanislao, departamento de San Pedro, las barras azules indican períodos húmedos y las barras rojas indican periodos secos. Las líneas horizontales remarcadas indican niveles de intensidad de SPI-3. Período 1990-2019.**



Fuente de datos: (Benítez, 2018).

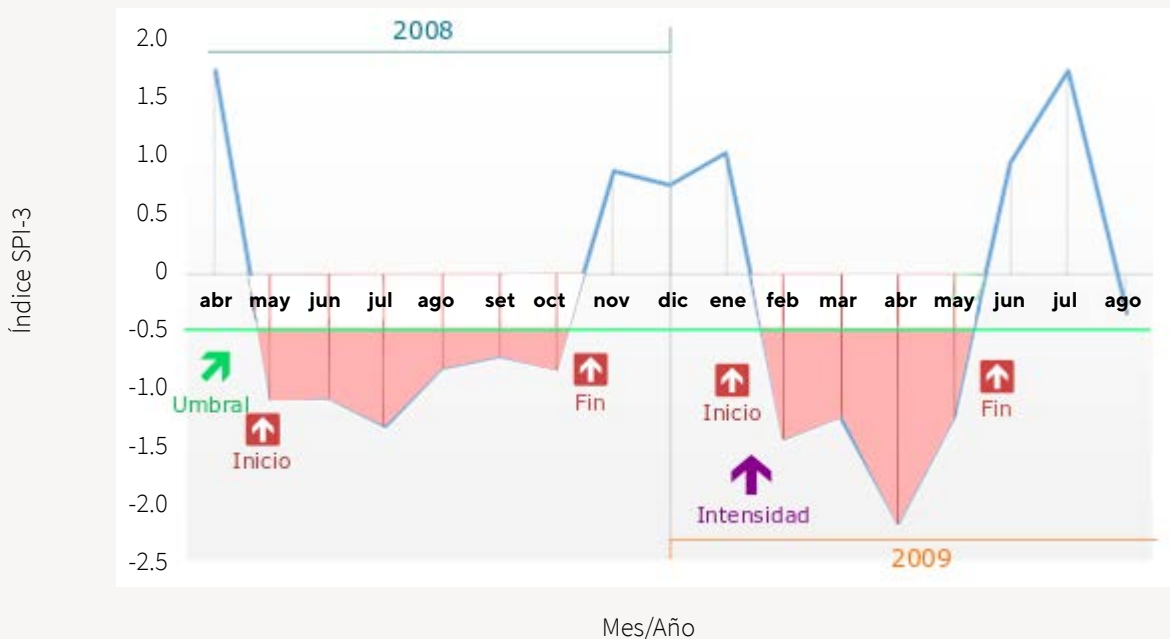
Seguidamente se analizarán dos casos de sequías importantes ocurridas en este siglo XXI, que tuvieron un impacto negativo en el sector productivo del departamento de San Pedro, la del 2008-2009 y la del 2018-2019.

Sequía 2008-2009

En San Pedro del Ycuamandyú, la sequía moderada ocurrida durante gran parte del año 2008, y luego de una breve pausa hacia finales de ese mismo año, se reinicia en el año 2009 con mayor severidad, según el SPI (Gráfico 11).

29 En centro y sur del Paraguay (incluido el departamento de Caaguazú) son parte integrante del SESA

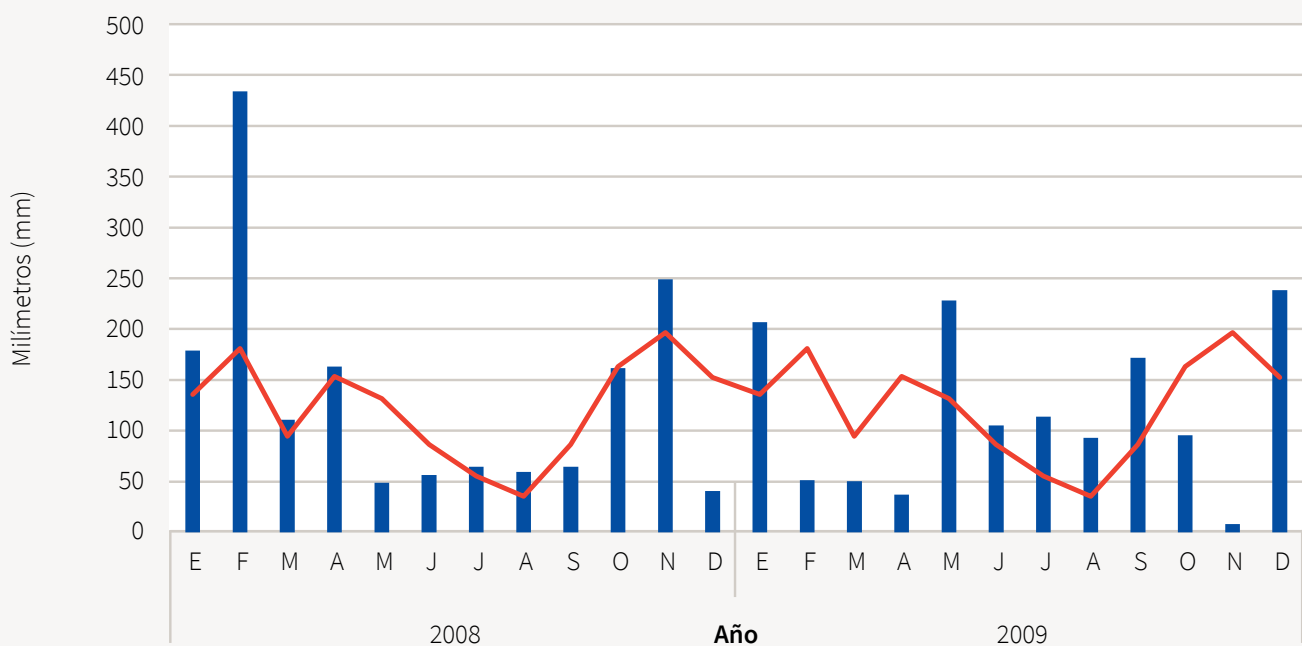
Gráfico 11. **SPI-3³⁰** para la ciudad de San Pedro del Ycuamandyyú, departamento de San Pedro, año 2008-2009.



Fuente de datos: (Benítez, 2018).

La intensidad de la sequía del período 2008-2009 también puede verse en la anomalía de la precipitación mensual (Gráfico 12), con dominio de déficits de precipitación entre mayo y setiembre del año 2008 y posteriormente con anomalías más fuertes entre febrero y abril en el año 2009.

Gráfico 12. **Precipitación mensual del período 2008-2009 (barra azul) y precipitación media mensual del período 1994-2019 (línea roja) en San Pedro del Ycuamandyyú, departamento de San Pedro.**

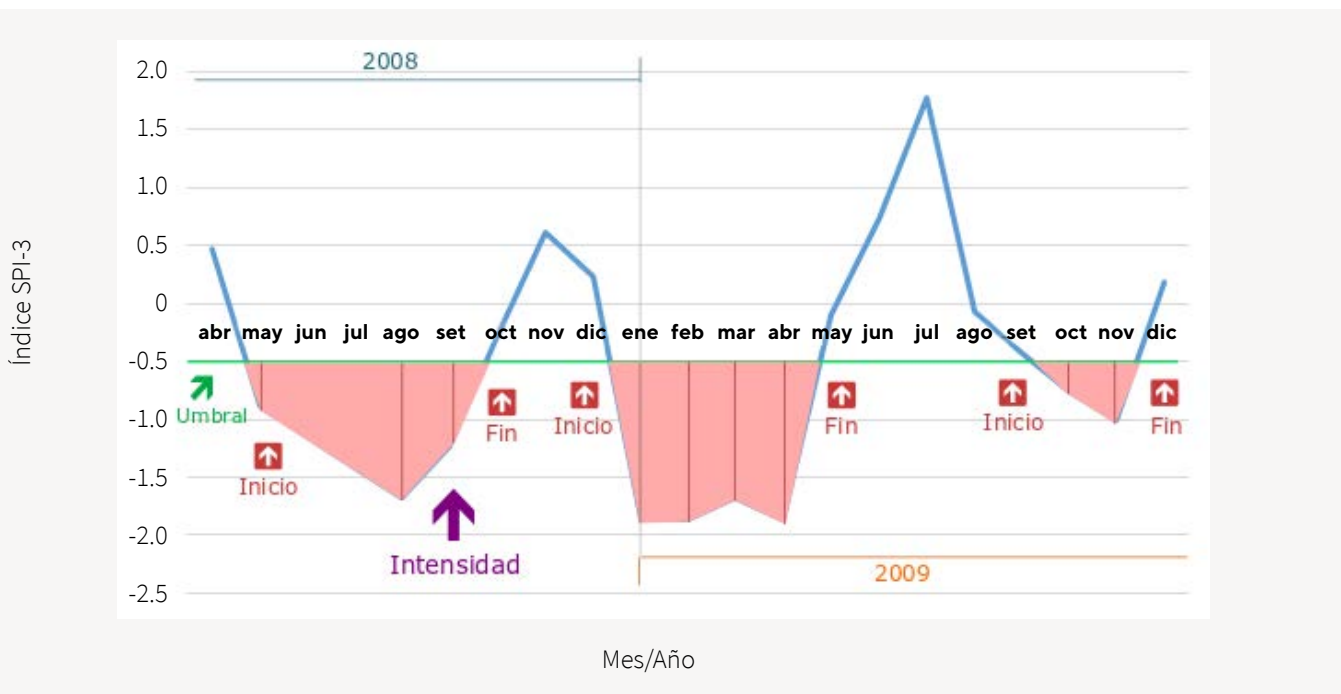


Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

El otro ejemplo del mismo evento de sequía del período 2008-2009, es el caso de San Estanislao, más allá de las diferencias en la intensidad de la sequía, la misma presenta similitudes como es de esperar, ya que las sequías en general, moderadas y severas, afectan áreas importantes de escala departamental o regional. El SPI marca una sequía aún más intensa en 2008 en San Estanislao que en San Pedro del Ycuamandyyú (Gráfico 13).

Observando la misma sequía desde otro análisis, el comportamiento de la precipitación mensual durante el período 2008-2009 en San Estanislao estuvo por debajo de la precipitación promedio desde abril del año 2008 hasta abril del año 2009, prácticamente 13 meses, con una interrupción en octubre del año 2008 (lluvioso) y noviembre con lluvia normal, luego todos por debajo de la media (Gráfico 14). Posteriormente, San Estanislao registró un tercer episodio de sequía durante la primavera del año 2009, de menor intensidad.

Gráfico 13. **SPI-3 para la ciudad de San Estanislao, departamento de San Pedro, año 2008-2009.**

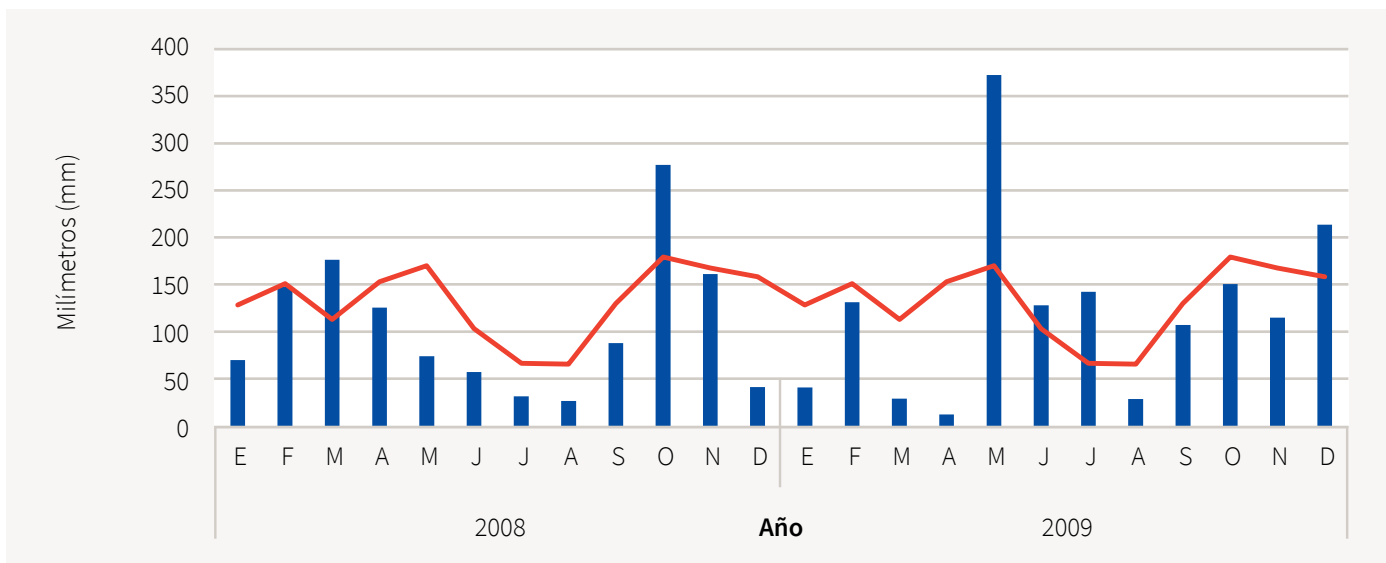


Fuente de datos: (Benítez, 2018).



A pesar de que San Estanislao tiene una precipitación media anual cercano a 1.600 mm y un clima tropical húmedo, la frecuencia de sequías es alta, mostrando una gran variabilidad entre períodos secos y húmedos.

Gráfico 14. Precipitación mensual del período 2008-2009 (barra azul) y precipitación media mensual del período 1990-2019 (línea roja) en San Estanislao, departamento de San Pedro.



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

Sequía 2018-2019

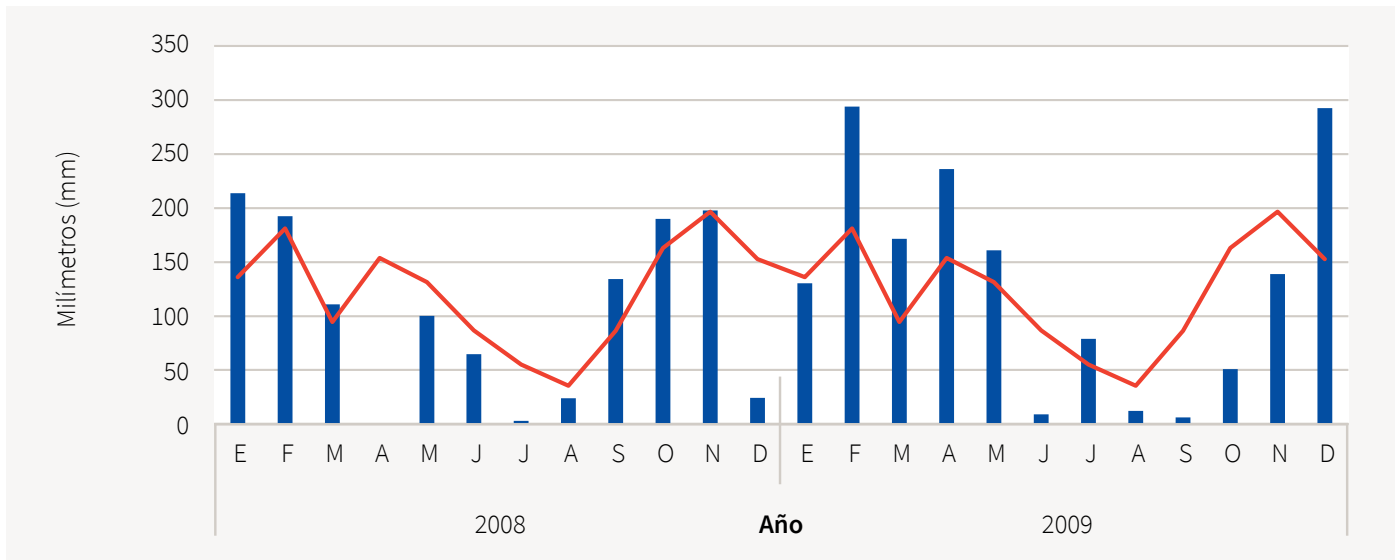
Analizando otro caso de sequías, es particularmente importante por su magnitud e intensidad la sequía del período 2018-2019. Analizando datos de San Pedro del Ycuamandyyú, se observan en la escala temporal del SPI-3 dos periodos secos desde abril del año 2018 hasta septiembre de 2018 y desde julio de 2019 hasta finales del mismo año (Gráfico 15). Esta sequía es clasificada, por su intensidad, como severa. En términos de precipitación mensual y en relación con su promedio temporal se observan específicamente las lluvias nulas o casi nulas de abril, julio, agosto y diciembre del año 2018 y las lluvias anormalmente bajas del invierno y la primavera del año 2019 (Gráfico 16).

Gráfico 15. SPI de 3 meses para la ciudad de San Pedro del Ycuamandyyú, departamento de San Pedro, período 2018-2019.



Fuente de datos: (Benítez, 2018).

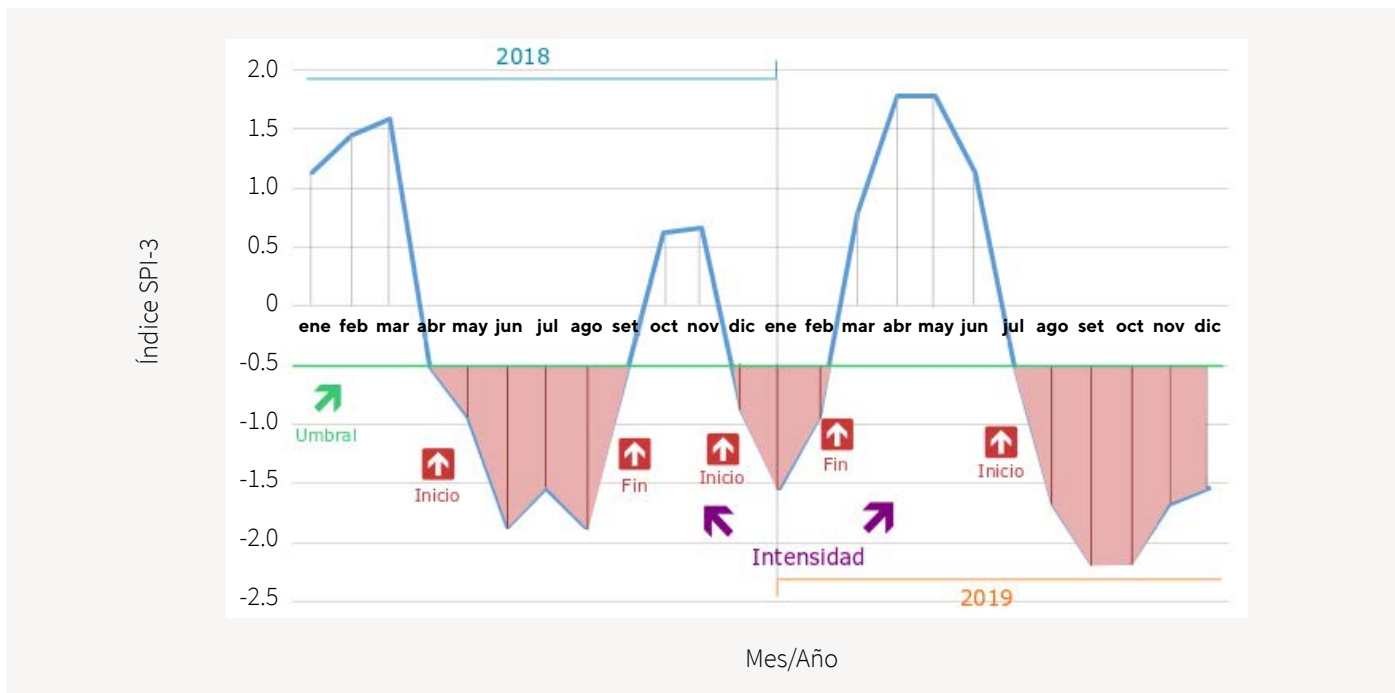
Gráfico 16. Precipitación mensual del período 2018-2019 (barra azul) y precipitación media mensual del periodo 1994-2019 (línea roja) en San Pedro del Ycuamandyyú, departamento de San Pedro.



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

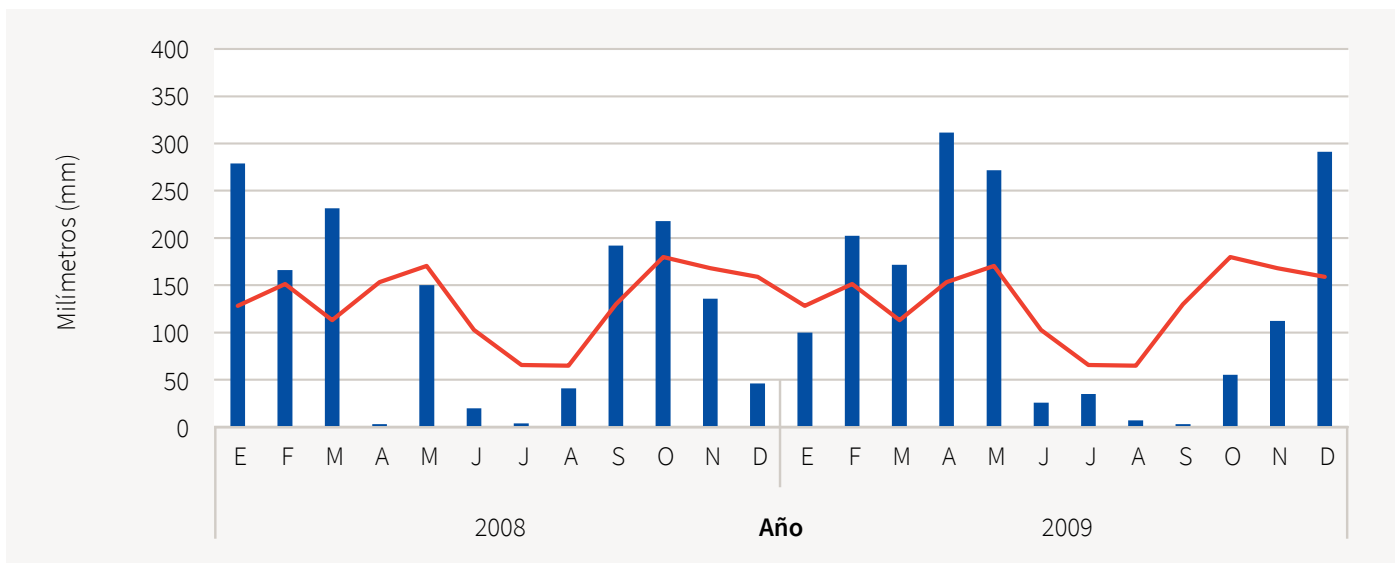
Esta misma sequía en la zona más sureste del departamento, en San Estanislao, muestra tres largos periodos secos desde marzo de 2018 hasta septiembre del año 2018, desde enero de 2019 hasta marzo de 2019 y desde junio de 2019 hasta diciembre de 2019. Respecto a la intensidad, las mismas fueron clasificadas como sequías severas y extremas (Gráfico 17). Las lluvias fueron escasas entre el otoño y el invierno del año 2018, finales de primavera del 2018 y extremadamente poco lluvioso entre el invierno y primavera del año 2019 (Gráfico 18). Esta sequía está clasificada, según su intensidad, como severa y extrema.

Gráfico 17. SPI-3 para la ciudad de San Estanislao, departamento de San Pedro, periodo de 2018-2019.



Fuente de datos: (Benítez, 2018).

Gráfico 18. Precipitación mensual del período 2018-2019 (barra azul) y precipitación media mensual del período 1990-2019 (línea roja) en San Estanislao, departamento de San Pedro.

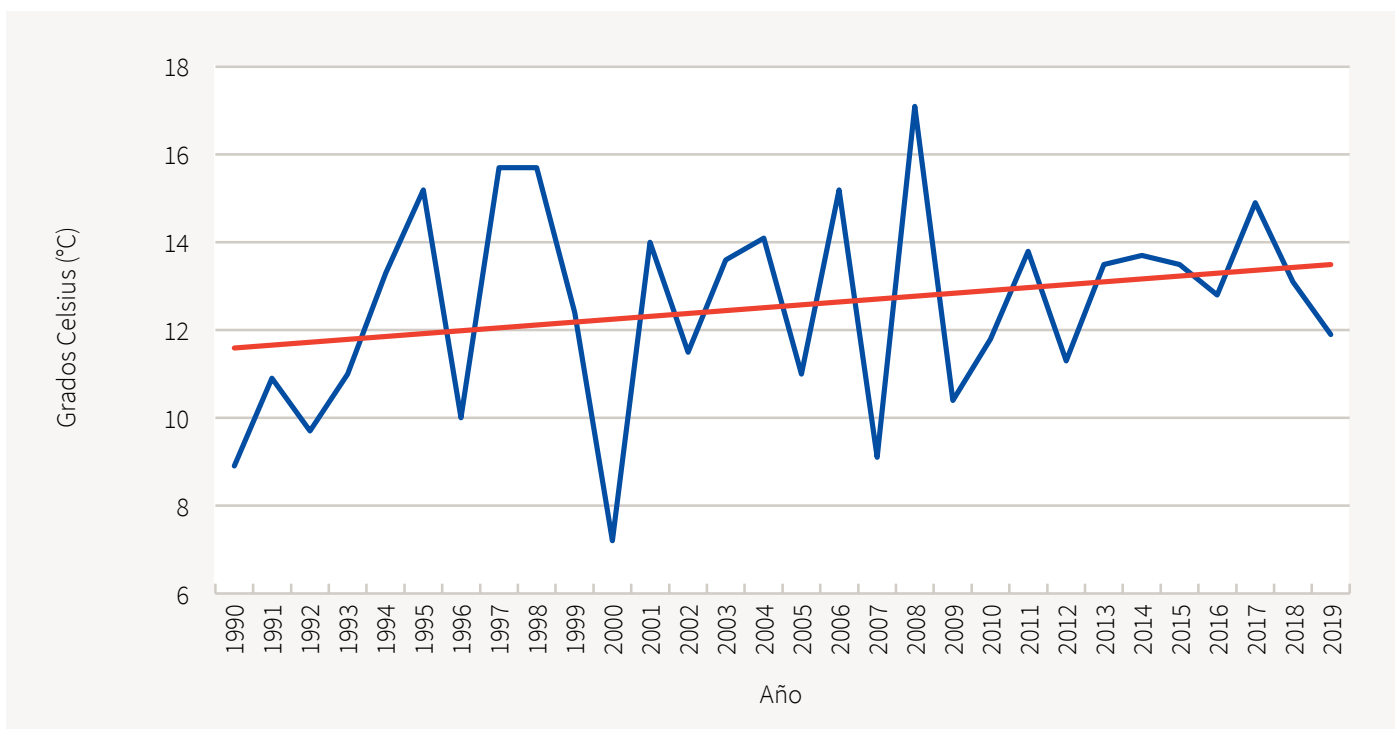


Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

4.4. HELADAS³¹

La temperatura está aumentando en San Estanislao, así como en todo el Paraguay y este calentamiento también afecta al aumento de las temperaturas máximas y mínimas. Como habíamos visto más arriba, julio es el mes más frío en el departamento de San Pedro y las temperaturas mínimas medias de este mes son un indicador del grado de frío (Gráfico 19). Al aumentar la temperatura de julio, se reduce la ocurrencia de heladas.

Gráfico 19. Temperatura media mínima del mes de julio (azul) y tendencia lineal (roja) en San Estanislao. Período 1990-2019.



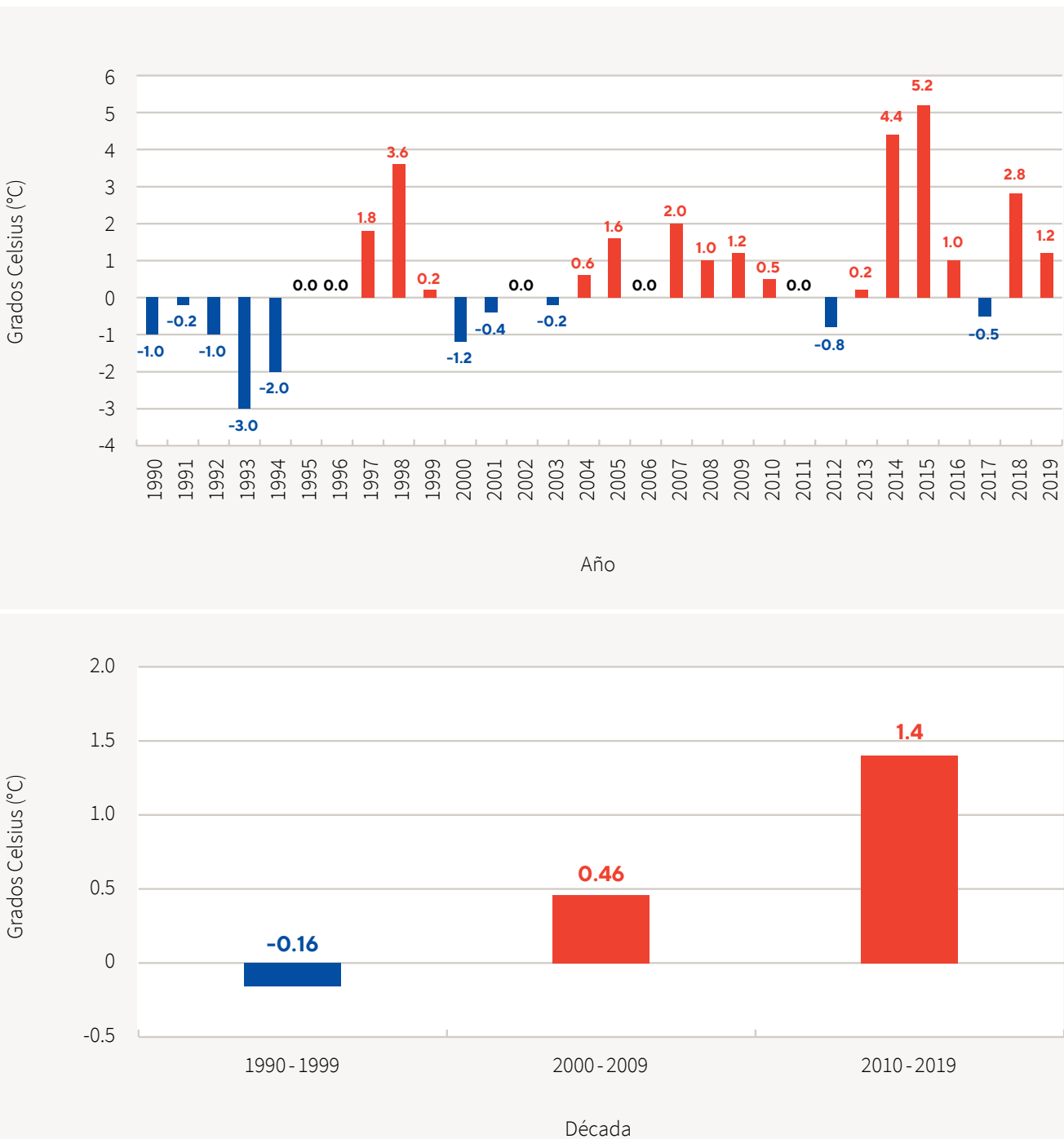
Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

31 Temperatura del aire $\leq 0^{\circ}\text{C}$ tomada en casilla meteorológica

Las temperaturas mínimas extremas anuales van aumentando (Gráfico 20). Recientemente, durante los años 2014 y 2015, se registraron temperaturas mínimas anuales tan altas (entre 4 y 5 °C) que no se habían registrado en el pasado. No obstante, en los últimos 30 años, en el 60% de los años la temperatura mínima extrema anual registró valores por debajo de 1 °C (Gráfico 20), y este valor de temperatura en casilla meteorológica es suficiente para generar heladas agronómicas³².

Por otro lado, en la última década 2010-2019, el promedio de temperaturas mínimas extremas anuales (1,4 °C) fue superior a la de las dos décadas que le precedieron consecutivamente, 0,46 °C y -0,16 °C respectivamente (Gráfico 20).

Gráfico 20. Temperatura mínima extrema anual (arriba) y temperatura mínima extrema anual promedio por décadas (abajo) en San Estanislao, San Pedro. Temperaturas > 0 °C (barra roja), temperaturas < 0 °C (barra azul). Período 1990-2019.



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

32 Temperatura ≤ 0 °C tomada con un termómetro de mínima, a la intemperie y a 5 cm del suelo.

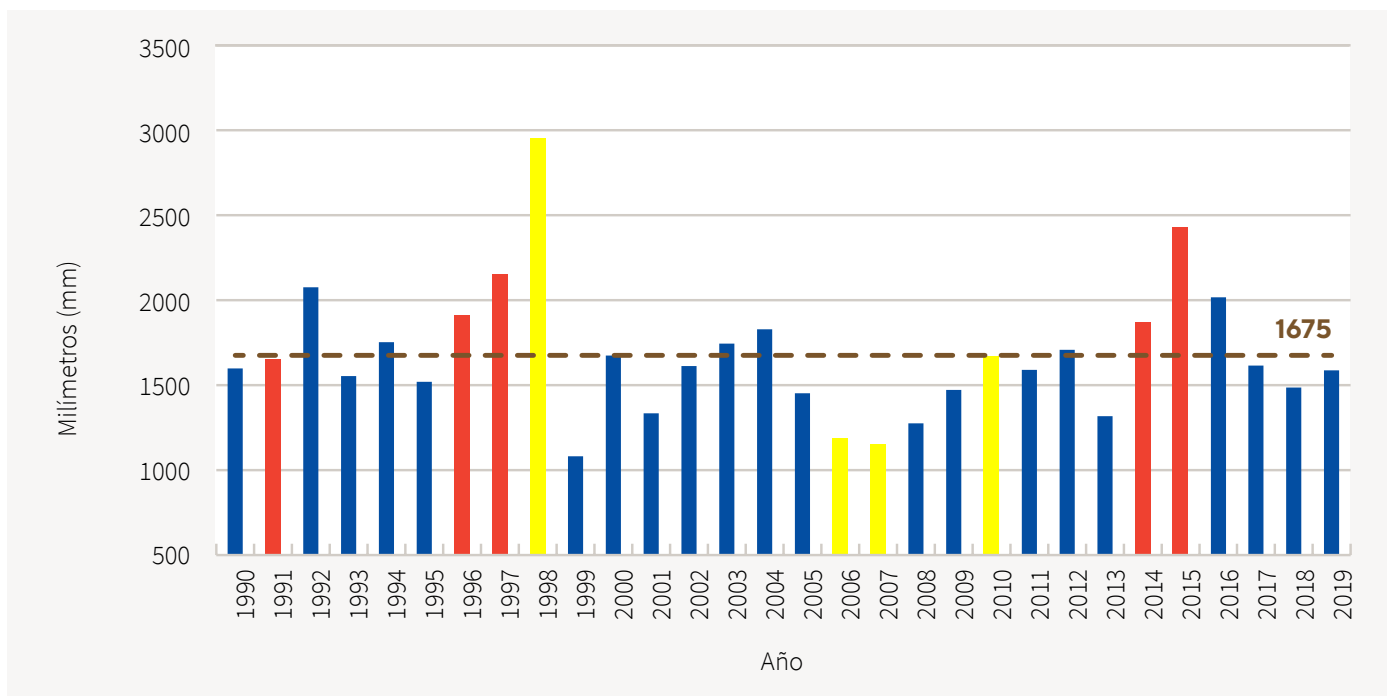
Las heladas en el departamento de San Pedro representan una peligrosidad alta³³ en áreas productivas para actividades agropecuarias, sin embargo, dada la tendencia del cambio climático, es probable que en las próximas décadas sean cada vez menos frecuentes e intensas, y representen un riesgo menor para la agricultura.

4.5. PRECIPITACIÓN

La variabilidad interanual de la precipitación en el departamento de San Pedro, y en gran parte del Paraguay, es considerablemente amplia y la misma está gobernada en cierta medida por fenómenos de gran escala, como por ejemplo el ENSO³⁴. Se manifiesta como un calentamiento o enfriamiento anormal de las aguas superficiales del Océano Pacífico Tropical, que normalmente dura de varios meses a un año, incluso algunos pocos años. Este fenómeno, entre fases cálidas y frías, tiene una frecuencia media de 4 años, pero puede variar entre 2 y 7 años, por eso la variación de la precipitación entre un año y otro puede ser muy importante.

En general, los eventos cálidos (El Niño) producen una precipitación por encima de la media, especialmente los eventos fuertes, y un evento frío (La Niña) produce una precipitación por debajo de la media. En la década de los años 90, hubo una primacía de eventos El Niño, incluso un evento muy fuerte como El Niño 1997-98. La consecuencia de este hecho fueron las precipitaciones anuales por encima de lo normal acontecidas en San Estanislao durante ese período (Gráfico 21). Sin embargo, a partir del año 1999 durante la primera década del siglo XXI hubo supremacía de eventos La Niña y fue una década con precipitaciones anuales mayormente por debajo de la media.

Gráfico 21. **Precipitación anual (barra) y precipitación media anual (línea quebrada) (1.675 mm), en San Estanislao, departamento de San Pedro. Barras rojas indican precipitaciones en años El Niño, barras amarillas indican precipitaciones en La Niña. Período 1990-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

33 Secretaría de Emergencia Nacional. Atlas de Riesgos de Desastres de la República del Paraguay 2018

34 El Niño Oscilación del Sur (siglas en inglés)

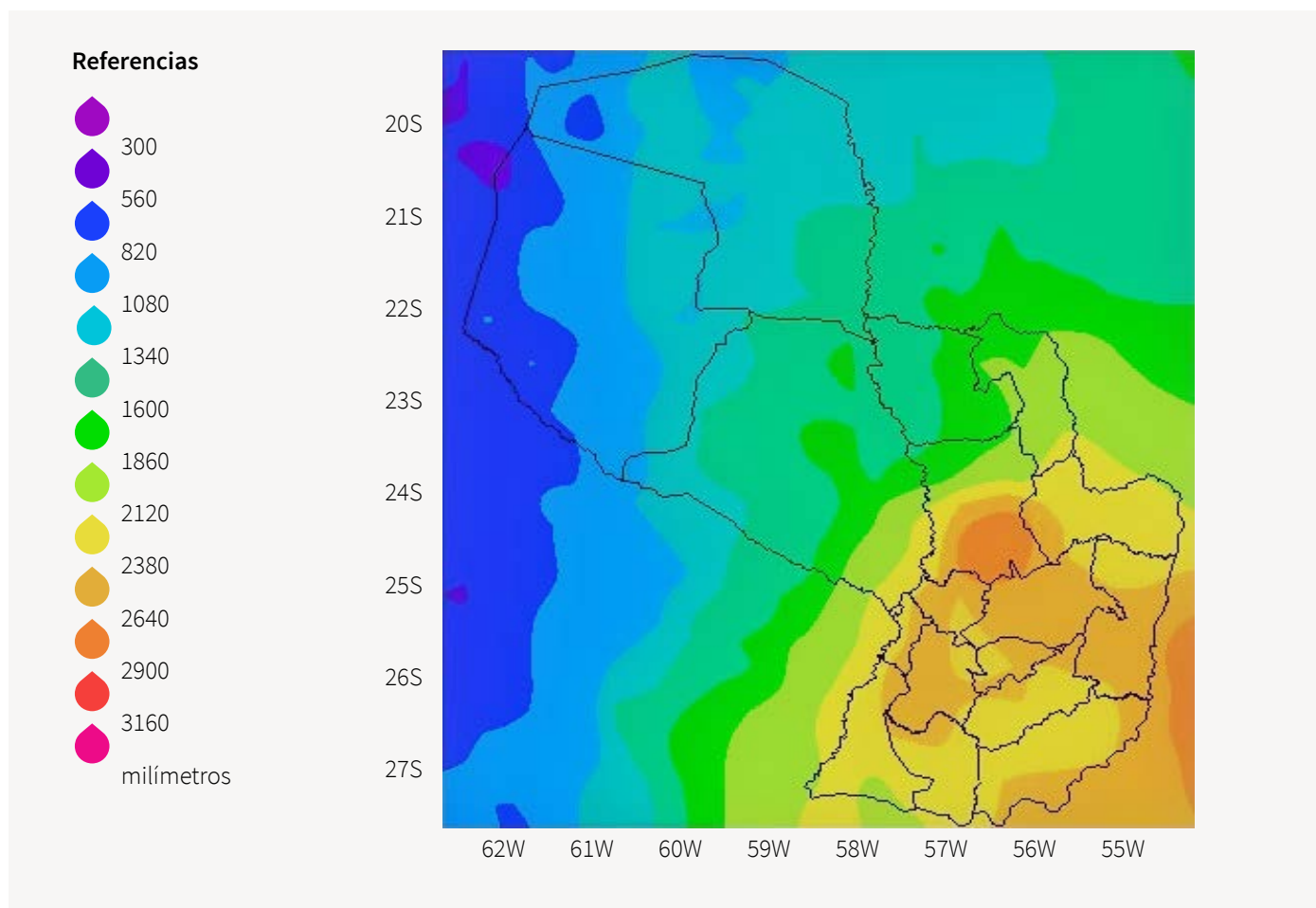


San Pedro es un departamento mayormente lluvioso con un invierno menos lluvioso que las otras estaciones del año. Sin embargo, la variabilidad de la lluvia es importante en cualquier estación del año.

San Pedro es un departamento mayormente lluvioso con un invierno menos lluvioso (tendiendo a seco) que las otras estaciones del año. Sin embargo, la variabilidad de la lluvia es importante en cualquier estación del año. Se han registrado lluvias extraordinarias como la de febrero de 1998 (El Niño Fuerte) con 884 mm en el mes, esto representa casi seis veces el promedio de febrero (Gráfico 22) y más de la mitad de la lluvia anual promedio (1.587mm).

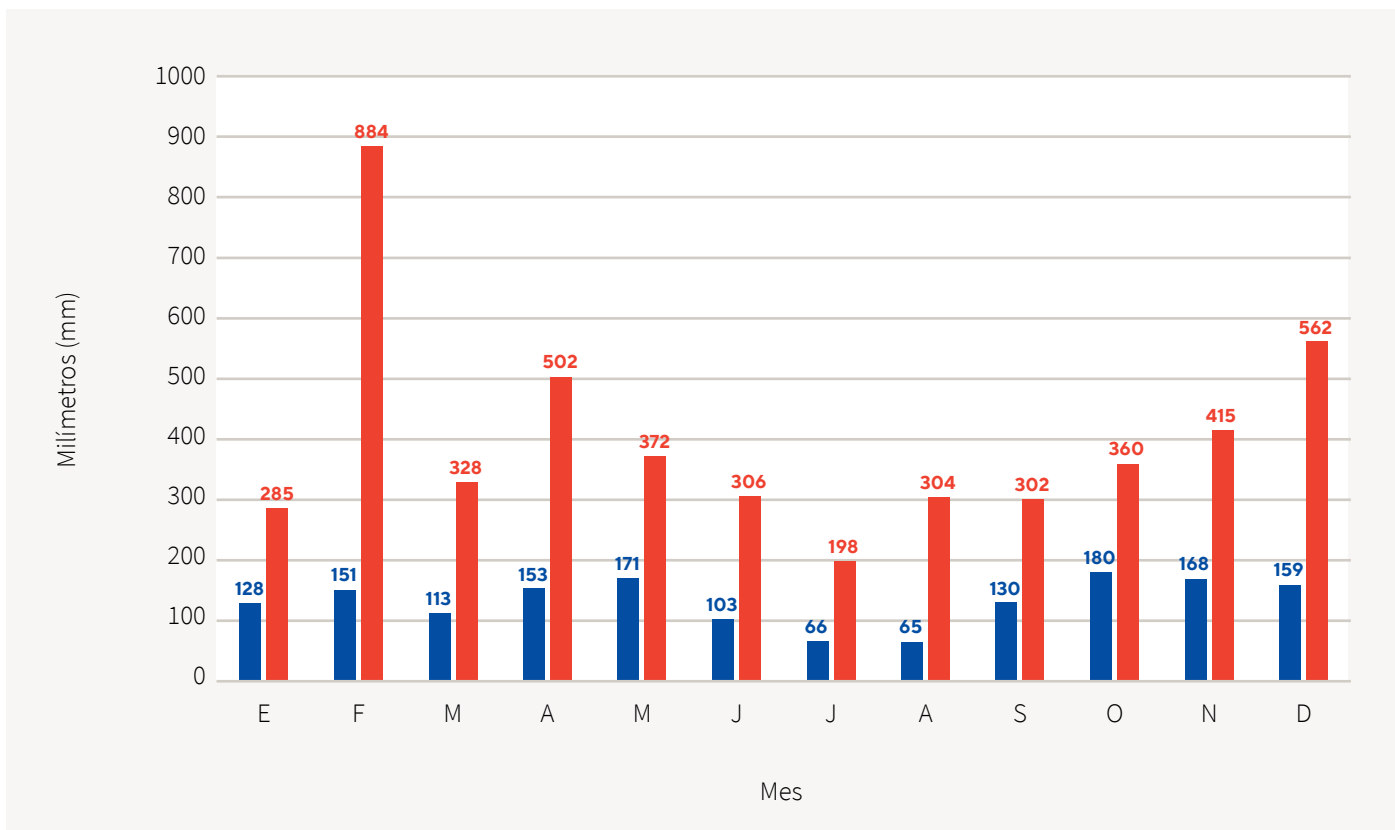
El año 1998 fue particularmente lluvioso en San Pedro, en aquella oportunidad un núcleo lluvioso cercano a los 3.000 mm afectó a los municipios del sur del departamento (Figura 5).

Figura 5. Precipitación total anual en Paraguay en 1998. Obsérvese un núcleo de lluvia máxima sobre el sur del departamento de San Pedro. La paleta de colores de la izquierda indica los rangos de precipitación en milímetros.



Fuente de datos: Satélite TRMM. Elaboración propia.

Gráfico 22. **Precipitación media mensual (barra azul) y precipitación mensual máxima (barra roja) en San Estanislao. Periodo 1990-2019.**



Fuente de datos: DINAC. Elaboración propia.

Evento de precipitación extraordinaria

Otro evento particularmente importante por el impacto fueron las lluvias intensas que ocurrieron en el sureste del departamento de Concepción y el noreste del departamento de San Pedro, del 7 al 9 de diciembre de 2016 (Figura 6). En el departamento de San Pedro fueron afectadas las localidades de Tacuatí, Cororó, Santa Rosa de Aguaray, Lima y Nueva Germania. La excepcional lluvia produjo crecidas rápidas y desbordes de ríos del norte de la Región Oriental, como el Aquidabán, el Ypané y el Aguaray, y de muchos otros arroyos de la zona, pero también produjo crecidas extremas en el río Paraguay, del cual los mencionados ríos y arroyos son tributarios.

Los datos de lluvia del periodo tormentoso de 3 días, empezando el 7 y finalizando el 9 de diciembre de 2016, fueron obtenidos, principalmente, por satélites de la misión TRMM³⁵ y verificados con datos pluviométricos de la Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH) y otros pluviómetros de la zona. Los datos muestran un núcleo de lluvia máxima acumulada de 600 mm aproximadamente entre los límites de Concepción y San Pedro (Figura 7). Esta cantidad representa el 40% de la lluvia anual media de la zona, cosa inusual que eventos de tormentas se concentren en pocos días y produzcan tanta cantidad de agua; esta lluvia extrema, producto de una sola tormenta, superó los récords anteriores, al menos aquellas tormentas analizadas solamente con datos pluviométricos y pertenecientes a la red de pluviómetros de la DMH.

35 Tropical Rainfall Measurement Mission

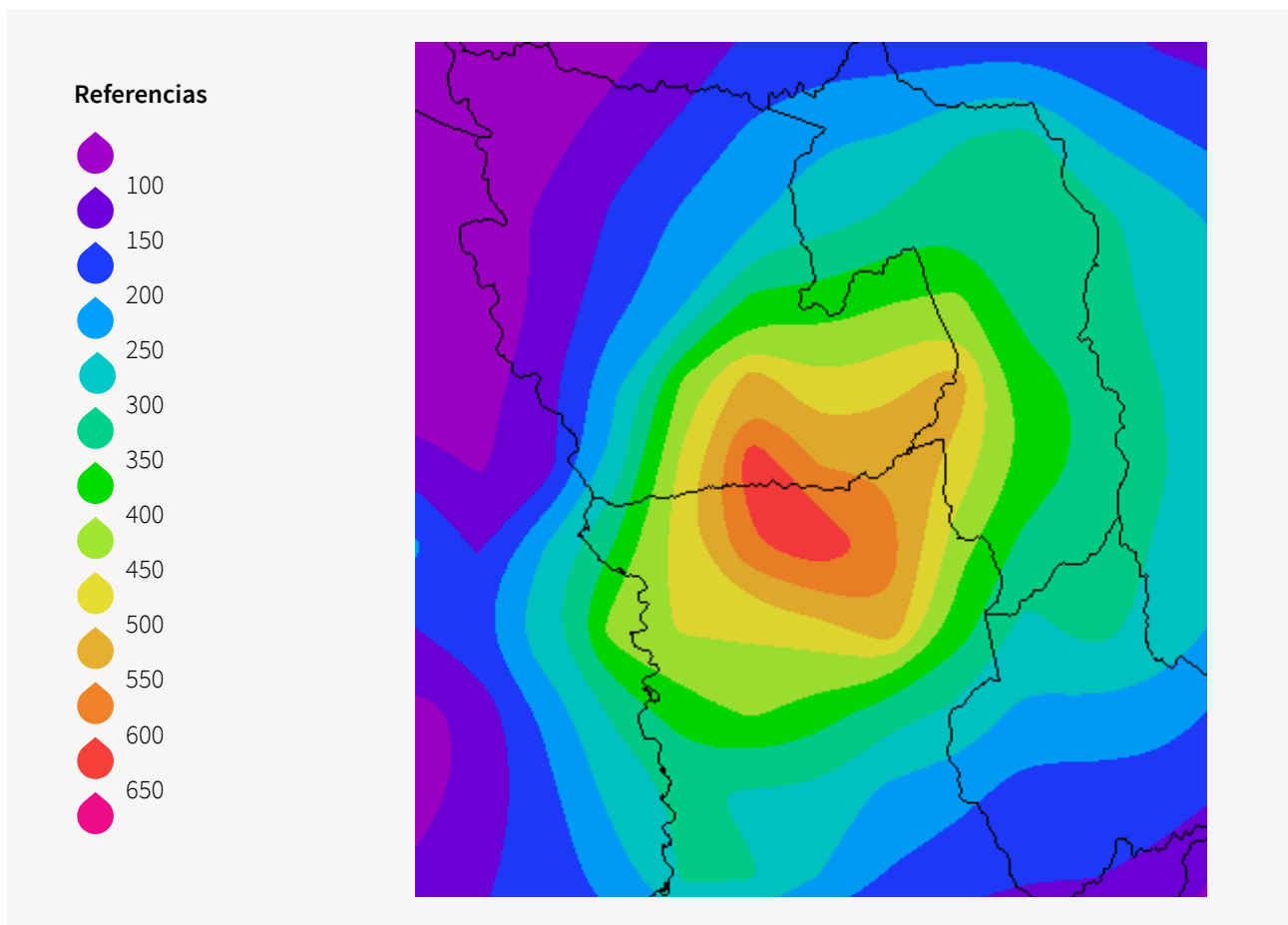
Figura 6. Consecuencia de la lluvia acumulada del 7 al 9 de diciembre 2016 en el departamento de San Pedro.



The image is a screenshot of a news article from the website 'LA NACION'. At the top, the logo 'LA NACION' is displayed in a large, black, serif font, with a red accent on the letter 'O'. To the right of the logo is a magnifying glass icon representing a search function. Below the logo is a photograph showing a wide, muddy river that has overflowed its banks, inundating a rural area with trees and some structures. The water is brown and turbulent. Below the photo, there is a dark blue banner with the text 'Foto: 970 AM' in white. Underneath the banner, the word 'DESTACADO' is written in a bold, black, sans-serif font. To the right of 'DESTACADO', the date and time '11 DE DICIEMBRE DE 2016 9:30' are displayed in a smaller, black, sans-serif font. The main headline of the article is 'En San Pedro, desborde de río deja familias aisladas', written in a large, bold, black, sans-serif font.

Fuente: <https://www.lanacion.com.py/2016/12/11/san-pedro-desborde-rio-deja-familias-aisladas>

Figura 7. Lluvia acumulada del 7 al 9 de diciembre 2016 en mm entre los departamentos de Concepción y San Pedro. La paleta de colores (abajo) indica los rangos de precipitación en milímetros.



Fuente de datos: Satélite TRMM. Elaboración propia.

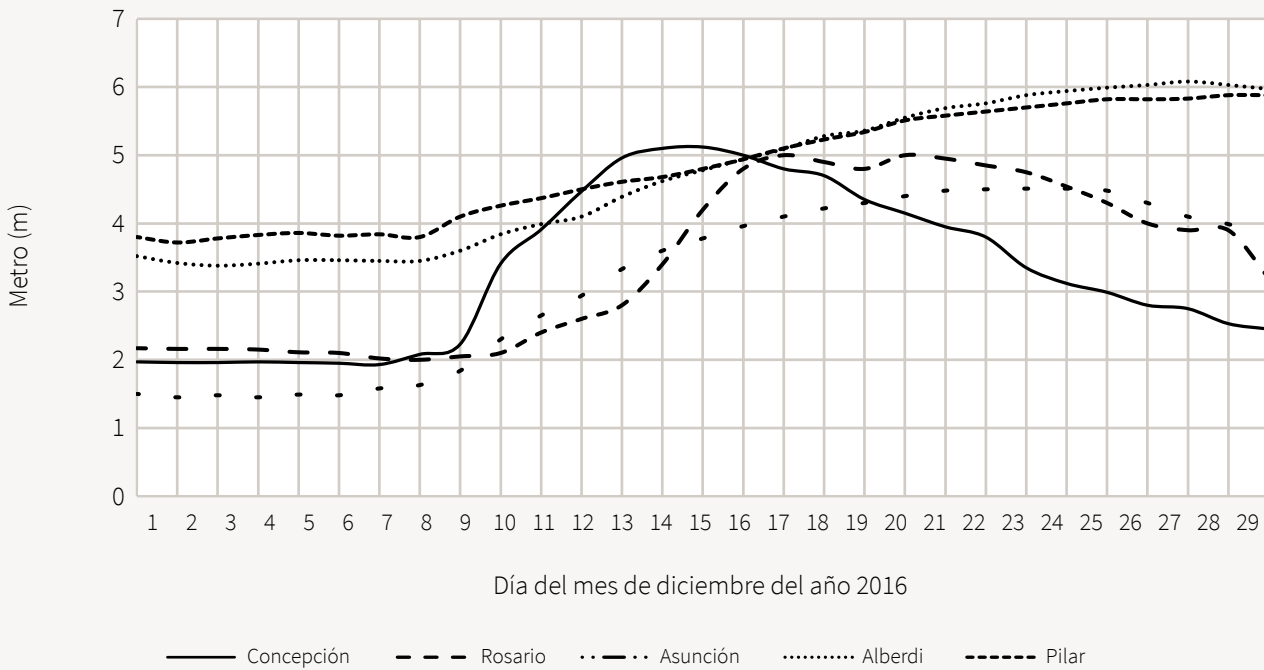
Efectos hidrológicos extraordinarios

La consecuencia directa de esta precipitación intensa fue la crecida rápida de los cauces hídricos, con el riesgo para las poblaciones ribereñas de ver subir las aguas muy rápidamente, en este caso las poblaciones asentadas a orillas del río Paraguay. Las lluvias extremas también pueden ocasionar crecidas extremas, especialmente en el momento del transporte de la onda de crecida, en este caso la onda de crecida también fue un evento extremo. En el río Paraguay la onda de crecida de la tormenta fue muy intensa (Gráfico 23), llegando en la ciudad de Concepción a elevar el nivel de las aguas 3,19 m en 6 días, Pto. Rosario 3,00 m en 8 días, Asunción 2,93 m en 16 días y Alberdi 2,63 m en 20 días. Estas ondas de crecidas, con sus características de elevación y tiempo de concentración, conforman eventos hidrológicos extremos (Cuadro 4).



La consecuencia directa de esta precipitación intensa fue la crecida rápida de los cauces hídricos, con el riesgo para las poblaciones ribereñas de ver subir las aguas muy rápidamente, en este caso las poblaciones asentadas a orillas del río Paraguay.

Gráfico 23. Onda de crecida, en metros, observada en los principales puertos sobre el río Paraguay aguas debajo de la zona con lluvia fuerte del 7-9 de diciembre de 2016.



Fuente: ANNP. Elaboración propia.

Cuadro 4. Características de la onda de crecida observada, en algunas localidades sobre el río Paraguay, desde el inicio del evento hasta llegar al nivel máximo.

Localidad	Nivel Inicial (m)	Nivel Final (m)	Variación (m)	Días	Crecida (m/d) ³⁶
Concepción	1,93	5,12	3,19	6	0,53
Rosario	2,00	5,00	3,00	8	0,38
Asunción	1,58	4,51	2,93	16	0,18
Alberdi	3,45	6,08	2,63	20	0,13
Pilar	3,80	5,88	2,08	20	0,10

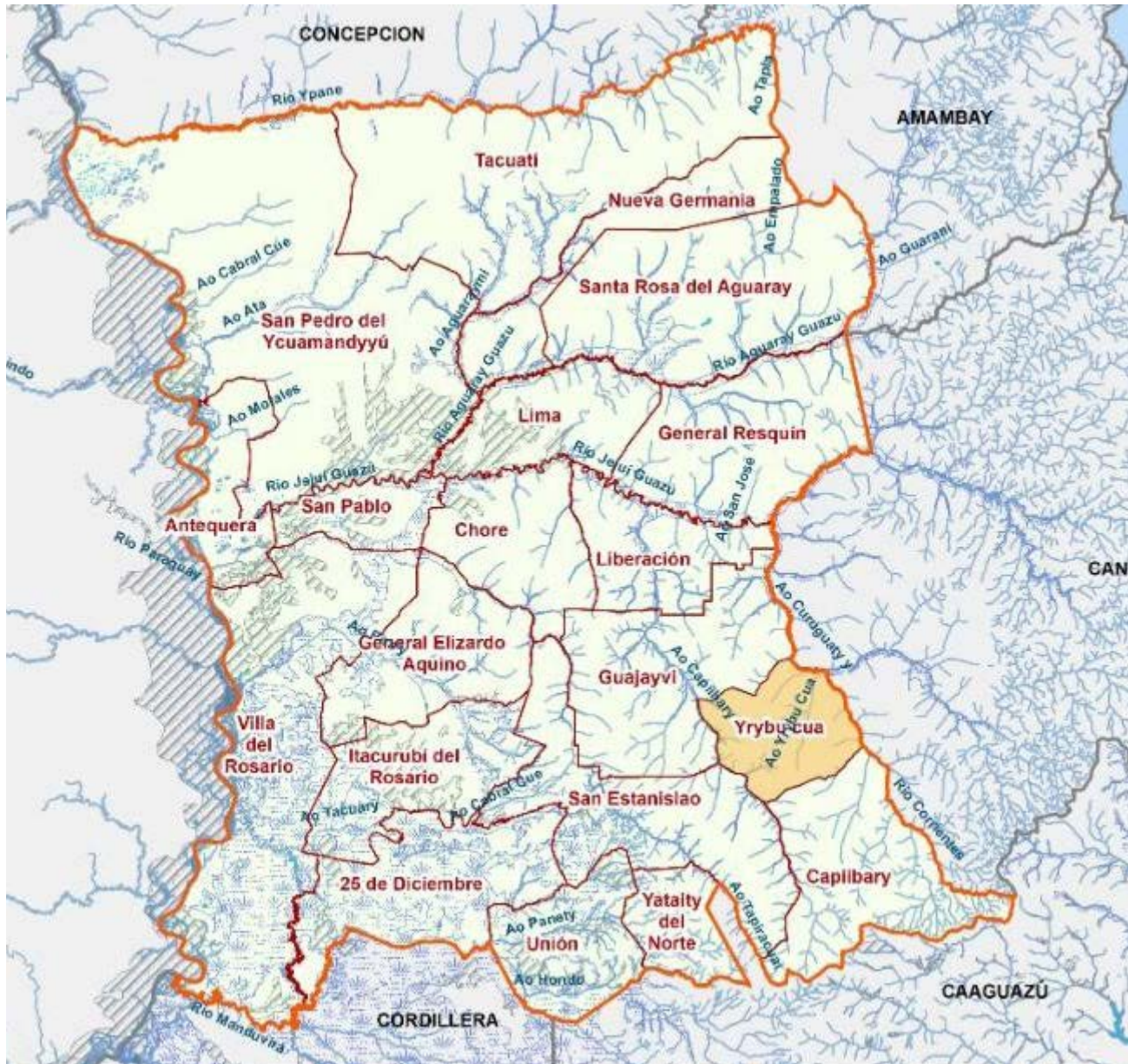
Elaboración propia.

Uno de los impactos esperados del cambio climático es la intensificación de las tormentas. En el departamento de San Pedro no tenemos información si este hecho responde al aumento de la cantidad de días con precipitación o si responde al aumento de la precipitación por cada evento, no obstante el aumento de las tormentas apunta a intensificarse con el cambio climático³⁷. Estas precipitaciones pueden causar inundaciones, especialmente en lugares con poco drenaje como los esteros o en campos bajos que tienden a ser inundables; otro factor importante en el departamento de San Pedro y que lo vuelve vulnerable a las inundaciones es su proximidad con el río Paraguay, además, está bañado por numerosos ríos interiores como el Manduvirá, el Jejuí Guazú y el Aguaray Guazú (Figura 8), que suelen desbordarse con las grandes lluvias.

36 Metros por día

37 Prein, A. F., et al., The future intensification of hourly precipitation extremes. Nature Climate Change, 2016

Figura 8. Mapa departamental de San Pedro con sus distritos, cauces hídricos, esteros y campos inundables.



Elaboración propia.

5. SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA



La población actual del departamento de San Pedro es de casi 430.000 habitantes, lo que representa el 6% de la población total del país en el 2018. Se estima que para el 2025 alcanzará los 461.413 habitantes.

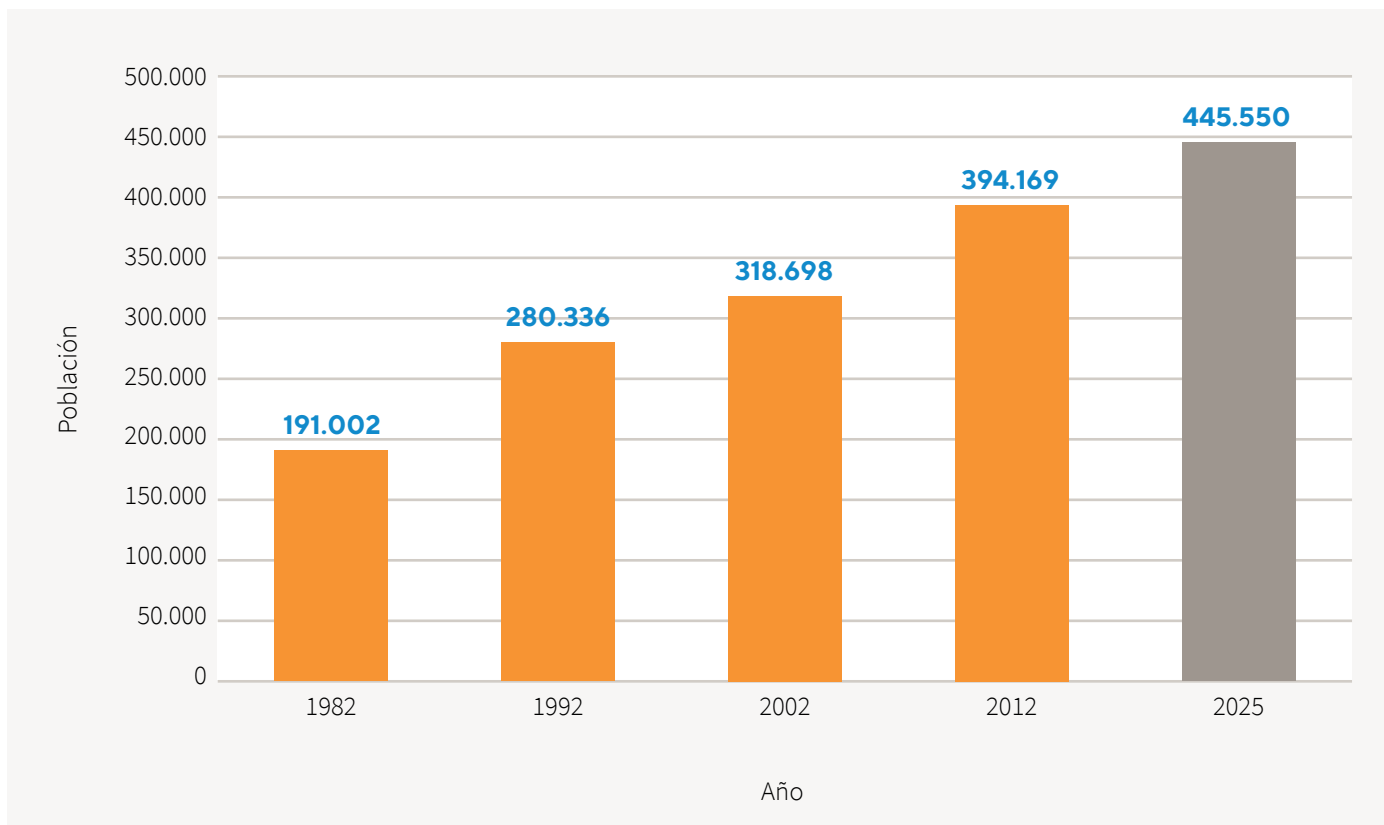
5.1. DEMOGRAFÍA

La población, su tamaño y características demográficas son indicadores del departamento que revelan la conformación social, así como su capacidad productiva y de consumo. La distribución de la población de San Pedro presenta una clara concentración en los distritos próximos a la ruta asfaltada que divide longitudinalmente el departamento. El distrito de San Estanislao aparece como el más poblado. En cuanto a la estructura urbana, el departamento de San Pedro presenta una disociación entre poder político y poder económico. Mientras que la capital administrativa y política tiene su base en la ciudad de San Pedro, muy cerca del río Paraguay, las zonas económicas más dinámicas se encuentran en las adyacencias de la ruta, siendo San Estanislao y Santa Rosa del Aguaray los polos urbanos, comerciales y de servicios más importantes. Además, más de 80% de la población vive en zonas rurales, resultado de la instalación sistemática de colonias rurales en las últimas tres décadas, debido a la amplia extensión territorial del departamento.

La población actual del departamento de San Pedro es de casi 430.000 habitantes, lo que representa el 6% de la población total del país en el 2018, según las proyecciones de población de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC).

Entre 1992 y 2018 la población ha crecido de forma moderada, a razón de casi 5.500 habitantes por año (Gráfico 24). Se estima que para el 2025 alcanzará los 461.413 habitantes. Una de las principales razones del crecimiento ha sido la creación sucesiva de colonias rurales en este departamento durante los últimos 40 años, así como el perfil joven de su población, mayormente en edad reproductiva.

Gráfico 24. Evolución de la población de San Pedro y proyección al 2022.



Fuente: DGEEC, 2016. Elaboración propia.

5.2. INFRAESTRUCTURAS Y TRANSPORTES

Las redes viales, sobre todo aquellas pavimentadas que aseguran el tránsito de todo tiempo, son de suma importancia para las comunidades rurales, ya que contribuyen en gran medida a dinamizar la economía local, los caminos les permiten transportar con facilidad los productos agrícolas y pecuarios y llegar a los centros urbanos para la comercialización de estos.

Según datos actualizados del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), el departamento de San Pedro cuenta con poco más de 5.800 kilómetros de caminos (Cuadro 5). Según la misma fuente, en 2019 la estructura vial departamental estaba compuesta principalmente por caminos no pavimentados que representaban el 82%, y siendo la red pavimentada el 18% (comprendida por caminos asfaltados, con tratamiento superficial, empedrados y empedrado combinado con ripio). Se observa claramente que los caminos de tierra son los predominantes (Figura 9). Las precipitaciones de intensidad media y alta tienen un efecto negativo sobre los caminos no pavimentados ya que la escorrentía del agua destruye los ya precarios caminos, volviéndolos intransitables hasta que se sequen, limitando de esta forma la salida de productos y personas.

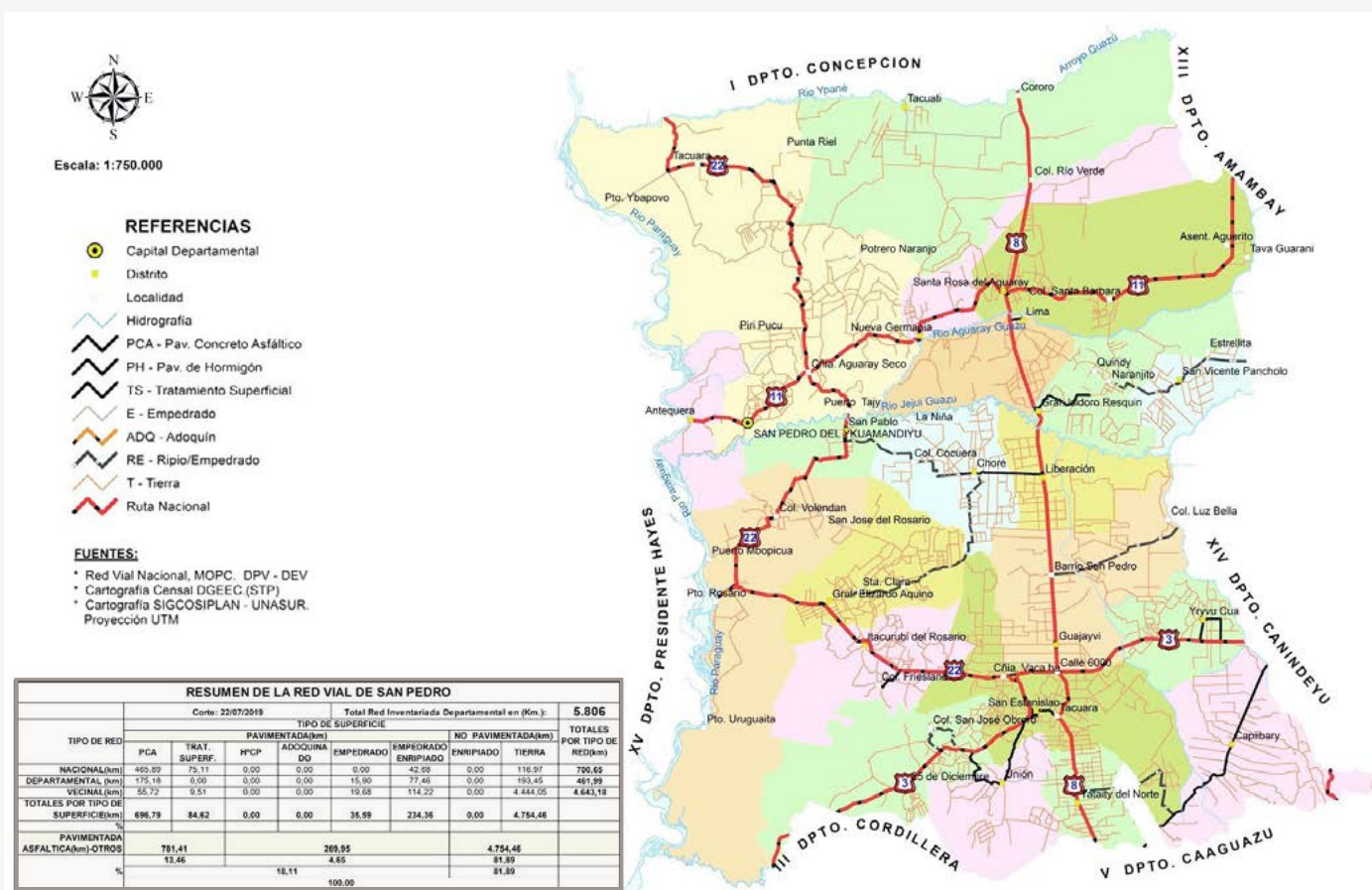
Sin embargo, su rol ha cambiado debido al crecimiento de la disponibilidad de motocicletas y automóviles. En otras palabras, estas infraestructuras que se habían instalado no se utilizaban con la frecuencia ni intensidad de ahora debido a que los medios de transporte y los flujos económicos no ameritaban un mayor usufructo.

Cuadro 5. Tipo de superficie de los caminos de San Pedro (en kilómetros) en el año 2019.

ASFALTO	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ³⁸	EMPEDRADO	EMPEDRADO RIPIO	TIERRA
697 km	85 km	36 km	234 km	4.755 km
TOTAL 5.806 km				

Fuente: MOPC, 2019.

Figura 9. Mapa de la red vial del departamento de San Pedro al año 2019.



Fuente: <https://www.mopc.gov.py/mopcweb/index.php?cid=770>

38 Los tratamientos superficiales abarcan desde una simple y ligera aplicación de cemento asfáltico o emulsión bituminosa, a múltiples aplicaciones de materiales asfálticos sobre las que se distribuyen agregados pétreos. También se consideran tratamientos superficiales algunos tipos de mezcla asfáltica-agregados. Todos los tratamientos superficiales sellan y prolongan la vida de los caminos. Cada tipo tiene uno o más propósitos especiales.

En cuanto a los transportes con que contaba la población del departamento de San Pedro en el 2019, los datos de la Dirección del Registro de Automotores indican que existe alrededor de 58.000 vehículos registrados, y permiten notar claramente que los autos y las motos han sido los vehículos que han experimentado crecimientos importantes. En el transcurso de siete años, la cantidad de autos registrados se ha triplicado y la cantidad de motos casi se ha quintuplicado. Esto indica un aumento significativo en la capacidad de movilidad principalmente de los pobladores, quienes pueden trasladarse a los centros de consumo y empleo, entre otros, pero que, además, la utilización de estos estarían contribuyendo al incremento de los gases de efecto invernadero³⁹.

Por otro lado, resulta llamativo que en el mismo periodo de tiempo la cantidad de transportes vinculados a actividades productivas como camionetas, tractores y camiones sufrieron variaciones significativas, siendo el caso del último un aumento de casi el doble. Esto indica que el aumento de la capacidad productiva (como resultado de la producción) va acompañado necesariamente de un aumento del equipamiento, tanto en cantidad como en calidad. Específicamente los tractores se han multiplicado por diez, indicando la presencia de otro tipo de agricultura, la mecanizada, es decir la expansión de la agricultura tecnificada por sobre los campos ganaderos tradicionales. Una parte del crecimiento ha sido favorecido por las facilidades financieras (créditos) ofrecidas a la población, así como el precio relativamente bajo, especialmente para la adquisición de motocicletas y automóviles.

Aun así, tal como se observó antes, el mal estado de los caminos y las precipitaciones reducen bastante la eficiencia y la rentabilidad de estos, al generar costos de transporte adicionales.

5.3. EMPLEO, POBREZA E INGRESOS

Según datos del año 2018, el 55% de los empleos del departamento de San Pedro correspondían al sector primario⁴⁰. Esto se explica atendiendo su matriz productiva, pues se trata de un departamento con importante producción ganadera y agrícola. Esto es particularmente significativo puesto que indica la cantidad de empleos que dependen de las condiciones climáticas, por lo que se asume que una sequía, tormenta severa y otros eventos climáticos extremos que afecten directamente a la agricultura y la ganadería, terminarán impactando en los empleos y por ende en los ingresos y en el nivel de vida de la población.

El perfil joven de su población hace que San Pedro presente una gran cantidad de personas en edad de trabajar, alrededor de 336.833 personas, con una tasa de subocupación (subempleo visible) del 9,8, según datos de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos.

Los niveles de pobreza aún son altos en el departamento de San Pedro (36,7%, según la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos). Más de un tercio de su población se encuentra en situación de pobreza, lo que representa aproximadamente un total de 150.000 personas, y además 35.000 en pobreza extrema. Esto señala que cuatro de cada diez personas se encuentran por debajo de la línea de

39 Aunque la participación de Paraguay en las emisiones mundiales totales es del 0,1%.

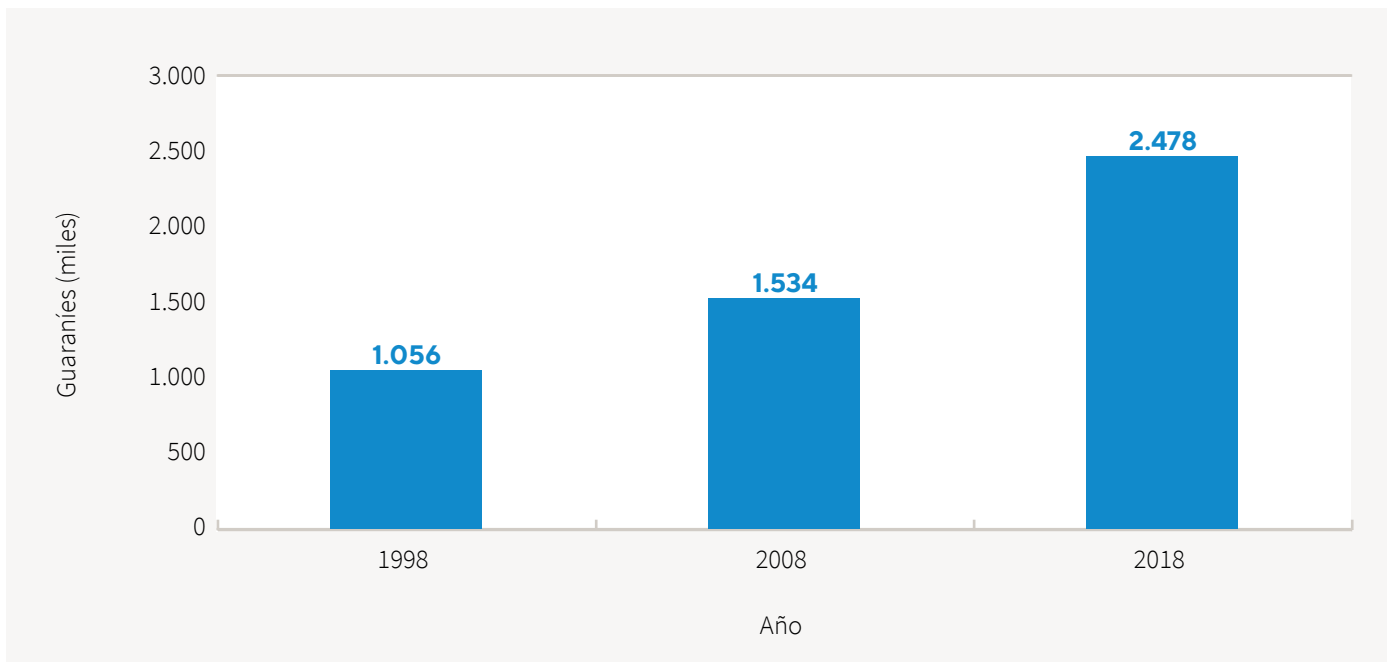
40 Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos

la pobreza y de la pobreza extrema, especialmente en las zonas rurales, las que se dedican a actividades agropecuarias y sus ingresos dependen en gran medida de la venta de los productos agrícolas. La extrema dependencia del clima de los sistemas productivos agropecuarios en general, y en especial aquellos de la población en situación de vulnerabilidad social, sitúa a estos en una posición de fragilidad social y de vulnerabilidad ante el cambio climático.

Por el lado de los ingresos provenientes de actividades productivas, la mayor demanda de commodities agrícolas de los últimos quince años, alimentada por una demanda creciente y sostenida de China, así como de otros países, la agricultura, la ganadería y las agroindustrias del departamento de San Pedro experimentaron un crecimiento de volumen y de valor que se transfirió a los distintos eslabones de las cadenas productivas.

Tal como se aprecia en el próximo gráfico, los salarios promedios mensuales, de todas las ramas de actividad, tuvieron un notable aumento promedio de 135% en los últimos veinte años (Gráfico 25). Así, un hogar con tres miembros, donde todos son mayores de 15 años, percibe un ingreso mensual promedio de más de 4.200.000 guaraníes (alrededor de 600 dólares), casi el doble del salario mínimo vigente⁴¹. El incremento en los ingresos se explica por la fuerte integración económica experimentada en la última década y media, que activó el mercado de trabajo, sofisticando y exigiendo nuevas habilidades y destrezas que se tradujeron en una mayor demanda laboral y en varios casos en mejores salarios, especialmente aquellos que requerían algún conocimiento específico o sofisticación que, aunque mínima, no era necesariamente fácil de encontrar en el territorio. Las mujeres han sido las que mejor capitalizaron estas oportunidades. En este sentido, los salarios percibidos por las mujeres, históricamente inferiores a los de los hombres, también crecieron en los últimos años, ya que las mismas accedieron a empleos formales en el sector de comercio y servicios.

Gráfico 25. **Evolución del promedio de ingreso laboral (en miles de guaraníes) en San Pedro.**



Fuente: DGEEC en línea, datos por temas. Elaboración propia.

41 El salario mínimo vigente en enero de 2020 es de 2.192.839 guaraníes, alrededor de 338 dólares.

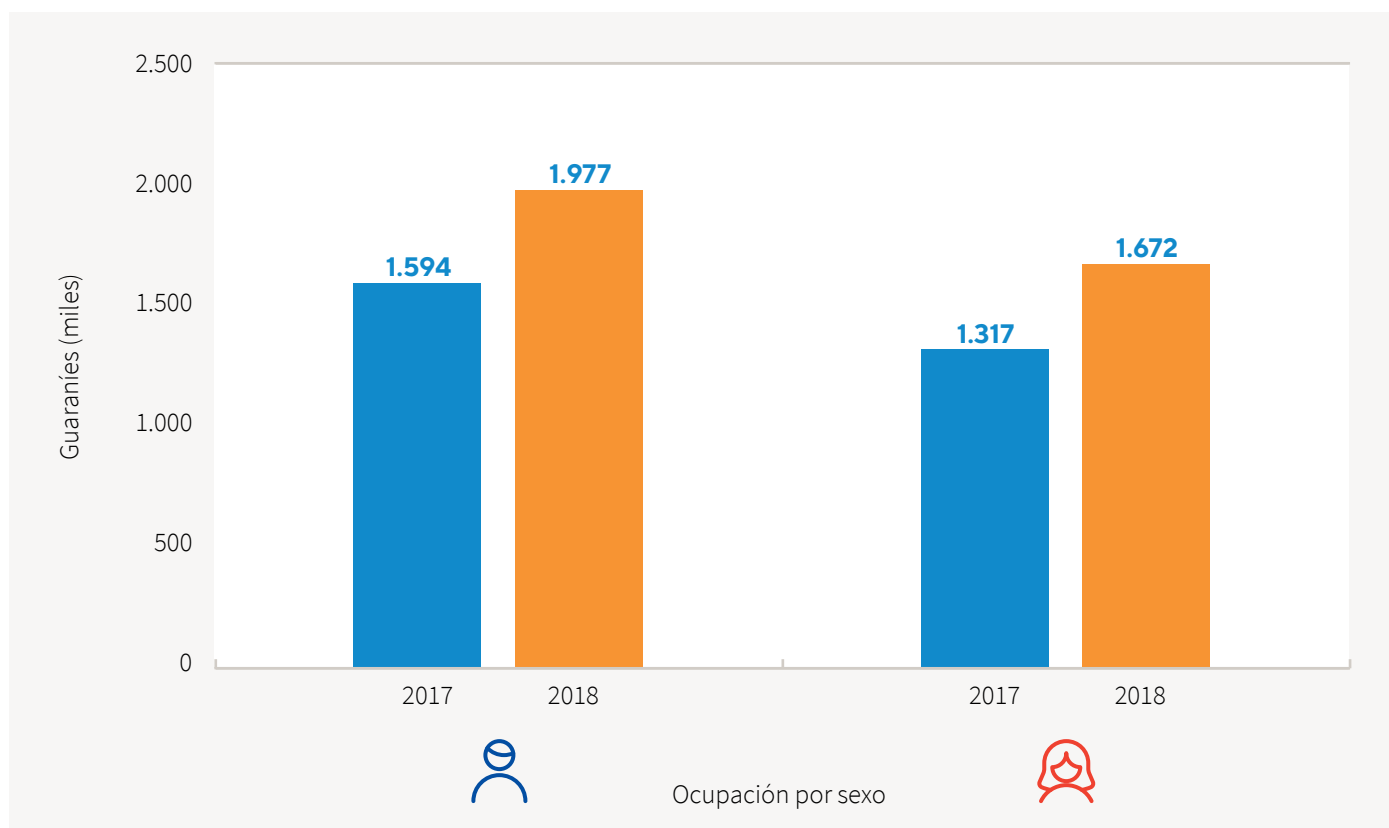
Según los datos de la DGEEC, el ingreso promedio por mes en el departamento de San Pedro creció moderadamente entre el año 2017 y 2018 (25%) (Gráfico 26). En cuanto a los ingresos por sexos, se aprecia que en los últimos años (2017-2018) la diferencia de ingresos promedio entre hombres y mujeres aumentó en el mismo periodo, pasando de Gs. 277.000 (43,2 dólares) a Gs. 305.000 (47,6 dólares), lo que representa un aumento de menos de 10%. A pesar de ello, se observa que los ingresos tanto de hombres como de mujeres experimentaron aumentos de 24 y 27% respectivamente.

Estas variaciones interanuales y entre sexos son bastante corrientes porque responden fundamentalmente al ritmo de los sectores productivos agropecuarios, que se encuentran muy expuestos a las variaciones de producción y de precios de los productos. Una vez más, la calidad de los empleos y las remuneraciones están vinculadas al clima, especialmente a las sequías y a las precipitaciones. Por su estructura económica y social profundamente vinculada a los ciclos agrícolas, hasta el sector industrial y el de servicios se ven impactados por el cambio climático.



La calidad de los empleos y las remuneraciones están vinculadas al clima, especialmente a las sequías y a las precipitaciones. Por su estructura económica y social profundamente vinculada a los ciclos agrícolas, hasta el sector industrial y el de servicios se ven impactados por el cambio climático.

Gráfico 26. **Promedio de ingreso mensual (en miles de guaraníes) en la ocupación principal de la población de 15 y más años de edad ocupada de San Pedro por sexo entre los años 2017 y 2018.**



Fuente: DGEEC, 2019. Elaboración propia.

5.4. PROGRAMAS SOCIALES

Este departamento presenta altos niveles de pobreza y desigualdad respecto al promedio nacional (23,5%), siendo su índice de Gini⁴² de 0,49. Si bien el crecimiento económico del departamento ha sido significativo, aún se observa un núcleo duro de pobreza asociado a deficiencias y problemáticas estructurales que, a su vez, se asocian con condiciones de infraestructura, salud, educación y acceso al mercado de trabajo. Esta situación se ve reflejada en la cantidad de beneficiarios de Programas Sociales del Estado, que se focalizan en población en situación de pobreza y pobreza extrema (Cuadro 6). Uno de los subsidios corresponde al programa Tekoporã, que está vigente desde el año 2005 y es administrado por la Secretaría de Acción Social (SAS) actualmente Ministerio de Desarrollo Social. En el departamento, casi 49.000 millones de guaraníes (7,6 millones de dólares) fueron transferidos a un total de 22.019 beneficiarios en el año 2019, alrededor del 5% de la población total. El monto bimestral recibido por las familias es de aproximadamente 90 dólares.

El otro subsidio conocido como la Ley de Adultos Mayores, otorgado mediante la Ley N° 3.728/09 “Que establece el derecho a la pensión alimentaria para las personas adultas mayores en situación de pobreza”, está a cargo del Ministerio de Hacienda. La misma consiste en una pensión mensual no menor al 25% del salario mínimo vigente⁴³, y está dirigida a adultos mayores de 65 años y en situación de pobreza. Este programa dispone de 18.531 beneficiarios en el departamento de San Pedro, poco más del 4% de la población total. Los programas sociales no son acumulativos, es decir los beneficiados no pueden acceder a ambos programas simultáneamente. En forma conjunta, estos programas sociales benefician a cerca de 45.600 personas de forma directa, poco menos del 10% de la población total del departamento. Estas transferencias del Estado ayudan a reducir la vulnerabilidad al cambio climático, ya que se focalizan en las personas y las familias más expuestas a pérdidas de ingresos por eventos climáticos extremos.

Cuadro 6. **Cantidad de beneficiarios y monto anual transferido a las personas en el departamento de San Pedro al año 2019 por los programas Tekoporã y Adultos mayores.**

Subsidio	Cantidad de beneficiarios	Importe anual
Programa Tekoporã	22.019	7.600.000 US\$
Ley de Adultos Mayores	18.531	18.900.000 US\$
TOTAL	40.550	26.500.000 US\$

Elaboración propia.

42 Cabe mencionar que el coeficiente de Gini es una forma de medir la desigualdad, o bien el nivel de concentración que existe en la distribución de los ingresos en la población. Sus valores oscilan entre 0 y 1, un coeficiente de Gini de 0 representa una equidad perfecta, mientras que un coeficiente de 1 representa una inequidad perfecta. Por lo tanto, cuanto más cercano a uno, mayor la desigualdad en el país.

43 Salario Mínimo Vigente en el año 2019: Gs. 2.192.839, alrededor de 338 dólares.

5.5. ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN

En el departamento de San Pedro existen tres sistemas productivos principales: agricultura tecnificada, agricultura familiar campesina y la ganadería para carne.

En este estudio se considera que una vulnerabilidad alta puede afectar a más del 40% de los ingresos provenientes de las actividades productivas agrícolas. Las medianas afectan del 30 al 40% de los ingresos y las bajas, menor al 30%. Esta escala se basa en el nivel de pérdida de ingresos, donde el valor de los productos puede hacer variar el resultado. Así, debido a que la soja tiene un mejor precio, las pérdidas de esta serán siempre mayores a la del maíz. Además, al tratarse de un cultivo de verano, la soja está mucho más expuesta a la sequía que el maíz. Existen tres sistemas productivos principales:

- **La Agricultura tecnificada:** los cultivos de soja y de maíz son afectados principalmente por la sequía. Por la envergadura de las inversiones (semillas, insumos, silos, industrias, camiones, maquinaria agrícola) y el valor de la producción, así como por la participación en el PIB sectorial y nacional, este tipo de agricultura tiene una vulnerabilidad alta al cambio climático. Por ejemplo, asumiendo que el costo promedio de producción de soja es de 500 dólares por hectárea, los agricultores de soja de San Pedro invierten anualmente un promedio de poco más de 168 millones de dólares.
- **La Agricultura familiar campesina:** es afectada principalmente por la sequía en los cultivos tradicionales de sésamo, mandioca, maní y poroto. Las hortalizas también forman parte de este esquema productivo. Las tormentas severas afectan a la producción hortícola (tomate y pimiento principalmente) así como a los animales menores, principalmente gallinas. Esta agricultura presenta una alta vulnerabilidad al cambio climático ya que este afecta de forma directa no solo a la capacidad de generar ingresos, sino sobre todo a la seguridad alimentaria, por la disminución de alimentos para el consumo familiar.
- **La Ganadería para carne:** se ubica en las zonas marginales del departamento. La sequía y las tormentas severas afectan a este sistema productivo. Esta actividad presenta una vulnerabilidad media al cambio climático.

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

La agricultura es una actividad tradicional en el departamento. Desde la década de 1960 las operaciones de colonización rural permitieron la creación de colonias con agricultores familiares campesinos. Este segmento social se consolidó como proveedor de productos agrícolas para el mercado interno y para la exportación, como por ejemplo el algodón hasta la década del 2000. Tras la crisis del algodón a finales de la década de 1990, cuando este cultivo inyectaba ingreso y dinamismo productivo, pero que por problemas de rentabilidad y cambio en los mercados mundiales la demanda se redujo significativamente, el cultivo del sésamo y la mandioca ganaron fuerza y lograron, al menos en parte, reemplazar al algodón como cultivo de renta y generador de ingresos monetarios a partir de inicios de la década del 2000.

Luego, ya en la década del 2010 se conformaron cadenas de valor que se caracterizaron por asegurar el acceso al mercado y en algunos rubros incluso la creación de industrias que agregaron valor a la producción. También, como resultado del boom internacional de commodities agrícolas, el cultivo de soja, maíz, trigo y arroz

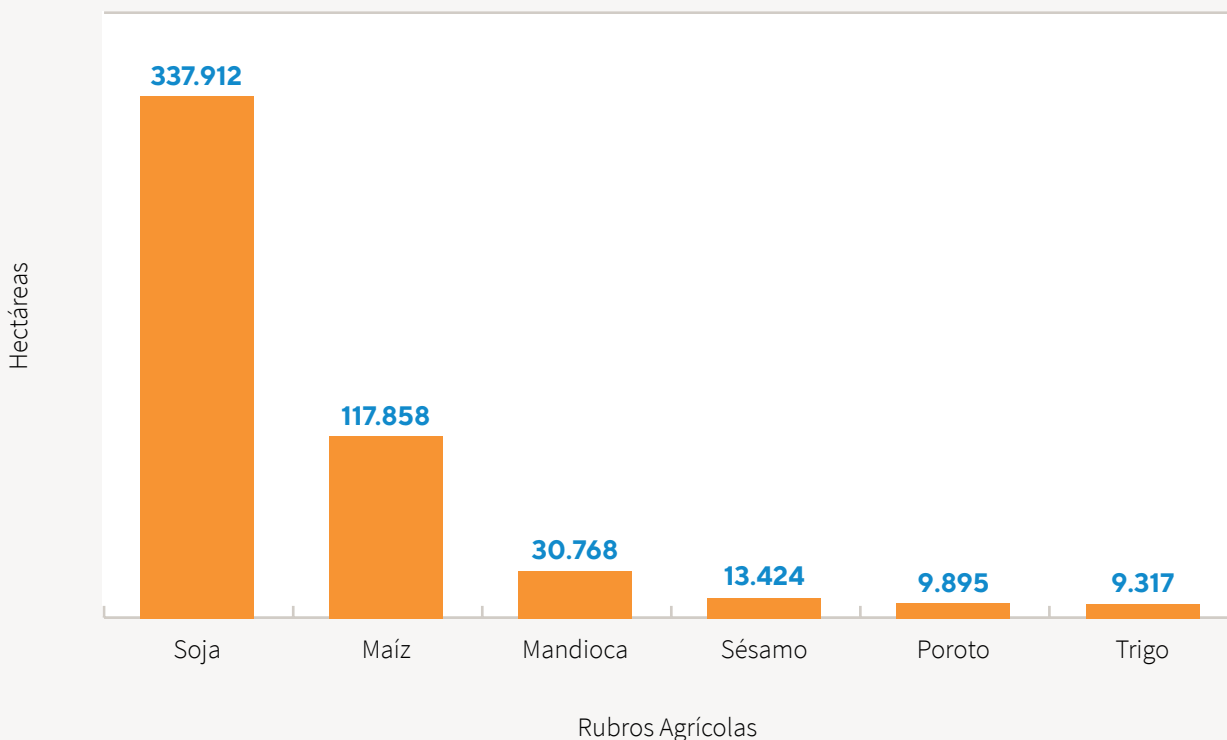
mecanizado avanzó en el departamento de San Pedro, aprovechando la existencia de espacio subutilizado, principalmente en zonas dedicadas a la ganadería.

De esta forma, los cultivos tradicionales campesinos se complementaron con los de la agricultura tecnificada para diversificar la producción agrícola del departamento. La agricultura tecnificada constituye la de mayor importancia en el departamento de San Pedro, atendiendo a la superficie que abarca (y en consecuencia a la producción e ingresos generados). El área que esta cubre es ampliamente superior a la de los rubros de la agricultura familiar.

Los cultivos principales de la agricultura son rubros de verano y por lo tanto tienen una alta sensibilidad a los eventos climáticos extremos, especialmente a la sequía, en el caso de los cultivos de soja, maíz, sésamo y mandioca.

Según publicaciones oficiales del Ministerio de Agricultura y Ganadería, la superficie cultivada en el año 2018 de los principales rubros de soja, maíz y trigo fue de aproximadamente 340.000, 118.000, y 9.300 hectáreas al año respectivamente. Además, cabe mencionar que los dos últimos están asociados directamente a la soja, ya que se integran esquema de rotación de cultivos. Así, el valor total de la producción de estos rubros representa casi el 90% del valor total y supera en casi siete veces al de la producción de la agricultura familiar, tal como se puede apreciar en los siguientes gráficos y tablas. Debido a la envergadura de los cultivos y el volumen producido (Gráfico 27 y Cuadro 7), así como los precios de los commodities (soja, maíz y trigo) los mayores ingresos del departamento provienen de este sector.

Gráfico 27. Superficie de los principales cultivos de San Pedro (en hectáreas) en el año 2018.



Fuente: MAG, 2019. Elaboración propia.

Por su parte, los rubros principales de la agricultura familiar son sésamo, poroto, maní, maíz, cebolla, mandioca y caña de azúcar. Sin embargo, los muy bajos niveles de productividad impiden que los ingresos sean mayores, incluso si el mercado nacional demanda estos productos en volumen y diversidad. Las limitaciones tecnológicas, especialmente la muy baja incorporación de innovaciones en los cultivos (semillas, abonos, y buenas prácticas agrícolas) y de degradación de suelos, continúan siendo aspectos limitantes a la diversificación e intensificación productiva, reduciendo los ingresos de los agricultores e incrementando la vulnerabilidad al cambio climático.

Considerando los rubros de la Agricultura Familiar, destaca entre ellos el cultivo de sésamo por no ser parte del esquema tradicional y por ser San Pedro el departamento con mayor superficie cultivada y producción (40,1%) del país. Aunque la superficie cultivada de mandioca es mayor a la del sésamo, este último rubro es más importante en términos económicos porque permite ingresos monetarios mucho más altos que la mandioca, que además ha experimentado una caída de precios. De igual forma, la mandioca forma parte de la dieta diaria de las familias y su cultivo se asocia también a la seguridad alimentaria. El valor comercial del sésamo es 20 veces más alto que el de la mandioca, así se explica que aunque tenga menor superficie, el sésamo sea más relevante como generador de ingresos a las familias.

El valor total anual de los principales rubros agrícolas de San Pedro ronda los 3,8 billones de guaraníes (lo que equivale a más de 643 millones de dólares americanos), considerando los rubros con mayor superficie en el departamento (soja, maíz y trigo), con precios de mercado local de los rubros al 26 de diciembre de 2019 y tipo de cambio del Banco Central del Paraguay (BCP) a la misma fecha.

Cuadro 7. Rendimiento por hectárea, precio, producción y valor de la producción de los principales cultivos de San Pedro en el año 2018. Fuente: MAG 2019, Servicio de Información de Mercados Agropecuarios (SIMA) con tipo de cambio del BCP.

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	Precios (G/ton)	Producción (ton)	Valor de la producción (millones de G)	Valor de la producción (millones de US\$)
Soja	3.192	2.213.000	1.078.677	2.387.112	403
Mandioca	19.958	1.250.000	614.058	767.573	129
Maíz	4.635	988.000	546.269	539.714	91
Poroto	728	8.000.000	7.202	57.616	10
Sésamo	539	5.000.000	7.229	36.145	6
Trigo	1.681	1.307.000	15.664	20.473	3
Total				3.808.632	643

Elaboración propia.

En cuanto a los rendimientos de los cultivos del departamento en comparación a los nacionales, se puede decir que cuentan con rendimientos cercanos al promedio nacional los rubros como trigo, soja y mandioca; siendo este último un 11% superior a la media en el país. Por otro lado, los cultivos restantes se encuentran entre 7 y 14% por debajo del rendimiento promedio en el país, en gran parte porque los suelos presentan menores condiciones de fertilidad y porque se encuentran mayormente degradados, ya que la implementación de buenas prácticas agrícolas es muy baja, sobre todo en los agricultores familiares campesinos.

Anteriormente la producción hortícola se destinaba al consumo familiar y en algunos casos se lograba comercializar en Asunción, con una rentabilidad muy baja por los altos costos de transporte, vinculado a las grandes distancias y al mal estado de los caminos. Sin embargo, actualmente cada centro urbano del departamento constituye una demanda de tamaño mucho más grande que debe ser atendida, lo que representa nuevas oportunidades productivas y comerciales para los agricultores familiares campesinos.

Las mujeres, históricamente encargadas de la producción de subsistencia, han tomado el desafío de la comercialización en las ferias de productos hortícolas que con distintas periodicidades se organizan en los centros urbanos. Si bien no existen datos oficiales sobre esta actividad, se asume que es muy importante, puesto que se trata de ingresos frecuentes (diarios, semanales, quincenales y mensuales) que rompen la tendencia estacional histórica de los ingresos agrícolas (ingresos concentrados en un solo periodo del año) y tienen un impacto extremadamente importante en las economías de las familias.

Otro cultivo importante es el de la mandioca, que genera un movimiento comercial e industrial de alrededor de 132.000.000 de dólares anuales. Este rubro ha sido impulsado y favorecido por la instalación de al menos dos industrias que elaboran almidón de mandioca y han logrado acceder a porciones del mercado mundial en condiciones de competitividad.

La planta industrial de CODIPSA ubicada en el departamento de San Pedro ha contribuido a generar mayores ingresos a los agricultores familiares; aunque no se cuentan con datos oficiales, se estima que el ahorro en flete y gestión para el traslado de la producción a grandes distancias, como por ejemplo al Mercado de Abasto de Asunción (más de 150 kilómetros), es mucho más favorable a los agricultores gracias a que las industrias están a menos de 30 kilómetros, lo que se traduce en mayores ingresos. Según datos del Banco Central del Paraguay, en los últimos cinco años se exportó almidón de mandioca por un valor de 62 millones de dólares. Una parte de estos ingresos termina beneficiando a los agricultores familiares, gracias al valor industrial agregado. Por esta razón, vender a las industrias locales es mucho más conveniente que al Mercado de Abasto de Asunción que, además, siempre pagó un precio menor que el de las industrias.

La cadena de valor de la mandioca presenta una doble vulnerabilidad al cambio climático. La primera está dada por las sequías que afectan en dos momentos, en el desarrollo del cultivo y sobre todo en el periodo de cosecha. Al tratarse de un tubérculo, su extracción manual exige una suficiente fuerza para extraerlo de la tierra, y aun mucha más cuando la tierra está muy seca, en periodos de sequía. La segunda vulnerabilidad específica es que, por tratarse de un producto agrícola voluminoso, requiere camiones de 3,5 a 7 toneladas para llegar al mercado. Las precipitaciones y tormentas limitan y muchas veces impiden el tránsito de este tipo de vehículos debido al mal estado de los caminos no pavimentados. Paradójicamente, mientras que las precipitaciones favorecen el desarrollo de la planta y facilitan la extracción de la mandioca, frenan e impiden la comercialización.

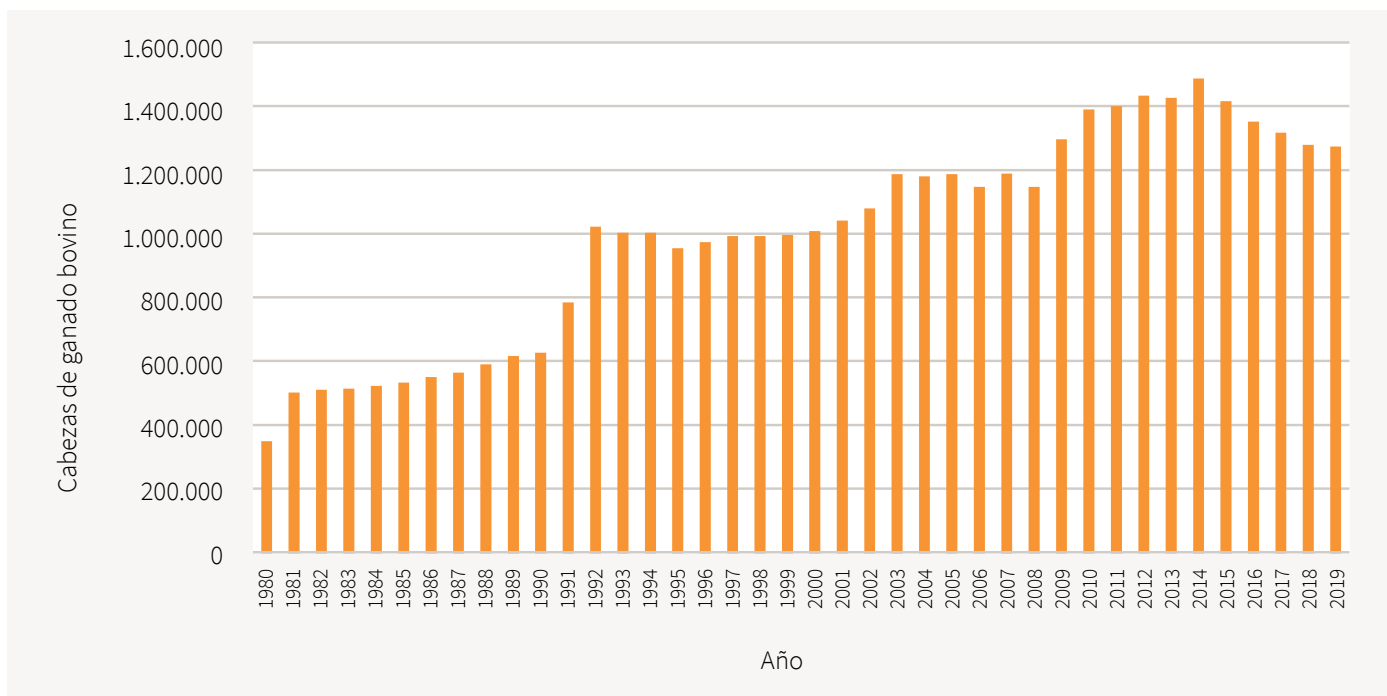
Sin embargo, una limitación marcada que tiene esta cadena de valor es el nivel muy bajo de productividad del cultivo de la mandioca por la pérdida de fertilidad de los suelos, así como la muy baja aplicación de buenas prácticas agrícolas y la casi nula modernización de los sistemas productivos, lo que conspira contra los ingresos de los agricultores, así como contra la capacidad instalada de las industrias.

Una pérdida importante para este sector de la agricultura campesina se traduce en la menor disponibilidad de alimentos y por lo tanto un incremento de la pobreza e incluso de la pobreza extrema, en estos casos la existencia de programas sociales reduce el impacto.

PRODUCCIÓN PECUARIA

La producción de ganado bovino en el departamento de San Pedro ascendía a casi 1.280.000 cabezas en el año 2019, siendo la zona de mayor producción en la Región Oriental. Con respecto a su importancia a nivel nacional, se puede decir que esta es relativamente alta contando con cerca del 10% del total del ganado bovino en el país. Incluso, la producción bovina ha aparecido en las fincas de la agricultura familiar campesina como forma de ahorro, porque reduce significativamente el riesgo asociado a la incertidumbre de las cosechas de rubros agrícolas.

Gráfico 28. Evolución de la población de ganado bovino en San Pedro.



Fuente: SENACSA.

Obsérvese que la población de ganado bovino ha venido experimentando un crecimiento sostenido desde la década de 1980 (Gráfico 28). El crecimiento del hato ha sido posible no solo por una expansión horizontal, sino sobre todo por la intensificación productiva mediante la introducción de innovaciones que permitieron incrementar la productividad.

Por otra parte, con relación a la producción de animales menores, la de aves representa la de mayor volumen en el departamento (Cuadro 8), y a la vez corresponde al 6% del total del país, en su gran mayoría corresponde a la producción de las fincas campesinas.

Cuadro 8. Cantidad de cabezas según tipo de producción animal en San Pedro en el año 2016.

AVES	PORCINO	EQUINO	OVINO	CAPRINO
1.085.189	192.830	33.200	26.362	5.872

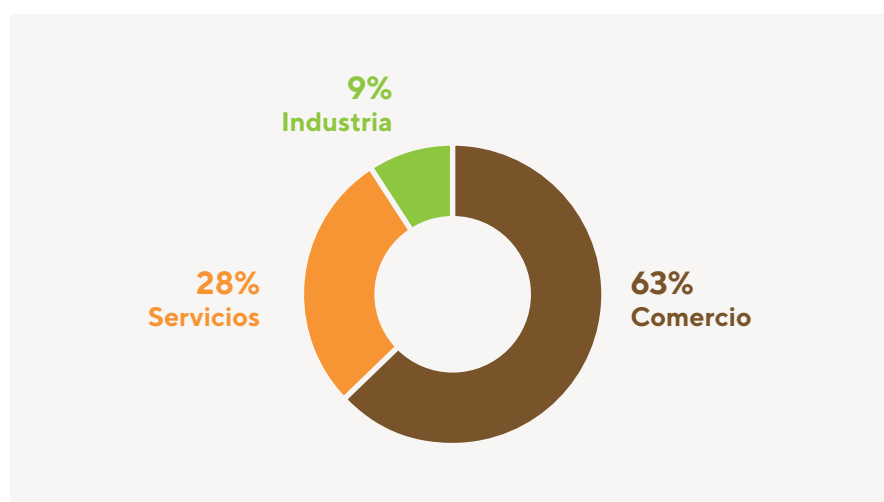
Fuente: SENACSA, 2016.

Este sector productivo muestra mayores niveles de vulnerabilidad en el grupo de la Agricultura familiar campesina, donde la cría de animales menores (gallinas y cerdos) son destinados principalmente al consumo familiar.

INDUSTRIAS, COMERCIOS Y SERVICIOS

Según el Censo Económico Nacional, de un total cercano a 5.500 unidades económicas, alrededor de seis de cada diez son comercios y casi un tercio servicios (Gráfico 29). Esto habla de una economía bastante urbana, aunque directamente vinculada a la actividad agropecuaria.

Gráfico 29. Unidades económicas en San Pedro (en porcentaje) en el año 2010.



Fuente: DGEEC, 2011. Elaboración propia.

La distribución de las unidades económicas y del personal ocupado pueden observarse en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Unidades económicas y personal ocupado por sexo en San Pedro, Censo Económico Nacional.

Districtos	Unidades económicas	Personal ocupado por sexo	Hombre	Mujer
San Pedro	783	1.853	1.029	824
Antequera	142	386	225	161
Choré	529	1.320	795	525
General Elizardo Aquino	251	759	457	302
Itacurubí del Rosario	311	874	530	344
Lima	139	283	151	132
Nueva Germania	93	169	87	82
San Estanislao	1.276	3.541	1.901	1.640
San Pablo	79	157	91	66
Tacuatí	129	291	149	142
Unión	69	101	43	58
25 de Diciembre	60	136	74	62

Distritos	Unidades económicas	Personal ocupado por sexo	Hombre	Mujer
Villa del Rosario	220	656	382	274
General Isidoro Resquín	154	456	282	174
Yataity del Norte	133	334	202	132
Guayaybí	295	669	367	302
Capiibary	414	945	536	409
Santa Rosa del Aguaray	301	747	437	310
Yrybucúá	70	124	48	76
Total San Pedro	5.448	13.801	7.786	6.015

Fuente: DGEEC, 2011.

Con respecto al valor económico que aportan los sectores de industria, comercio y servicios cabe señalar que los datos oficiales disponibles están desfasados debido a que pasaron ya diez años del último Censo Económico⁴⁴.

Por último, el sector financiero ha experimentado una expansión en la última década, expresada en la cantidad de bancos. Actualmente, según el Banco Central del Paraguay, operan 14 instituciones financieras, con alrededor de 27 sucursales en las ciudades más importantes y poco más de 240 corresponsales no bancarios, que amplían las operaciones financieras. Las ciudades mejor servidas y con mayor oferta son San Estanislao y Santa Rosa del Aguaray. Incluso los distritos de menor dinamismo productivo disponen al menos de corresponsales bancarios, como San Pablo.

Según los Indicadores y Datos de Bancarización del Banco Central del Paraguay, en el departamento de San Pedro existen más de 60.000 cuentas bancarias y, al primer trimestre de 2020, los depósitos de dinero en distintas modalidades ascienden a más de 67 millones de dólares.

6. IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

EN LA AGRICULTURA

Los eventos climáticos de la década pasada han provocado pérdidas millonarias a la economía del departamento. Aunque no se disponen de datos oficiales ni sistemáticos sobre los impactos del cambio climático para todos los sectores, por deficiencia de estadística, para algunos rubros, como el del maíz y la soja de la agricultura tecnificada, se dispone de información y los daños por efectos climáticos son elevados.

En esta sección se integran los apartados climáticos y económicos de forma de identificar y cuantificar los impactos del cambio climático sobre la estructura económica del departamento de San Pedro. La metodología del cálculo consistió en comparar la producción de cada rubro del departamento de San Pedro de un año promedio con el año en que ocurrió un evento climático extremo. La diferencia de producción obtenida luego fue multiplicada por el valor de cada producto, obteniéndose de esta forma el valor total de la pérdida monetaria de cada rubro (Cuadro 10).

Pérdidas por sequía en la agricultura, en dólares

Cuadro 10. Pérdidas en cultivos por eventos de sequía, en el departamento de San Pedro.

Cultivo	2009	2012
Soja	62.050.000	201.124.667
Maíz	11.788.461	10.531.515
Sésamo	No hubo pérdidas	9.960.000
Mandioca	70.000	10.360
Poroto	1.600	2.400
TOTAL	73.910.061	221.628.942

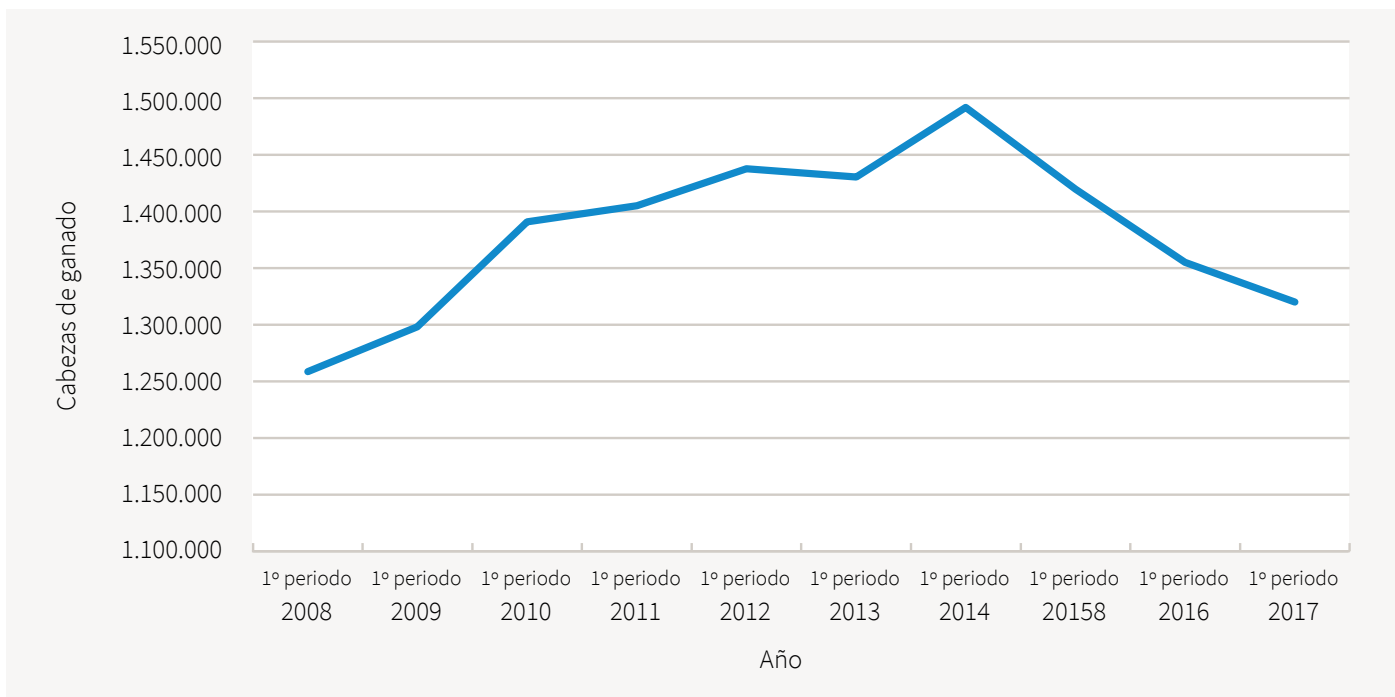
Fuente: Ministerio de Agricultura, Dirección de Comercialización y CAPECO. Elaboración propia.

En la última década, el impacto del cambio climático en el departamento de San Pedro ha sido causado principalmente por sequías, como la ocurrida en el verano 2008-2009 y sobre todo la del 2011-2012. Este último evento significó para Paraguay una pérdida por exportaciones de soja de aproximadamente 1.000 millones de dólares, de los 9.000 millones de dólares que el país exporta anualmente en promedio, incluyendo los granos y sus derivados. El departamento de San Pedro participó de esta disminución de exportaciones por un valor de 70 millones de dólares.

Sin embargo, la sequía del periodo 2011-2012 tuvo un impacto económico mucho mayor. Solo en soja y maíz se perdieron más de 210 millones de dólares, mientras que los agricultores familiares sufrieron pérdidas valorizadas en al menos 10 millones de dólares. En el caso de estos últimos, las pérdidas fueron más allá de los ingresos que dejaron de realizarse, pues afectaron la disponibilidad de alimentos en los segmentos de menores ingresos y de mayor vulnerabilidad social.

Con respecto a las inundaciones, el periodo comprendido entre los años 2014 y 2016 tuvo serios impactos en el sector ganadero, especialmente en la porción sur del departamento de San Pedro. A partir de los datos de SENACSA, se aprecia una disminución de 170.000 cabezas como resultado directo de la inundación de los campos (Gráfico 30). Asumiendo que cada animal perdido tiene un valor promedio de 650 dólares, el sector ganadero fue impactado por pérdidas de al menos 110 millones de dólares, especialmente de animales jóvenes, lo que retrasa todo el ciclo productivo y afecta de forma residual a este sistema.

Gráfico 30. Cantidad de cabezas de ganado en el departamento de San Pedro, 2008-2017.



Fuente: SENACSA. Elaboración propia.

Estas pérdidas están calculadas sobre los ingresos que dejaron de percibir los agricultores y ganaderos, pero si se incorporan los impactos de la disminución de la producción sobre los demás eslabones de la cadena, la cifra sería mayor. En efecto, se deberían incluir las pérdidas de los silos, del sector de transportes terrestre y fluvial, así como de la industria nacional de aceite y harina para el caso de la

soja. De igual forma, también existen pérdidas en el comercio y los servicios del departamento, especialmente para las ciudades de San Estanislao y Santa Rosa del Aguaray, es decir aquellas operaciones que se tendrían que haber producido con los ingresos de los agricultores y ganaderos. No se pueden hacer estimaciones sobre estas pérdidas por insuficiencia de datos.

El sector financiero en particular se ha visto afectado por las pérdidas de soja y maíz, principalmente en los años de sequía, ya que los agricultores no pueden honrar sus cuentas y se ven obligados a refinanciar, reestructurar y renovar los créditos, prolongando los efectos la sequía sobre los años siguientes en que, si las condiciones climáticas y productivas acompañan, regularizarán las deudas atrasadas.

Las heladas también tienen un efecto directo sobre la producción de cultivos, pero su cuantificación resulta extremadamente difícil por la inexistencia de datos que puedan permitir una valoración departamental sistemática. En la producción hortícola, las heladas generan pérdidas considerables, especialmente a aquellos productores que no disponen de tecnología adecuada.

EN LA SITUACIÓN SOCIAL

Varios eventos climáticos impactan en la población del departamento. Las precipitaciones y tormentas son las principales, pues limitan y a veces impiden el normal desarrollo de las actividades cotidianas, como por ejemplo los traslados a los servicios públicos por problemas de tránsito sobre caminos no pavimentados.

La suspensión de clases en los niveles de Escolar básica, Educación media y universidades son corrientes en el departamento, especialmente en las zonas rurales. Debido al mal estado de los caminos no pavimentados, las lluvias de distinta intensidad pueden afectar por varios días la comunicación y el transporte, así como a los vehículos que deben sortear los pozos y zonas pantanosas para lograr trasladarse.

Debido a que este departamento es muy extenso y con varios cursos de agua importantes, numerosos puentes precarios sufren daños que exigen reparaciones urgentes luego de tormentas o precipitaciones intensas que incrementan el caudal de los arroyos de forma rápida.

En términos sociales existen dos tipos de impactos. El primero suele ser puntual, como resultado de tormentas severas, que afectan tanto a cultivos como a las viviendas precarias. El segundo es de mayor impacto, generalmente sequías y heladas, pues afectan a superficies más extensas que las tormentas severas y las pérdidas que acarrearán tienen impacto directo y residual en los ingresos de los agricultores.

Para ambos casos, existen mecanismos de respuestas. La Secretaría de Emergencia Nacional atiende los casos puntuales de eventos extremos que afectan a viviendas, mediante la donación de chapas para el techo y otros materiales para la vivienda, así como kits de alimentos. Por su parte, el Ministerio de Agricultura y Ganadería se encarga de las familias que han perdido sus cultivos proveyendo semillas e implementos agrícolas para relanzar la producción. Cuando disponen de medios y según la intensidad de los daños, la Gobernación y las distintas municipalidades también realizan aportes específicos para ayudar a la población afectada.



EN LAS FINANZAS

En el sistema financiero tuvieron repercusión las pérdidas productivas, especialmente agrícolas, porque los eventos de cambio climático no afectan solo a los productores, sino que afectan de forma indirecta al sistema financiero, es decir a los bancos y financieras del sistema que debieron renovar, refinanciar y reestructurar las operaciones de los productores. Por cada evento climático extremo que afecta a la agricultura y a la ganadería el Banco Central del Paraguay emite disposiciones transitorias de forma de renovar, reestructurar y refinanciar los créditos, protegiendo tanto a los clientes como a las instituciones financieras.

La deuda total del sector agrícola es de alrededor de 3.000 millones de dólares, aproximadamente 1.000 dólares por hectárea. En el departamento de San Pedro se cultivan 337.000 hectáreas de soja, dando un total de 337 millones de dólares de deuda, en promedio. Por esta razón, los periodos de sequía tienen un efecto directo sobre el sistema financiero, requiriendo para el efecto una serie de medidas. El Banco Central del Paraguay, mediante medidas transitorias, permite alivianar las condiciones financieras para que los productores agrícolas y ganaderos puedan pagar sus cuentas. De esta forma, se aprecia que el cambio climático no se limita a pérdidas específicas en tal o cual cultivo, sino que se extiende, en función de la intensidad de los fenómenos climáticos, al sistema financiero regional, de San Pedro y nacional. Esto es aún más importante y significativo para los bancos especializados en cartera agrícola.

MEDIDA DE RESPUESTAS AL CAMBIO CLIMÁTICO

La gestión del cambio climático requiere de mayor nivel de conocimiento, así como la aplicación de nuevas tecnologías que ayuden a mejorar las condiciones productivas, buscando que las fincas tengan una producción estable, sostenible y atemporal para satisfacer la demanda de consumo local y captar nuevos mercados de comercialización, beneficiando en forma directa a los agricultores familiares campesinos.

Se precisan diversas líneas de acción para hacer frente al cambio climático de forma efectiva en el departamento de San Pedro. En primer lugar, deben ser desarrolladas las estrategias para atenuar el impacto de los eventos climáticos extremos, como la sequía, que presenta impactos regionales de gran relevancia económica, pero también las tormentas severas que, aunque puntuales en términos de área afectada, pueden provocar cuantiosas pérdidas económicas.

Las gobernaciones y municipalidades podrían coordinar mecanismos de alerta ante estas contingencias climáticas, así como disponer de un paquete de intervenciones para paliar los efectos sociales y económicos.

Resumen de respuestas de las políticas públicas a los eventos climáticos

Cuadro 11. Medidas de contingencia a los eventos climáticos.

SEQUÍA	HELADAS	TORMENTA SEVERA
Programas sociales Reestructuración de deudas	Entrega de semillas	Provisión de materiales de construcción y alimentos









CONCLUSIONES

El clima es un factor determinante en la economía del departamento de San Pedro. La agricultura y la ganadería son las actividades más expuestas al cambio climático, ya que los cultivos y la cría de animales se realizan siguiendo el ciclo natural, sin disponer de infraestructura y capacidad para responder de forma rápida, eficiente y resiliente a los eventos climáticos extremos. La dependencia de las precipitaciones y la alta vulnerabilidad a la sequía y a las tormentas severas de la última década han impactado negativamente en la economía y en las condiciones sociales del departamento.

Los agricultores tecnificados tuvieron pérdidas de más de 200 millones de dólares en la última sequía (2011-2012), sin contar con otras pérdidas por sequías de menor intensidad, sobre las cuales se carecen de datos consolidados.

Los eventos climáticos tienen una alta capacidad de trasladar sus efectos e impactos a lo largo de todos los eslabones de las cadenas de valor. Por ejemplo, una menor producción de trigo por algún evento climático no afecta solo al productor, sino también a la industria que no dispondrá de materia prima en la cantidad necesaria y por lo tanto disminuirá su producción.

Por el lado de los agricultores familiares campesinos, la vulnerabilidad climática se combina con una situación socioeconómica precaria, por lo que si ambas se alinean podrían incrementar el nivel de pobreza de la población rural y por lo tanto demandar mayor cantidad de recursos financieros para hacer frente a programas sociales de contención de la pobreza como Tekoporã y Adultos Mayores. En términos sociales la ecuación entre precariedad social, baja producción agrícola destinada al consumo y eventos climáticos extremos se resuelve en un incremento de las desigualdades y mayor fragmentación social. Por ejemplo, los programas sociales atienden a casi 40.000 personas en situación de vulnerabilidad social, y requieren una inversión anual de 26 millones de dólares.

Los diferentes sistemas productivos, comerciales y de servicios del departamento ven afectada su competitividad y eficiencia por la serie de sobrecostos derivados de la no pavimentación de los caminos vecinales. Pérdida de tiempo y desgaste de vehículos de transporte, especialmente aquellos de carga, representan otro impacto directo del cambio climático.

El carácter "natural" de los eventos climáticos y la "aceptación" de sus efectos deben ser reemplazados por una serie de políticas orientadas tanto a la contingencia como a la previsión y a la anticipación, de forma de gestionar de manera dinámica y generar resiliencia en los sistemas productivos, con especial atención en la población más vulnerable.

RECOMENDACIONES

- **Hacer un seguimiento del clima departamental con base en los recursos disponibles** (estaciones meteorológicas, estudios e investigaciones académicas) de tal manera a incrementar los conocimientos sobre el cambio climático y sus impactos.
- **Conformar una base de datos climáticos confiable** a nivel departamental para facilitar los estudios e investigaciones sobre el cambio climático.
- Se recomienda **ampliar los estudios del clima departamental**, incluyendo análisis de comportamientos climáticos estacionales (primavera, verano, otoño e invierno) para ver cuáles son los momentos de mayor impacto del cambio climático, y poder asociarlos a eventos extremos.
- Se recomienda **socializar ampliamente los resultados de los estudios climáticos departamentales**, como una información operativa desde el punto de vista climático, de manera tal que las autoridades y la población en general se informe y concencie sobre el cambio climático y sus efectos.
- Se sugiere **coordinar acciones entre instituciones, públicas y privadas, que generan datos meteorológicos e hidrológicos**, a nivel departamental, con el fin de ampliar la cantidad y mejorar la calidad de los datos climáticos, y poder integrarlos en una base de datos climáticos ampliada, para estudios futuros.
- Se sugiere **avanzar en otros estudios meteorológicos, climáticos e hidrológicos** para detectar otras señales del cambio climático en el departamento, por ejemplo, cambios en la cantidad de la humedad del aire y del suelo, duración y frecuencia de días secos y húmedos, frecuencia e intensidad de sequías y tormentas, entre otros.
- Se recomienda **la incorporación de la innovación tecnológica y de gestión para el sector productivo agropecuario**. Cuando se pueda, deberían pensarse estrategias de irrigación de cultivos, mediante colecta de aguas de lluvia, de forma de reducir las pérdidas en momentos de sequía y asegurar mejores rendimientos en periodos normales. Sin embargo, atendiendo la escasa calidad del servicio eléctrico necesario para mover el agua, se estima que la materialización de esta estrategia será difícil o al menos limitada a superficies pequeñas.
- Se recomienda **identificar las zonas específicas de mayores impactos a caminos rurales no pavimentados**, de forma de intervenir en estas de manera anticipada para limitar el daño producido por las precipitaciones.
- Se sugiere **fortalecer el registro de datos estadísticos sobre la producción agropecuaria** por departamento y si es posible desagregado por distritos; sería de gran utilidad no solo para contabilizar las pérdidas cuando aparecen eventos climáticos extremos, sino también para la planificación natural del crecimiento económico sostenible. La casi inexistencia de datos, informaciones y análisis referentes a las actividades productivas limita significativamente la calidad de las tomas de decisiones de las autoridades, siendo, de forma indirecta, un factor de incertidumbre para la gestión del desarrollo regional sustentable.
- Se sugiere **involucrar y promover** en el sector educativo y académico, público y privado, **proyectos de divulgación e investigación sobre mitigación y adaptación al cambio climático**.

BIBLIOGRAFÍA

Benítez, V. C. D., 2018. Caracterización de la sequía en el Paraguay utilizando diferentes metodologías para el período 1961-2013. Trabajo de Grado, Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción.

Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas, 2019. Datos productivos de CAPECO. Asunción Paraguay.

CEPAL, 2014. La economía del cambio climático en el Paraguay.

Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. 2012. Atlas censal del Paraguay.

Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. 2015. Proyección de la Población Nacional, Áreas Urbana y Rural por Sexo y Edad, 2000-2025.

Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, 2013. Censo Económico Nacional de 2011. Paraguay Resultados Finales.

Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. 2020. Encuesta Permanente de Hogares Continua, 2019. Asunción, Paraguay.

Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, 2016. Atlas demográfico del Paraguay 2012. Asunción, Paraguay.

Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, 2020. Compendio Estadístico 2018. Asunción, Paraguay.

Estimaciones a partir de datos de DGEEC 2011 y datos del BCP

Grassi, B. y colaboradores. 2005. Un análisis del comportamiento de la precipitación en Paraguay.

Grassi, B. y colaboradores. 2004. Análisis de la tendencia de la temperatura en el Paraguay (2004). UNA, San Lorenzo, Paraguay.

Grassi, B., y colaboradores, 2020. Estado del clima Paraguay 2019.

http://koeppe-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1936.pdf

<https://www.lanacion.com.py/2016/12/11/san-pedro-desborde-rio-deja-familias-aisladas>.

https://www.paho.org/par/index.php?option=com_content&view=article&id=2334:la-ops-insta-a-los-paises-a-prepararse-para-enfrentar-olas-de-calor-en-el-hemisferio-sur&Itemid=213

Jara, A., 2020. Olas de calor en Paraguay. Trabajo de Grado. FPUNA (Inédito)

Ley 251/93. Que aprueba el convenio sobre cambio climático adoptado durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y Desarrollo 1992

Ley 5681/16. Por la cual se aprueba el Acuerdo de París sobre Cambio Climático 2015

Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019. Síntesis Estadísticas. Producción Agropecuaria. Año agrícola 2017/2018. Asunción, Paraguay.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. Síntesis Estadísticas. 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019.

Organización Meteorológica Mundial, Guía de prácticas climatológicas. OMM-N° 100, 2018.

Organización Meteorológica Mundial, 2019: Reglamento Técnico Documentos fundamentales N° 2, Volumen I – Normas meteorológicas de carácter general y prácticas recomendadas. OMM-N° 49.

[Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. 2001, impactos, adaptación y vulnerabilidad.](#)

Peralta. 2018. Análisis estructural de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay.

Prein, A. F., et al. 2016. The future intensification of hourly precipitation extremes. *Nature Climate Change*.

Resolución MADES N° 614/13.

Secretaría de Emergencia Nacional 2018. Atlas de riesgos de desastres de la República del Paraguay.

Secretaría de Emergencia Nacional. 2018. Plan Nacional de Implementación del Marco de Sendai 2018-2022, cronología de eventos significativos en el Paraguay.

Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal, 2019.

Svoboda, M. et al. 2012, Standardized Precipitation Index user guide. WMO-N° 1090, 24pp.

Trenberth, K. E. 2011. Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, 47, 123–138.

Vázquez, F. 2015. Agricultura y Desarrollo en Paraguay, Asunción, Unión de Gremios de la Producción.

Vázquez, F. 2011. Atlas Agropecuario y Forestal del Paraguay. Unión de Gremios de la Producción, Asunción.

Vázquez, F. 2013. Atlas de Políticas Públicas del Paraguay: Tendencias y retos de intervención. Ministerio de Hacienda.

Vázquez, F. 2017. El rol de las ciudades intermedias en la nueva estructura urbana del Paraguay. In: (Org.). Sistemas Urbanos y ciudades medias en Iberoamérica, con Goetz, K. Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Vázquez, F. 2006. Territorio y Población. Nuevas dinámicas regionales en Paraguay. GTZ, UNFPA, Asunción.

Vázquez, F. 2019. La transformación territorial del Paraguay en democracia. El Lector, 2019, Asunción.

Vázquez, F. 2019. La transformación territorial del Paraguay en democracia, Asunción, El Lector.

Abc Color, Ed. 2019. Impacto económico ocasionado por tormentas severas en municipios del área metropolitana de Asunción, Paraguay, con Gamarra, T.; Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres.

World Meteorological Organization, 2017: WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals, WMO-No. 1203.

Zhang, H., T. Delworth, F. Zeng, G. Vecchi, K. Paffendorf, L. Jia, 2016: Detection, Attribution, and Projection of Regional Rainfall Changes on (Multi-) Decadal Time Scales: A Focus on Southeastern South America, *J. Climate* 29 (23): 8515-8534.



**EVIDENCIAS CIENTÍFICAS E IMPACTOS ECONÓMICOS DEL
CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO**