



**INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.**

POSGRADO EN GEOCIENCIAS APLICADAS

**Evaluación de la Disponibilidad y Demanda de
Agua, en la Zona Metropolitana
de San Luis Potosí**

Tesis que presenta

Nora Alicia Hernández Constantino

Para obtener el grado de

Maestra en Geociencias Aplicadas

Codirectores de la Tesis:

Dra. Ana Elizabeth Marín Celestino

Dr. Josué De Lara Bashulto

San Luis Potosí, S.L.P., mayo 2020



Constancia de aprobación de la tesis

La tesis “**Evaluación de la Disponibilidad y Demanda del Agua, en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí**” presentada para obtener el Grado de Maestro(a) en Geociencias Aplicadas fue elaborada por **Nora Alicia Hernández Constantino** y aprobada el **de mayo de 2020** por los suscritos, designados por el Colegio de Profesores de la División de Geociencias Aplicadas del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

Dra. Ana Elizabeth Marín Celestino

Codirectores de la tesis

Dr. Josué De Lara Bashulto

Dr. José Alfredo Ramos Leal

Miembro del Comité Tutorial

Dra. Nadia Valentina Martínez Villegas

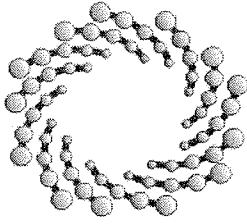
Miembro del Comité Tutorial



Créditos Institucionales

Esta tesis fue elaborada en las instalaciones de la División de Geociencias Aplicadas del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., bajo la dirección de la Dra. Ana Elizabeth Marín Celestino y el Dr. Josué De Lara Bashulto.

Durante la realización del trabajo el autor recibió una beca académica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (636123) y del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C.



IPICYT

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

Acta de Examen de Grado

El Secretario Académico del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., certifica que en el Acta 056 del Libro Primero de Actas de Exámenes de Grado del Programa de Maestría en Geociencias Aplicadas está asentado lo siguiente:

En la ciudad de San Luis Potosí a los 15 días del mes de mayo del año 2020, se reunió a las 15:00 horas en las instalaciones del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., el Jurado integrado por:

Dr. José Alfredo Ramos Leal	Presidente	IPICYT
Dra. Nadia Valentina Martínez Villegas	Secretaria	IPICYT
Dra. Ana Elizabeth Marín Celestino	Sinodal	IPICYT
Dr. Josue De Lara Bashulto	Sinodal	IPICYT

a fin de efectuar el examen, que para obtener el Grado de:

MAESTRA EN GEOCIENCIAS APLICADAS

sustentó la C.

Nora Alicia Hernández Constantino

sobre la Tesis intitulada:

Evaluación de la Disponibilidad y Demanda del Agua, en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí

que se desarrolló bajo la dirección de

Dra. Ana Elizabeth Marín Celestino
Dr. Josue De Lara Bashulto

El Jurado, después de deliberar, determinó

APROBARLA

Dándose por terminado el acto a las 16:00 horas, procediendo a la firma del Acta los integrantes del Jurado. Dando fe el Secretario Académico del Instituto.

A petición de la interesada y para los fines que a la misma convengan, se extiende el presente documento en la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., México, a los 15 días del mes de mayo de 2020.

Mtra. Ivonne Lizette Cuevas Vélez
Jefa del Departamento del Posgrado

Dr. Marcial Bonilla Marín
Secretario Académico



A:

*Mis padres Nora Hilda y Agustín
Mi hermana Lupita y mi prima Evelyn
Mi abuelita Pola (†)
Tía Dionisia*

*Los Amo
Son la mejor familia que puedo tener*

*Espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e
incondicional.*

Agradecimientos

Este trabajo es un esfuerzo conjunto en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dándome ánimo, acompañándome en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad, por lo cual merecen las gracias porque sin su valiosa aportación no hubiera sido posible este trabajo.

Le agradezco a Dios, quien supo guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante, soñándome a enfrentar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo mi periodo de estudio.

A mis padres Nora y Agustín, a Pola y a mi tía Nicha, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A la División de Geociencias Aplicadas, por darme la oportunidad de ser parte de su programa de posgrado y a CONACYT por el apoyo brindado con el otorgamiento de la beca de maestría durante dos años.

Agradezco a la Dra. Ana Elizabeth Marín Celestino y al Dr. Josué De Lara Bashulto, por haberme aceptado como su alumna y dirigir mi trabajo de tesis, por los conocimientos compartidos, por el gran apoyo recibido durante mi estancia en el posgrado, externo mi respeto y admiración para ustedes, gracias. Al Dr. José Alfredo Ramos Leal, por su apoyo, dedicación y tiempo, por compartirme sus conocimientos siempre al servicio del estudiante y por ser firme en los momentos que se requería, y por formar parte de lo que ahora soy, gracias. Y a la Dra. Nadia Valentina Martínez Villegas por su apoyo, asesoría y comentarios que contribuyen a enriquecer el contenido de este trabajo.

Agradezco a M. en C. Oscar Almanza Tovar por las asesorías dadas, compartiendo sus conocimientos y experiencias. Al Dr. Sanjeet Kumar Verma y al Dr. Omar Delgado Rodríguez por el apoyo brindado y a la Teacher Lucía Aldana Navarro por su apoyo en las asesorías para preparación del TOEFL IBT.

A Alberto Azuara porque ha sido un buen compañero, comprensivo y dulce. Porque te estas convertido con el paso del tiempo en una extensión de mi espíritu y porque me has ayudado a superarme en cada paso que damos juntos, que Dios te premie por la paciencia que tuviste durante nuestro estudio de posgrado. Porque siempre fuiste mi ayuda, apoyo y fortaleza en cada momento, pero sobre todo porque viviste conmigo esta etapa. Mis palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

Contenido

Constancia de Aprobación de la Tesis	ii
Créditos Institucionales	iii
Acta de Examen	iv
Dedicatorias	v
Agradecimientos	vi
Lista de Tablas	ix
Lista de Figuras	x
Anexo	xi
Abreviaturas	xii
Glosario	xiii
Resumen	xiv
Abstract	xv
Capítulo 1. GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivo General	4
1.3.1 Objetivos Específicos	4
1.4 Hipótesis	4
Capítulo 2. MARCO FÍSICO	5
2.1 Localización de la Zona de Estudio	5
2.2 Fisiografía	6
2.3 Clima	6
2.4 Uso de Suelo y Vegetación	8
2.5 Demanda de Agua	9
Capítulo 3. MARCO TEORICO	10
3.1 Geología del Acuífero del VSLP	10
3.2 Hidrogeología del Acuífero del VSLP	11
3.3 Modelo Conceptual del Acuífero del VSLP	13
3.4 Variabilidad Climática	16
3.4.1 Análisis de Tendencias por el Método Mann-Kendall	16
3.4.2 Estadística S	16
3.4.3 Factor de Confianza (CF)	17
3.5.4 Coeficiente de Variación (CV)	17
3.5 Balance Hidrológico	18
3.4.1 Acuífero Somero	19
3.5.1.1 Precipitación	19
3.5.1.2 Evapotranspiración (ET) y los Métodos para su Determinación	19
3.5.1.3 Infiltración	20
3.5.1.4 Escorrentía Superficial	20
3.5.2 Acuífero Profundo	21
3.5.2.1 Ley de Darcy	21
3.5.2.2 Conductividad Hidráulica	22
3.5.2.3 Gradiente Hidráulico	22

3.5.2.4 Sección Transversal	23
3.6 Caracterización Hidrogeoquímica del Sistema Acuífero del VSLP	23
3.6.1 Facies Hidrogeoquímicas	25
3.7 Niveles Potenciométricos	26
Capítulo 4. METODOLOGÍA	27
4.1 Recopilación y Preparación de Información	28
4.1.1 Obtención de Datos Históricos de Precipitación y Temperatura	28
4.1.2 Análisis Espacial de Datos Históricos de Precipitación	29
4.1.3 Volúmenes de Agua Concesionados para los Diferentes Usos en la ZMSLP	30
4.1.4 Niveles Potenciométricos	30
4.2 Variabilidad Climática	31
4.2.1 Análisis de Tendencias por el Método Mann-Kendall	31
4.2.2 Intensidad Hidroclimática	32
4.3 Balance Hidrológico del Acuífero Somero	33
4.3.1 Cálculo de la Infiltración	33
4.3.2 Cálculo de Evapotranspiración Real (ETR)	34
4.3.3 Cálculo de Evapotranspiración Potencial (ETo)	34
4.3.4 Cálculo de Escorrentía Superficial (Es)	34
4.3.5 Cálculo de Coeficiente de Infiltración	36
4.3.6 Cálculo de la Recarga Potencial	36
4.4 Balance Hidrológico del Acuífero Profundo	37
4.4.1 Cálculo de la Recarga Lateral	37
4.4.2 Cálculo del Gradiente Hidráulico (i)	38
4.4.3 Cálculo del Área (A) de la Sección Transversal	38
4.4.4 Cálculo de la Conductividad Hidráulica (K)	39
4.5 Cálculo de la Disponibilidad Futura del Agua de Acuerdo con el Crecimiento Poblacional	39
Capítulo 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
5.1 Niveles Potenciométricos	41
5.2 Variabilidad Climática	43
5.2.1 Análisis de Tendencias por el Método Mann-Kendall	43
5.2.2 Intensidad Hidroclimática	44
5.3 Balance Hidrológico del Acuífero Somero	45
5.3.1 Precipitación	45
5.3.2 Infiltración	48
5.3.3 Evapotranspiración	49
5.3.4 Escorrentía Superficial y Coeficiente de Infiltración	51
5.3.5 Estimación de la Recarga Potencial	53
5.4 Balance Hidrológico del Acuífero Profundo	54
5.4.1 Recarga Lateral	54
5.5 Disponibilidad Futura del Agua de Acuerdo con Crecimiento Poblacional	56
5.6 Discusión	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
Referencias	61
Anexos	67

Lista de tablas

1. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Hidrogeoquímicos establecidos en la NOM-127.	24
2. Volúmenes de agua para cada uso en la ZMSLP	30
3. Coeficiente de Escorrentía Superficial de Acuerdo a Prevert (1985) y Chow (1993).	35
4. Valores de Conductividad Hidráulica (K) para el Acuífero Granular y Fracturado	39
5. Volumen Total del Acuífero Profundo del VSLP	40
6. Análisis de Tendencias Mann-Kendall	43
7. Totales de los Parámetros Hidrogeológicos	49
8. Coeficiente de Escorrentía Superficial y Coeficiente de Infiltración	51
9. Recarga Lateral Total del Acuífero Granular	54
10. Recarga Lateral Total del Acuífero Fracturado	55
11. Recarga Lateral Total para el Acuífero Profundo del VSLP	55
12. Comparación de resultados obtenidos con datos reportados por la CONAGUA.	56

Lista de figuras

1. Localización de la ZMSLP	5
2. Precipitación promedio (1979 – 2013)	7
3. Delimitación del acuífero del VSLP	12
4. Modelo conceptual del acuífero del VSLP	15
5. Esquema de la representación de la Ley de Darcy	22
6. Metodología para determinar la disponibilidad de agua del acuífero somero y profundo del VSLP	27
7. Ubicación geográfica de los puntos de referencia climatológica	28
8. Metodología del balance hidrológico para el acuífero somero	33
9. Metodología del balance hidrológico para el acuífero profundo	37
10. Cálculo del gradiente hidráulico	38
11. Distribución espacial de los niveles potenciométricos en la ZMSLP, de los años 1995 y 2005	42
12. Distribución de los puntos de referencia del análisis Mann-Kendall	44
13. Índice HY-INT	45
14. Variación interanual (enero – diciembre) de la precipitación en la ZMSLP	47
15. Distribución espacial de la Infiltración	48
16. Distribución espacial de la ETo y ETR	50
17. Distribución espacial del Coeficiente de Escorrentía Superficial	52
18. Distribución espacial del Coeficiente de Infiltración	53
19. Cambios en el volumen del acuífero del VSLP en las próximas décadas	56

Anexos

1. Datos de precipitación media mensual para el periodo de años de 1979 – 2013 de los nueve puntos de referencia climática.	67
2. Temperatura media mensual para el período de años de 1979-2013 de los nueve puntos de referencia climática.	76
3. Datos de radiación media mensual para el período de años de 1979-2013 de los nueve puntos de referencia climática.	84
4. Variación anual de la precipitación.	93
5. Datos de los niveles estáticos y la cota brocal.	96
6. Cálculo de los Niveles Potenciométricos.	97
7. Datos utilizados para el cálculo de la ETR por el método de Turc.	98
8. Distribución espacial de la Radiación Solar.	99
9. Datos de Conductividad Hidráulica (K) reportados por diferentes autores.	100
10. Graficas del índice HY-INT para los nueve puntos de referencia climática.	101
11. Distribución espacial del CV en la ZMSLP.	103
12. Distribución espacial de la ETo mensual.	104
13. Escenario de recarga al acuífero somero por pérdida de agua por fugas en las redes urbanas.	105
14. Cálculos del balance del Acuífero Granular zona norte y sur.	106
15. Cálculos del balance hidrológico del Acuífero Fracturado zona norte y sur.	107

Abreviaturas

CF.	Factor de Confianza
CFSR.	Sistema de Reanálisis Predicción Climática
C_i.	Coeficiente de Infiltración
CV.	Coeficiente de Variación
Es.	Escorrentía Superficial
ET.	Evapotranspiración
ET_o.	Evapotranspiración Potencial
ETR.	Evapotranspiración Real
Hm³.	Hectómetros Cúbicos
HY-INT.	Intensidad Hidroclimática
I	Infiltración
i.	Gradiente Hidráulico
K.	Conductividad Hidráulica
K_{Es}.	Coeficiente de Escorrentía Superficial
LMP.	Límite Máximo Permisible
m².	Metros Cuadrados
m³.	Metros Cúbicos
mm.	Milímetros
Mm³.	Millones de Metros Cúbicos
mg/L.	Miligramos por litro
msnm.	Metros Sobre el Nivel del Mar
P	Precipitación
VSLP.	Valle de San Luis Potosí
R_s.	Radiación Solar
SA.	Sierra de Álvarez
SSM.	Sierra de San Miguelito
T_{med}.	Temperatura Media
ZMSLP.	Zona Metropolitana de San Luis Potosí

Glosario

coeficiente de escorrentía superficial. Es la relación entre la parte de la precipitación que circula superficialmente y la precipitación total.

coeficiente de infiltración. Es el porcentaje de agua precipitada que se infiltra.

conductividad hidráulica. La capacidad de infiltración, por medio del transporte de agua en un suelo permeable.

evapotranspiración. Cantidad de agua que regresa a la atmósfera, por transpiración de la vegetación y por la evaporación del suelo.

evapotranspiración potencial. Cantidad máxima de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación y constantemente abastecido de agua.

evapotranspiración real. Cantidad de agua realmente transferida a la atmósfera.

gradiente hidráulico. Pérdida o cambio de potencial hidráulico por unidad de longitud, medida en el sentido del flujo de agua.

infiltración. proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo.

nivel potenciométrico. Es el término utilizado para referirse a la altura de la superficie del agua subterránea sobre el nivel del mar.

recarga lateral. Recarga por flujo horizontal subsuperficial en el suelo que se puede infiltrar hasta el acuífero.

recarga potencial. Indica un porcentaje de infiltración que llega a la zona saturada.

recarga vertical. Representa la infiltración del agua de lluvia que llega a la zona saturada.

variabilidad climática. es una medida del rango en que los elementos climáticos, como temperatura o lluvia, varían de un año a otro.

Resumen

Evaluación de la Disponibilidad y Demanda del agua, en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí

En la Zona Metropolitana de San Luis Potosí se ha incrementado la demanda del agua subterránea en las últimas décadas, para el desarrollo y abastecimiento de las actividades socio-económicas. Esta Zona, actualmente, tiene un alto grado de urbanización, resultando en la sobreexplotación del sistema acuífero y el abatimiento de los niveles potenciométricos. Adicionalmente, la variabilidad climática expresada en lluvias erráticas en la zona de estudio afecta la disponibilidad del agua disponible para sus diferentes usos, en especial para la recarga natural. Por lo que es importante evaluar la sustentabilidad del creciente desarrollo urbano, mediante el estudio de los cambios del balance hidrológico a lo largo del tiempo. El objetivo general de este trabajo es evaluar los cambios en el volumen almacenado actual y a futuro del sistema acuífero de SLP, mediante un balance hidrológico. Por lo que se determinó separar las entradas y salidas del acuífero somero y profundo de SLP. La recarga potencial del acuífero somero (colgado) se estimó en porcentaje de infiltración que potencialmente llega a la zona saturada y para determinar la recarga horizontal del acuífero profundo se estimó con un balance de masa aplicando la Ley de Darcy. Además, se utilizó el método de Mann-Kendal y el índice HY-INT para evaluar las tendencias a futuro y los cambios que ha tenido la precipitación en la ZMSLP a lo largo del tiempo. La recarga potencial del acuífero somero es de 7 Mm³/año, la cual al llegar al acuífero es inutilizable, debido a sus condiciones de baja calidad. Por otro lado, la recarga lateral del acuífero profundo es de 64 Mm³/año, este acuífero presenta un déficit de 87 Mm³/año, lo que indica que la recarga es limitada. Por lo que no podrá abastecer a más de una generación. Por lo cual se recomienda buscar alternativas para mejorar la administración del recurso hídrico, así como, buscar otras fuentes de abastecimiento de agua.

PALABRAS CLAVE. Acuífero profundo, acuífero somero, balance hidrológico, HY-INT, recarga horizontal, recarga vertical, sustentabilidad, urbanización, tendencias Mann-Kendall, VSLP.

Abstract

Assessment of Water Availability and Demand in the San Luis Potosí Metropolitan Area

Groundwater demand, in the Metropolitan Area of San Luis Potosí, has increased in recent decades due to increased industrial and anthropogenic activity. The study area, has had an accelerated urban growth, resulting in the overexploitation of the aquifer system and the drawdown of its potentiometric levels. In addition, the erratic rains due to increased climatic variability has potentially decreased the availability of water for natural recharge. Therefore, it is important to assess the sustainability of the urban and industrial growth, regarding changes in the regional water balance over time. The overall objective of this work is to evaluate changes in the current and future stored volume of the aquifer system using a water balance. For this purpose, the shallow and deep aquifers that compose the aquifer system in the study area were evaluated separately. The potential recharge to the shallow aquifer (perched) was estimated as a percentage of infiltration reaching the saturated zone. The horizontal recharge to the deep aquifer was estimated using a mass balance based on Darcy's Law. Additionally, Mann-Kendall's method and the HY-INT index were used to assess future trends and changes in precipitation over time in the study area. The potential recharge to the shallow aquifer was estimated to be 7 Mm³/year, this water is considered unusable due to its impaired quality. On the other hand, the lateral recharge to the deep aquifer was estimated to be 64.3 Mm³/year. The deep aquifer has a deficit of 87.9 Mm³/year. If the current usage trend continues, the aquifer system will not be able to provide water to the urban area for more than one generation. Therefore, it is imperative to look for better water resource management strategies to enhance aquifer sustainability.

KEY WORDS. Deep aquifer, horizontal recharge, hydrological balance, HY-INT, Mann-Kendall trends, shallow aquifer, SLPV sustainability, urbanization, vertical recharge

1.1 Introducción

Actualmente existe una fuerte demanda del uso del agua subterránea. Por lo menos el 50% de la población mundial se abastece de agua subterránea (FAO, 2013). A nivel mundial 2,500 millones de habitantes dependen únicamente del recurso hídrico subterráneo para el desarrollo y abastecimiento de actividades socio-económicas (UNESCO, 2018). Sin embargo, las reservas de agua subterránea dependen en gran medida de la cantidad de precipitación que se infiltra al subsuelo y llega a la zona saturada.

En México la precipitación media anual es de 1,449,471 m³, de los cuales la mayor parte se evapora (72.1%), del restante 21.4%, escurre hacia ríos y arroyos, y sólo un 6.4% llega a los acuíferos (CONAGUA, 2018). De igual manera, en México, la demanda de agua ha ido en aumento. Hasta el año 2018 se tenían concesionados aproximadamente 270,917 Hm³, (CONAGUA, 2018) a diferencia del año 2009 donde se tenían concesionados 80,600 Hm³. Respecto al uso del agua, la mayor demanda de agua subterránea es destinada para la agricultura de riego (76%), seguido del uso público-urbano (14.3%) e industrial (4.8%) (Fernández, 2010).

Si bien la agricultura de riego demanda la mayor cantidad de agua, en regiones áridas y semiáridas, la demanda es aún mayor. En estas regiones la escasa precipitación, y altas temperaturas y evapotranspiración, son las principales causas de la sobreexplotación de los acuíferos debido a la extracción excesiva de agua que también es destinada para otros usos (Vázquez, 2012). Debido a esto, los niveles del agua en los acuíferos disminuyen rápidamente y su calidad se deteriora (Guevara, 2007). En estos climas áridos, las temperaturas varían 0°C a 40°C, con un promedio anual de 21°C (PROAIRE, 2015), incrementando la evaporación del agua hacia la atmósfera y al mismo tiempo disminuyendo la recarga a los acuíferos (Fernández, 2010).

Los acuíferos han funcionado como sustento ante la escasez de agua superficial, particularmente en regiones áridas, (CONAGUA, 2015; Marín et. al., 2019). Las variaciones climáticas extremas como la disminución de la precipitación, así como el incremento en la intensidad y la poca duración de los eventos de lluvia, han acentuado los problemas de la disponibilidad del agua subterránea (De Lara, 2011).

En México de los 653 acuíferos, 100 se encuentran sin disponibilidad de agua, 105 se encuentran sobreexplotados, y 32 acuíferos con problemas de salinidad (CONAGUA, 2018). La mayoría de ellos ubicados en el norte y centro del país, donde prevalecen climas áridos y mayor crecimiento urbano (CONAGUA, 2016). El Estado de San Luis Potosí (SLP), actualmente, cuenta con 2,824,976 millones de habitantes, y se prevé que la población siga aumentando en las décadas futuras, alcanzando una tasa de crecimiento poblacional en el 2020 de 0.74% anual y para el año 2030 la población se incremente a 3 millones de habitantes (CONAPO, 2014). De los 19 acuíferos que incluye el estado de SLP, 10 se encuentran

sobreexplotados, y 3 en situación crítica, como es el caso del acuífero del Valle de San Luis Potosí (VSLP) (COPLADE, 2015), es un acuífero sobreexplotado y contaminado por flúor y arsénico (Noyola et al., 2009).

El 84% del agua que abastece la Zona Metropolitana de San Luis Potosí (ZMSLP) proviene del sistema acuífero del VSLP y el restante (16%) viene de reservas superficiales (INTERAPAS, 2018). El sistema acuífero está conformado por dos unidades: el acuífero somero (colgado) y el acuífero profundo (fracturado) (Ramos et al., 2005). Las reservas superficiales incluyen a las presas: San José, El Peaje y Él Potosino, además, se importa agua de la presa El Realito perteneciente a la cuenca Laguna Seca (INTERAPAS, 2012).

La ZMSLP comprende los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, los cuales presentan climas áridos y semiáridos. Donde la variabilidad climática es acentuada debido a las altas temperaturas (40°C) (PROAIRE, 2015) y lluvias muy erráticas consistentes en largos periodos de sequias seguidos por lluvias intensas (400 mm/año) de unas cuantas horas de duración (INEGI, 2017). Esta variabilidad y elevada evapotranspiración (2000 mm/año) agudizan más el problema de la escasez de agua y limitan la recarga natural de los acuíferos (INTERAPAS, 2018).

Desde años anteriores, el acuífero que abastece a la ZMSLP se encuentra en situación alarmante, porque se extrae más de lo que se recarga, con un déficit de 76 Mm³ (CONAGUA, 2015). Las extracciones de agua subterránea han incrementado de 120.6 millones de metros cúbicos (Mm³) en el año 2008 (Contreras & Glindo, 2009) a 150 Mm³ en el 2018 (INTERAPAS, 2018). Esto significa una extracción de agua potencialmente mayor de la que se recarga naturalmente en el acuífero (78 Mm³) (CONAGUA, 2015) . La edad del agua del acuífero profundo, tiene una residencia de más de mil años (Cardona, 2007), lo cual indica que la recarga actual del acuífero profundo es limitada o nula. Debido a que la recarga por lluvia en el acuífero sucedió hace miles de años, y además de que el crecimiento urbano reduce las recargas naturales (CONAGUA, 2015; Estrada, 2013; INTERAPAS, 2018; López et al., 2013; Noyola et al., 2009; Vázquez, 2012).

La población en la ZMSLP paso de 1,040,443 habitantes en el año 2010 a 1,133,571 habitantes en el año 2017, se han reportado las tasas de crecimiento en la ZMSLP de 2 y 3.91% (Amuzurrutia et al., 2015; INEGI, 2018). Por lo tanto, en este estudio se consideró un punto intermedio de la tasa de crecimiento de 3%. Este crecimiento, ha generado mayor demanda de agua para los usos público-urbano (104 Mm³), industrial (12 Mm³) y agrícola (34 Mm³) (INTERAPAS, 2018) .

1.2 Justificación

En los últimos años la población de la ZMSLP ha presentado un crecimiento significativo con una tasa de crecimiento poblacional de 3% anual (INEGI, 2018) . Parte de este crecimiento se debe a la llegada de nuevas empresas como BMW que por sí solo trae alrededor de 20 a 30 empresas adicionales. Otras empresas que han llegado recientemente son: Ejot ATF; la empresa automotriz Eaton; y la empresa de empaque Anchor Bay, entre otras. Este crecimiento conlleva a una rápida urbanización y por lo tanto una creciente demanda del agua del acuífero del VSLP. Así mismo, el crecimiento poblacional ha generado el abatimiento de los niveles freáticos, llegando a formar un cono de abatimiento, debido a la alta densidad de pozos y a la extracción intensiva de agua (Talledos, 2017). Si continua el crecimiento económico y social el acuífero del VSLP no contará con disponibilidad de agua subterránea para abastecer a las próximas generaciones.

Ante esta grave situación es necesario evaluar la condición actual del acuífero del VSLP debido a que los estudios realizados por instituciones como la CONAGUA e INTERAPAS han utilizado un modelo que considera un solo sistema acuífero, en contraste a lo que ha sido reportado por los científicos en la literatura. Es por eso que en este trabajo se considera un sistema acuífero compuesto de dos partes, un acuífero somero y un acuífero profundo con una muy limitada o nula conexión hídrica entre ellos (CONAGUA, 2009; INTERAPAS, 2018).

Por lo tanto, es muy importante e imprescindible evaluar los cambios del volumen actual y a futuro en el sistema acuífero ante el creciente desarrollo urbano en la ZMSLP.

1.3 Objetivo General

Evaluar los cambios en el volumen almacenado actual y a futuro del sistema acuífero del VSLP, mediante un balance hidrológico.

1.3.1 Objetivos Específicos

1. Evaluar el balance hídrico del sistema acuífero considerando por separado el acuífero somero y el acuífero profundo.
2. Determinar el volumen del acuífero profundo a futuro para facilitar la toma de decisiones a los administradores del recurso hídrico en busca de frenar o revertir el abatimiento del acuífero.

1.4 Hipótesis

1. El crecimiento poblacional e industrial es insostenible ahora.
2. El recurso hídrico en la ZMSLP no existirá para abastecer a más de una generación.
3. Las estimaciones del déficit pueden ser diferentes a las reportadas debido a una comprensión actualizada del modelo conceptual del sistema acuífero.

2.1 Localización de la Zona de Estudio

El área de estudio es la Zona Metropolitana de San Luis Potosí (ZMSLP), se encuentra ubicada al centro y suroccidente del estado de San Luis Potosí (Figura 1), entre las coordenadas 21°54'54" a 22°28'15" de latitud norte; 101°13' 44" a 100°37'08" de longitud oeste, a una altitud de 1877 metros sobre el nivel del mar (msnm) (INEGI, 2017).

La ZMSLP incluye los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, ocupa un área de 1,724.08 km² y representa el 2.84% de la superficie del estado y tiene una población de 1,133,571 habitantes (INEGI, 2018). Limita al norte con Moctezuma, al este con Zaragoza, al sur con Villa de Reyes y al oeste con Villa de Arriaga y Mexquitic de Carmona. Orográficamente limita al este con el Cerro de San Pedro, al poniente con la Sierra de San Miguelito (SSM) y al oriente con la Sierra de Álvarez (SA).

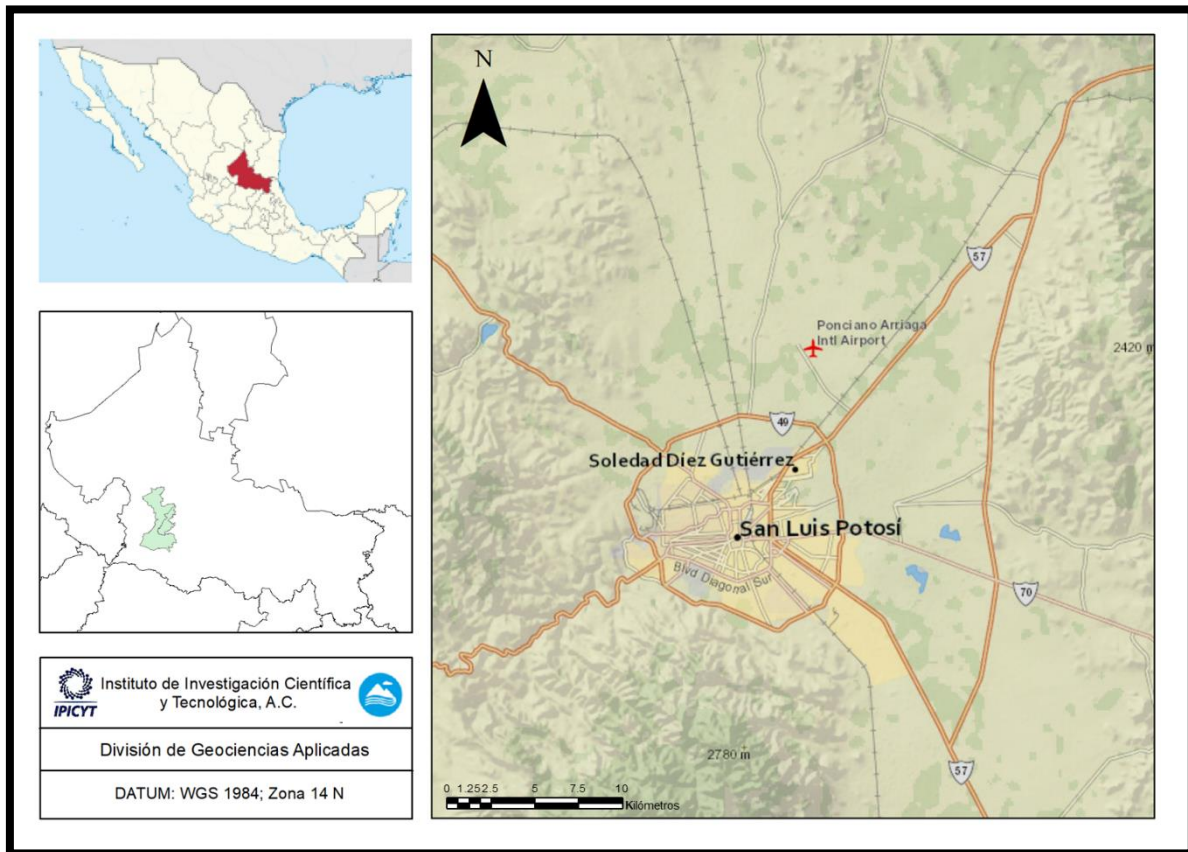


Figura 1. Localización de la ZMSLP.
Fuente: Elaboración propia.

2.2 Fisiografía

La zona de estudio se localiza en el centro del estado de SLP, comprendida en la parte sureste dentro de la Provincia de la Mesa Central, y limitando al este con la Sierra Madre Oriental. La primera está formada por amplias llanuras y sierras, con altitudes que varían de 1,700 a 2,300 m. La segunda está constituida principalmente por rocas sedimentarias de origen marino, con elevadas altitudes entre 2,000 y 3,000 m (INEGI, 2008).

Dentro de la Provincia de la Mesa Central se encuentran las subprovincias Sierras y Llanuras del norte de Guanajuato y Potosino-Zacatecas. La primera formada por llanuras angostas y sierras volcánicas al noreste y sureste como la Sierra de San Miguelito, con una altitud máxima de 2,630 m. La segunda formada por extensos terrenos áridos con lomeríos y sierras bajas, en esta subprovincia la domina la llanura desértica Potosino-Zacatecas ubicada al occidente de la provincia con una altitud de 2,000 m (INEGI, 2002). Sierra Madre Oriental se encuentran las subprovincias de las llamadas Sierras y Llanuras Occidentales, caracterizadas por rocas calizas, y al sur por rocas ígneas, la altitud de las llanuras varía entre 1,500 a 2,000 m (INEGI, 2008).

El relieve en la ZMSLP está determinado por diferentes tipos de rocas y estructuras geológicas, con afloramientos de rocas volcánicas, rodeados de valles con rellenos aluviales y afloramientos de rocas calizas que predominan hacia la Sierra Madre Oriental (COPLADE, 2015).

2.3 Clima

Las características propias de un clima, como la temperatura, precipitación, y evaporación son de gran importancia dentro del ciclo hidrológico, y juegan un papel relevante en los procesos hidrogeológicos y sistemas naturales en una región. También determinan la presencia de vegetación, los procesos de recarga hídrica, el contenido de humedad en el suelo y la disponibilidad de agua en un acuífero (INECC, 2007).

La ZMSLP tiene una temperatura promedio anual de 17.5 °C y se caracteriza por poseer un clima semiseco y seco en la parte este y oeste respectivamente. En la región este la temperatura promedio es de 30 °C, mientras que en el oeste la temperatura promedio es de 40 °C (PROAIRE, 2015). Las temperaturas mínimas y máximas en la ZMSLP varían de 0 a 40°C, presentándose el mes más caluroso en mayo, con temperaturas máximas de 32 a 40°C, a partir de este mes la temperatura desciende gradualmente hasta diciembre y enero, teniendo en estos dos meses las temperaturas más bajas de 0° a 10°C (Martínez, 2018).

La precipitación media anual en la ZMSLP es de 350 mm, las precipitaciones máximas (entre 200 y 500 mm) ocurren en los meses de junio y septiembre,

mientras que en los meses de octubre a abril la precipitación es nula (PROAIRE, 2015). La precipitación en la ZMSLP presenta una marcada variabilidad interanual como se muestra en la Figura 2. Datos de INTERAPAS en el año 2004 indican que hubo abundantes lluvias (500 mm) y en el año 2005 la precipitación descendió a 215.4 mm. El año 2007 estuvo marcado por altas precipitaciones que alcanzaron los 503.9 mm muy por arriba del promedio (350 mm) (INTERAPAS, 2012). En los últimos 10 años la precipitación en la ZMSLP ha tenido niveles muy bajos con un promedio anual de 320 mm, lo que ha limitado la disminución de la recarga en el acuífero en la temporada de lluvia (INTERAPAS, 2012).

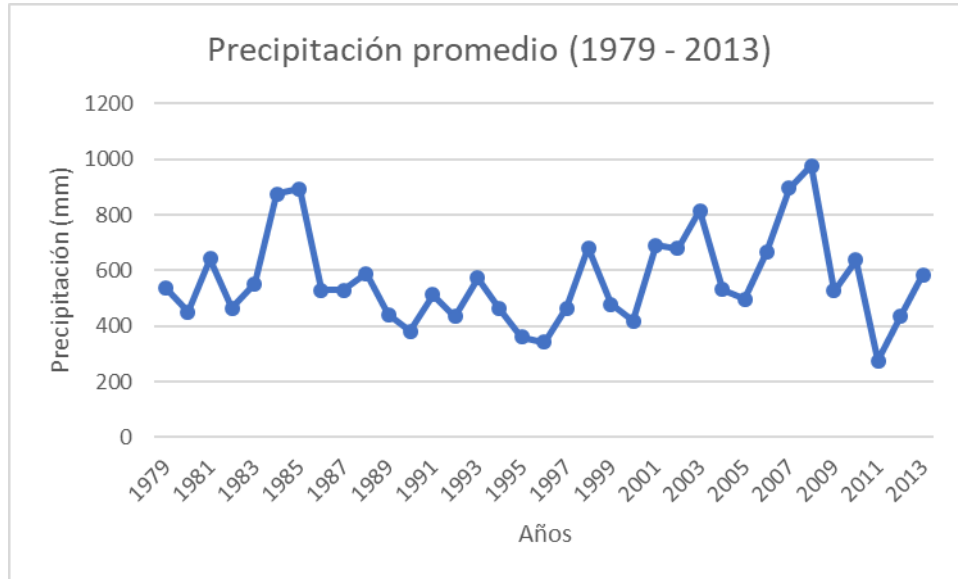


Figura 2. Precipitación promedio (1979 – 2013).
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CFSR (2013).

La evapotranspiración potencial anual en la ZMSLP varía de 1,950 mm en la parte oriental, y hasta 2,250 mm en las faldas de la Sierra San Miguelito, con un promedio anual de 2,000 mm para toda la ZMSLP (UASLP, 2011) . Es notable que la precipitación promedio anual es menor (350 mm) que la evapotranspiración potencial (2,000 mm), por lo tanto, es importante mencionar que estas variaciones que presenta el clima, son factores que limitan la disponibilidad de agua en la ZMSLP, disminuyendo la recarga en el acuífero (Maderey & Rivera, 2005).

2.4 Uso de Suelo y Vegetación

La ZMSLP ha sido una zona en desarrollo, desde el siglo XIX el agua subterránea ha sido utilizada como fuente de abastecimiento para actividades domésticas y para el riego de pequeños sembradíos (Sheridan, 2001), pero en los últimos años se ha presentado un marcado cambio respecto al uso del agua, el cual ha sido dirigido a uso industrial. Actualmente el 78% del agua subterránea se destina al uso público-urbano, 14% para el industrial y 4.8% para el agrícola (López, 2012).

La zona urbana aumentó de 1,760 hectáreas (ha) en 1960 a 14,000 ha en el año 2000 (INEGI, 2000). El desarrollo urbano inició con uso de suelo desnudo, desplazándose hacia pequeñas zonas agrícolas de temporal, lo que ocasionó un cambio de suelo significativo y por lo tanto mayor demanda de agua para los otros usos como el industrial-minero, público-urbano, y agrícola (Moreno et al., 2004) .

El uso de suelo agrícola ha tenido efectos adversos en la calidad del agua subterránea, como superficial, debido al uso de aguas residuales para riego de cultivos, lo que ha provocado la contaminación y salinización en el acuífero superficial y profundo (Hergt, 2009). En el año 1991 la ZMSLP tenía una superficie agrícola de 20,196 ha, de los cuales 14,842 ha eran de temporal y 5,354 ha de riego (INEGI, 1995). Actualmente la zona agrícola tiene una superficie de alrededor de 6,682 ha que se distribuyen hacia el noreste de la ZMSLP (SAGARPA, 2017).

El uso de suelo destinado a la industria ha ido incrementando de 400 ha en 1982 (DOF, 1982) a aproximadamente 2,055 ha al 2017 (INEGI, 2017) . El crecimiento de la industria en la ZMSLP ha generado un cambio drástico en el uso de suelo y vegetación, de uso agrícola a urbano. El aumento en la demanda de agua, propiciado por el cambio de uso de suelo ha ocasionado la formación de un cono de abatimiento desde el centro (zona urbana) hasta el sur (zona industrial) (López, 2012) . Lo que ha provocado problemas de inundación, en zonas que eran de suelo desnudo y de recarga hídrica, por la mala planeación del crecimiento urbano (Guevara, 2007).

2.5 Demanda de Agua

La demanda de agua en la ZMSLP ha ido aumentando por el crecimiento acelerado de la población, desde el siglo XX (Moreno, 1998). Actualmente el acuífero provee 152 Mm³ (REPDA, 2018) de agua a 1,133,571 habitantes de la ZMSLP (INEGI, 2018) , mientras que en el año 2000 proveía sólo 79.98 Mm³ (CONAGUA, 2009) a una población de 924,586 habitantes, Por lo tanto, se esperaría que la demanda de agua en la zona metropolitana haya incrementado 3% aproximadamente (INTERAPAS, 2018).

El ritmo de crecimiento poblacional de 3% por año, además del desarrollo industrial y de actividades agrícolas y ganaderas ha provocado la sobreexplotación del acuífero del VSLP.

De acuerdo con el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA, 2018) el volumen anual concesionado es de 152,353,076 m³/año y el volumen disponible para nuevas concesiones en el acuífero del VSLP es de -76 Mm³, lo que indica que no hay disponibilidad en el acuífero.

La actividad agrícola demanda el 4.8% del total del volumen de agua concesionada (INTERAPAS, 2018) , mientras que años atrás la demanda para este sector era de 19.8% del agua (INTERAPAS, 2011) , en esta actividad la demanda de agua ha disminuido debido a que el sector industrial y el público-urbano están en crecimiento, además de que se han implementado fuentes alternas como uso de aguas residuales de las plantas de tratamiento de EL Tanque Tenorio, El Morro, Tangamanga 1 y 2 y Planta Norte (INTERAPAS, 2018) .

La demanda de agua para uso industrial en la ZMSLP ha ido incrementando, en el año 2009 sólo el 7% del agua concesionada era destinada a esta actividad (CONAGUA, 2009), actualmente la demanda para este sector ha incrementado el doble (14%) (INTERAPAS, 2018). Se ha reportado que la demanda de agua en la ZMSLP ha incrementado en proporción al aumento de la población y al desarrollo industrial, por cada hectárea urbanizada, la recarga al acuífero pierde 402.5 m³/año (Vázquez, 2012).

3.1 Geología del Acuífero del VSLP

El acuífero del VSLP está conformado por rocas del Cretácico, Terciario y Cuaternario. El Cretácico está representado por rocas sedimentarias de las formaciones La Peña, Cuesta del Cura e Indidura, las cuales consisten en calizas y calizas arcillosas color gris claro a oscuro, de textura microcristalina, en estratos delgados con interestratificaciones arcillosas y lentes y nódulos de pedernal café a negro (Cárdenas et al., 1992).

Del Terciario aflora la ignimbrita Santa María al poniente de la de las Sierras de Álvarez y San Pedro, es una roca de color grisáceo a café, con fenocristales de cuarzo y sanidino con fragmentos de pómez bien soldados y magnetita como mineral accesorio. Sobreyace discordantemente a la Formación Cenicera, Andesita Casita Blanca y rocas del Cretácico en la Sierra de San Pedro. Subyace discordantemente a la Latita Portezuelo (Cárdenas et al., 1992). La afloración latita portezuelo se ubica al borde occidental del Graben Villa de Reyes y en ventanas pequeñas al oriente de la Sierra de San Miguelito, es una lava de color gris claro a café grisáceo (SGM, 1998) . En la Sierra San Miguelito la unidad que se encuentra arriba de la traquita, es la riolita San Miguelito y forma el núcleo de la Sierra de San Miguelito, esta roca se separó en tres paquetes: inferior, que consiste en un flujo de ceniza sin soldar, sobre esta se encuentra una zona de brecha de fragmentos angulares de vitrofido oscuro, los fragmentos son de riolita desvitrificada, con fenocristales de sanidino y cuarzo, y en el paquete superior, se encuentran fragmentos de vitrofido negro y abundantes depósitos de fase de vapor (Carrillo-Bravo, 1971) . En la Sierra de San Miguelito también aflora la ignimbrita de cantera que se encuentra dividida de acuerdo con su grado de soldamiento.

Rocas pertenecientes al Cuaternario afloran en la planicie y pie de monte de las Sierras de San Miguelito y Álvarez, se encuentran conglomerados, suelos residuales, material aluvial y material de relleno de granulometría variada. Adyacentes al pie de las sierras existen abanicos aluviales constituidos principalmente por conglomerados y brechas. Además, existen suelos residuales con espesores aproximados de 1 a 15 m y aluviones compuestos por arenas, limos y arcillas que rellenan los valles y vegas de ríos y arroyos intermitentes (Cárdenas et al., 1992).

Con relación a la geología estructural del acuífero es importante mencionar que el VSLP está formado por fallas orientadas hacia el Norte, los cuales se rellenaron con flujos piroclásticos, flujos de lava y abanicos aluviales con una distribución regional. Lo que ocasiona que el flujo de agua sea lento, y por lo tanto de baja conductividad hidráulica de 1×10^{-4} m/s (Carrillo et al., 1992).

La morfología de la región corresponde a una fosa tectónica que se desarrolló durante el periodo Cenozoico por fallas N-S ocasionadas por fuerzas tectónicas tensionales. Las rocas más antiguas corresponden a calizas del Cretácico en la parte oriental (Sierra de San Pedro) junto con una intrusión de rocas ácidas del

Terciario que forman el basamento hidrogeológico de la región (Maderrey & Rivera, 2005).

La geología del subsuelo en la zona de estudio está compuesta por una secuencia ácida y de textura porfirítica de flujos lávicos, tobas e ignimbritas del Terciario Medio, y cubren discordantemente la secuencia anterior y aflora en la Sierra de San Miguelito. Tiene un espesor medio de 1700 m compuesto de: gravas, arenas, limos y arcillas formando una secuencia elástica y cubriendo las rocas volcánicas. Estos sedimentos provienen de los flancos de la fosa, originados por la erosión de las rocas. Los sedimentos descritos anteriormente se interestratifican con tobas e ignimbritas y forman la unidad Terciario Granular Indiferenciado con un espesor de 500 a 600 m (Guevara, 2007).

3.2 Hidrogeología del Acuífero del VSLP

En la Figura 3 se muestra la delimitación del acuífero del VSLP el cual se ubica en el centro de la cuenca endorreica de SLP, la cual forma parte de la Región Hidrológica No. 37 “El Salado”. Se encuentra delimitada por dos sierras: la de San Miguelito y la de Álvarez, las cuales rodean parcialmente al VSLP, uniéndose al sur con Villa de Reyes. También delimitado por un parteaguas en el poblado de la Pila al sureste, y al norte está separado con el Villa de Arista por una serie de cerros y lomeríos denominados El Alto de la Melada (Guevara, 2007).

La recarga al acuífero somero tiene varios componentes: recarga natural a partir de la precipitación pluvial; infiltración en las zonas fracturadas; infiltración en el cauce de arroyos, lagos, etc.; y la recarga inducida por las fugas de agua potable, drenaje y retorno de riego (DOF, 2015). La principal recarga en este acuífero se efectúa en el flanco oriente del valle de San Luis Potosí, así como, al norte de la Sierra de San Miguelito hacia el valle de Escalerillas (López et al., 2013) .

La precipitación media anual es de 402.6 mm en la ZMSLP y el principal colector es el Río Santiago. Esta escorrentía también proviene de pequeñas sierras situadas al oeste y suroeste de la ciudad de SLP (DOF, 2015). Los escurrimientos superficiales son intermitentes y alimentan a los ríos: Santiago, Paisano, Española, y Mexquitic. Los escurrimientos también alimentan a los arroyos: San Antonio, Calabacitas, La Virgen, Paraíso y Portezuelo. En tiempo de lluvias estos dos últimos forman las lagunas de Santa Rita y Laguna Seca, respectivamente (Moreno, 2012). En la zona de estudio existen también presas de almacenamiento para el abastecimiento; las de mayor importancia son las presas San José y El Peaje (INTERAPAS, 2018).

Los niveles estáticos en el acuífero somero varían entre 5 a 35 m (Kohn, 2009). Los niveles más someros se localizan en el borde oriental del VSLP y los niveles más profundos en la parte norte de la mancha urbana (CONAGUA, 2009) .

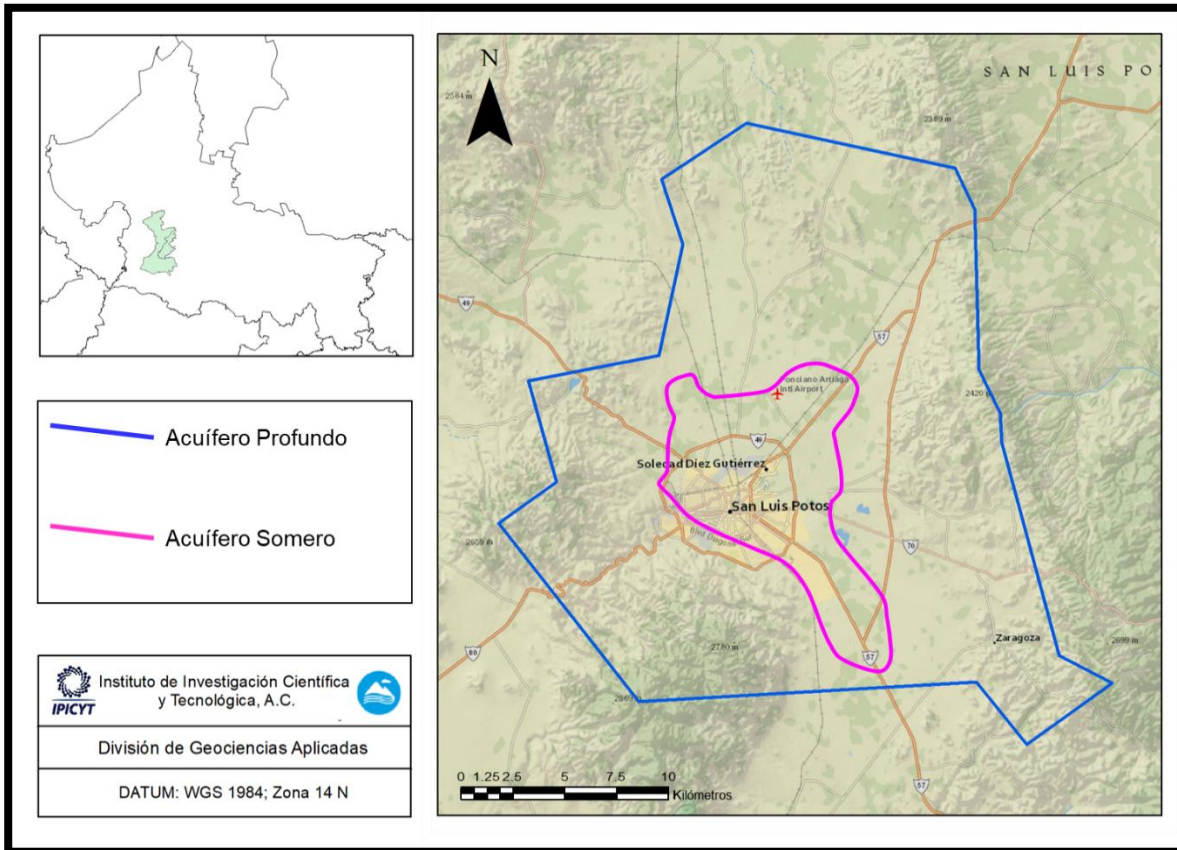


Figura 3. Delimitación del acuífero del VSLP.
Fuente: Elaboración propia, con datos del INEGI (2001).

Respecto a las direcciones de flujo en el acuífero profundo, se presenta un patrón de tipo radial convergente hacia la ciudad de SLP (Martínez, 2005), debido a que no existen salidas por flujo subterráneo horizontal hacia otros acuíferos (Sabinfosistem, 2005). El flujo está descrito por líneas de corriente que se dirigen hacia el centro de la zona urbana (Kohn, 2009). Por otro lado, es importante mencionar que los valores de conductividad hidráulica (K) promedio presentados por Carrillo et al. (1992) es de alrededor de 1×10^{-4} m/s se asocian a las fallas que originaron las fosas tectónicas que como se mencionó en la sección anterior están rellenas. Cabe mencionar que hay discrepancias respecto a las magnitudes y zonas de K . Ramos et. al., (2005) menciona que las K mayores de 3.5×10^{-4} se asocian a las fallas y que los valores menores de 2×10^{-6} se encuentran en zonas no fracturadas. Los valores de transmisividad en el acuífero varían de 5.38×10^{-5} a 3.035×10^{-3} m²/s (CONAGUA, 2015).

3.3 Modelo conceptual del Acuífero del VSLP

El acuífero del VSLP tiene una superficie de aproximadamente de 2,238 km² (Figura 3) (INTERAPAS, 2018). El sistema acuífero está compuesto por: el acuífero somero (colgado) y el acuífero profundo. El acuífero profundo está conformado a su vez por, un acuífero de tipo granular en la parte superior y otro de rocas volcánicas fracturadas en su parte inferior con conexión hídrica entre ellos, como se muestra en la Figura 4. El acuífero somero y el profundo se encuentran separados por un estrato de arcilla y arena fina compacta de baja conductividad hidráulica, por lo tanto, su conexión hídrica es nula (Hergt, 2009) .

El acuífero somero tiene una profundidad de aproximadamente 40 m, y se ubica en la zona urbana (Sabinfosistem, 2005). Este acuífero está formado por depósitos aluviales con limo, arena y grava, debido a la profundidad a la que se encuentra presenta problemas de contaminación y muestra un comportamiento muy dinámico (López et al., 2013). Una capa de arcilla y arena fina de aproximadamente 60 m de espesor separa al acuífero colgado del acuífero del medio granular. La dirección de flujo de este acuífero es de suroeste a noreste (Figura 4) (López, 2012). El acuífero de medio granular, es de tipo libre, con un espesor máximo de 250 m. y una superficie de 230 Km² (López et al., 2013). Ha sido el más explotado, los pozos que alcanzan profundidades de hasta 350 m (Moreno, 2012).

El acuífero profundo está formado en un medio fracturado que corresponden a las rocas volcánicas de la Latita Portezuelo, tiene un espesor aproximado de 300 a 350 m. Este acuífero de tipo confinado limita con la Sierra de San Miguelito y con la Sierra de Álvarez. La mayoría de los pozos perforados en este acuífero tienen profundidades entre 350 a 450 m, sin embargo, se encuentran algunos pozos entre 800 a 1000 m (López et al., 2013).

Es importante señalar que no existe una conexión hídrica entre el acuífero somero (colgado) y el acuífero profundo, debido a que están separados por una capa de arcilla y arena que impide el flujo de agua (Kohn, 2009). Por lo tanto, únicamente hay recarga vertical en el acuífero colgado por infiltración de precipitación escorrentía de sierras cercanas, y de los flujos de retorno de riego de la zona agrícola del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, donde se localizan canales de riego que circulan aguas residuales.

El sistema acuífero comprende las Sierra de San Miguelito y la Sierra de Álvarez (Figura 4), las cuales se podrían considerar como zonas de recarga al acuífero profundo, sin embargo, no funcionan como tal, debido a que a nivel regional la recarga no es favorable ya que las facies de rocas carbonatadas de la Sierra de Álvarez hacia el VSLP son facies con un alto contenido de arcillas que funcionan como barrera hidrológica y no permite la recarga (Noyola et al., 2009). Esto es explicado por el aumento de temperatura identificado en flujos profundos, que indican tiempos de residencia más largos, donde los flujos circulan regionalmente. Estudios previos han reportado un aumento de temperatura de 15 °C en el agua

extraída, entre los años de 1,960 y 2,000, debido al aumento de extracción en los pozos profundos de los cuales el tiempo de residencia del agua es más largo. Actualmente más del 70% de los pozos de agua potable presentan temperaturas de aproximadamente 35°C, por lo que el agua se considera termal (Carrillo et al., 2002; Ramos et al., 2007). CONAGUA (2009), considera el acuífero del medio granular como somero y el volcánico como profundo, sin conexión hidráulica y no utiliza el acuífero colgado en sus cálculos.

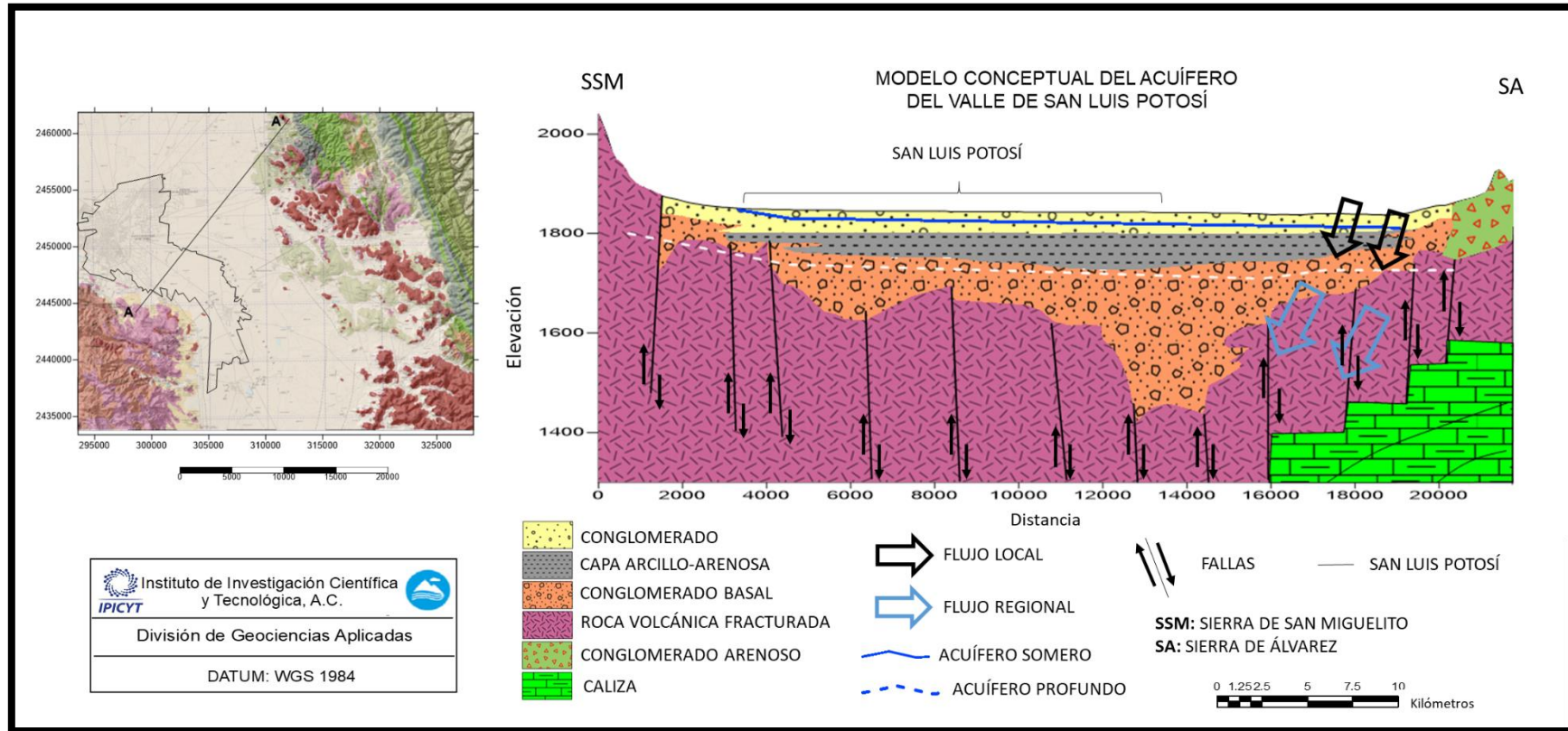


Figura 4. Modelo conceptual del acuífero del VSLP.
Fuente: Elaboración propia a partir de INTERAPAS (2016).

3.4 Variabilidad Climática

3.4.1 Análisis de Tendencias por el Método Mann-Kendall

El análisis de Mann-Kendall es un procedimiento estadístico no paramétrico que se utiliza para el análisis de tendencias a largo plazo (Gilbert, 1987). Este método puede aplicarse para rastrear las tendencias de datos con el propósito de monitorear aguas subterráneas y evaluación del sitio (USEPA, 2009).

El método Mann-Kendall se basa en tres métricas estadísticas (Aziz, 2003):

1. **La estadística S:** indica si la tendencia de concentración en función del tiempo está disminuyendo (S negativo) o aumentando (S positivo).
2. **El factor de confianza (CF):** modifica el cálculo de la estadística S para indicar el grado de confianza en el resultado de la tendencia. Si el factor de confianza es bastante bajo debido a la considerable variabilidad en las concentraciones en función del tiempo o al cambio en las concentraciones en función del tiempo, el CF se utiliza para aplicar una clasificación preliminar de "Sin tendencia", pendiente de la consideración del CV.
3. **El coeficiente de variación (CV):** se utiliza para distinguir entre un resultado sin tendencia y un resultado estable, para conjuntos de datos sin ninguna tendencia creciente o decreciente significativa.

3.4.2 Estadística S

La estadística S es la suma de las diferencias entre los eventos de muestreo secuencial, para la población completa de eventos de muestreo realizados en una única ubicación de muestreo (por ejemplo, datos de una estación climatológica). Si la tendencia medida en el evento 2 es mayor que la tendencia medida en el evento 1, el valor S es +1; si la tendencia es contraria S es -1 y si son iguales S es 0. Los puntos de cada evento se totalizan para derivar la Estadística S para esa estación climatológica y ese componente durante el periodo de tiempo de los episodios de tendencia seleccionados (Gilbert, 1987).

Cuando el valor de S es mayor que 0 indica una tendencia creciente, mientras que un valor de S menor a 0 indica una tendencia decreciente. Si el grado de confianza con respecto a una tendencia creciente o decreciente es insuficiente, el resultado de la Estadística S se clasifica como Sin tendencia.

3.4.3 Factor de Confianza (CF)

El cálculo del CF (por sus siglas en inglés) representa una modificación menor del enfoque de la prueba de la tendencia de Mann-Kendall para identificar condiciones menos ciertas, que pueden corresponder a “Probablemente en aumento” o “Probablemente en disminución”, dependiendo del nivel de confianza en el cálculo (Aziz, 2003).

El CF es la medida de confianza para rechazar la hipótesis nula de sin tendencia contra al tiempo. La hipótesis nula (H_0) establece que el conjunto de datos no muestra una tendencia lineal distinta en el tiempo. El método Mann-Kendall prueba H_0 contra la hipótesis alternativa (H_A), es decir, que los datos muestran una tendencia durante el periodo de tiempo especificado. La probabilidad (p) de aceptar H_0 se determina a partir de la tabla de probabilidades de Mann-Kendall, que se basa en el número de eventos de muestra (n , para $4 \leq n \leq 40$) y el valor absoluto de S , P es la probabilidad de obtener un valor de S igual o mayor que el valor calculado para n eventos cuando no hay una tendencia presente (AFCEE, 2004).

El CF es inversamente proporcional a p , es decir, más alto para valores de p más bajos, y es directamente proporcional a S y n , es decir, CF más alto para S más alta y n más alta.

Cuando $CF > 95\%$, $p < 0.05$, lo que quiere decir que los datos muestran una tendencia fuerte (en aumento o en disminución). Cuando CF esta entre 90 a 95%, $0.1 > p > 0.05$, la H_0 se rechaza y se indica una tendencia. Si CF es menor al 90%, $p > 0.1$, se acepta la H_0 y se indica una condición sin tendencia o estable, según el CV (Connor et. al., 2012).

3.4.4 Coeficiente de Variación (CV)

Proporciona un indicador general del grado de variabilidad de los datos en un lugar de monitoreo particular a lo largo del tiempo. El método Mann-Kendall utiliza el CV del conjunto de datos de muestra para cada componente en cada estación climatológica para distinguir entre una condición estable y una condición sin tendencia, dependiendo de los valores de la estadística S y el CV, las ubicaciones de muestreo que presentan un CF bajo ($CF < 90\%$), se designan como estable y sin tendencia cuando $CV \geq 1$ (Aziz, 2003).

3.5 Balance Hidrológico

La cuantificación de los recursos hídricos es importante y se realiza a través de un balance hidrológico del acuífero, con la finalidad realizar un manejo integral del agua y asegurar el suministro de agua potable y el desarrollo de las diferentes actividades socioeconómicas. También es significativo caracterizar y conocer las condiciones en las que se encuentra el acuífero para desarrollar y/o enfocar planes de gestión del agua subterránea (Escolero et al., 2009).

Existe mayor necesidad de cuantificar la recarga vertical que se produce por efecto de la infiltración de la lluvia, y la recarga lateral que proviene de zonas montañosas. Principalmente en regiones de mayor demanda de agua subterránea, así como en regiones áridas y semiáridas donde la principal fuente de abastecimiento son los acuíferos. En estas regiones la escasez de precipitación, y alta evapotranspiración influyen en la disminución de la recarga, además de las condiciones geológicas de los acuíferos que muchas veces debido al tipo de roca, y la falta de conectividad no permiten la recarga y de allí la necesidad de realizar un balance hidrológico para mitigar y/o prevenir efectos adversos por la sobreexplotación de acuíferos (Sophocleous, 1991).

El balance hidrológico se realiza a nivel acuífero o cuenca, en el cual se consideran entradas como la precipitación e infiltración y salidas de agua como evapotranspiración, escurrimientos superficiales y volúmenes de extracción de agua. Si las entradas no son equivalentes a las salidas, significa que existe un déficit en el almacenamiento (Tinajero, 1982). Esto significa que el acuífero se encuentra sobreexplotado, lo que implica mayor abatimiento de los niveles piezométricos. Actualmente el déficit de agua sólo ha sido cálculo por la CONAGUA, sin embargo, en los últimos años se ha entendido mejor el modelo conceptual (López, 2012). Por lo que es imprescindible estimar el balance hidrológico del sistema acuífero.

Uno de los primeros métodos desarrollados para el cálculo del balance hidrológico es el modelo de Thornthwaite y Mather (1957) y reportado por Dunney Leopold (1978), que considera la precipitación como entrada de agua y la evapotranspiración y la escorrentía como salidas. El método se expresa mediante los siguientes parámetros: precipitación (PP), considerado como el agua que cae en un determinado sitio (mm); ET es la evapotranspiración, definido como una parte del agua que vuelve a la atmósfera como evaporación y por transpiración de la vegetación (mm); Esc es la escorrentía superficial y se define como el agua que escurre por la superficie (mm).

En México, con la finalidad de tener un marco claro para determinar la disponibilidad hídrica y establecer políticas sobre el uso del agua, la SEMARNAT (2002), publicó la NOM-011-CNA-2000 en la cual establecen las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual del agua subterránea mediante la siguiente expresión:

$$\text{Disponibilidad media anual de agua} = \text{Recarga total media anual} - \text{Descarga natural comprometida} - \text{Volumen concesionado de agua subterránea}$$

3.5.1 Acuífero Somero

Los parámetros que describen e influyen al acuífero somero son los que se mencionan a continuación.

3.5.1.1 Precipitación

De acuerdo con Pladeyra (2003) la precipitación es definida como la principal entrada de agua que cae en una zona determinada dentro del ciclo hidrológico. La precipitación varía espacial y temporalmente entre cuencas y/o subcuencas. Por otro lado, Pérez (2013) define la precipitación como la caída de agua desde la atmósfera hacia la superficie terrestre, y se genera por la condensación del agua. El agua acumulada en la atmósfera generalmente se encuentra en estado gaseoso, cuando hay una cantidad considerable en las nubes, el agua pasa del estado gaseoso al líquido o al sólido (SMN, 2018).

Comúnmente las mediciones de la precipitación se realizan en las estaciones climatológicas a través de los pluviómetros o a partir de datos reanalizados de predicción climática medidos en milímetros (mm) diarios (Pladeyra, 2003).

3.5.1.2 Evapotranspiración (ET) y los métodos para su determinación

Gonzales (2010) define la evapotranspiración como la cantidad de agua que regresa a la atmósfera, por transpiración de la vegetación y por la evaporación del suelo, se expresa normalmente en milímetros por unidad de tiempo. La evapotranspiración potencial (ET_p) ocurre si la humedad del suelo y la cobertura vegetal están en condiciones óptimas, mientras que la evapotranspiración real (ET_r) se presenta bajo condiciones reales de humedad del suelo y de cobertura vegetal existentes en un lugar y durante un tiempo dado (Martín, 2015).

Para determinar la ET se han propuesto muchos métodos, entre los cuales están: el método de Thornthwaite (1948), el método de Penman (1948), el método de Turc (1961), el método de Jensen – Haise (1963) y el método de **Hargreaves** (1985). Cada método se diferencia en el número y tipo de variables climáticas utilizadas. A través de los años han surgido otros métodos a partir de la modificación de éstos, entre los cuales cabe mencionar los métodos de Penman- Monteith (1965), Hargreaves-Samani (1985), Doorenbois y Pruitt (1997) y el de Penman- Monteith (1998) sugerido por la FAO.

La FAO recomienda métodos que son prácticos de aplicar, tal es el caso del **método de Hargreaves**, el cual requiere solo datos de temperatura media (°C) y radiación solar (mm/día) para calcular de la evapotranspiración (Mohammadi, 2014). Este método resulta eficiente cuando no se cuentan con datos confiables, y/o no disponen de valores de humedad relativa o velocidad del viento (Allen et al., 1998).

La ecuación de Hargreaves ha sido aplicada con éxito en diversas regiones del mundo y ha sido adaptado favorablemente para diferentes climas, utilizando solo mediciones de temperatura. Jensen et al. (1997) recomiendan este método y lo catalogan como uno de los más sencillos y exactos, a diferencia de los demás métodos para estimar la ETo. El método de Hargreaves se ha aplicado en zonas con clima árido y semiárido de México, con el propósito de determinar la ETP y relacionarla con diferentes parámetros como la temperatura, y altitud, Además d es un método sencillo que se ha podido aplicar en todo el país (Bautista, 2009).

El método de Turc es uno de los métodos más sencillos para el cálculo de la ETR debido a que solo utiliza datos de precipitación media anual y temperatura media anual en mm y °C respectivamente. La ecuación del método Turc ha sido aplicada en diversas zonas del mundo, ya que es un método muy práctico obteniendo resultados muy exactos y satisfactorios. Este método se ha aplicado exitosamente y para diferentes en regiones de México tanto de clima árido, semiárido y húmedo (Campos, 1998).

3.5.1.3 Infiltración

De acuerdo con Pérez (2013) la infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo, está regida por la fuerza de gravedad y la acción capilar, y se mide en mm por unidad de tiempo. La infiltración depende de las características del suelo, como la facilidad de entrada, la capacidad de almacenaje y la tasa de transmisión por el suelo (Ruíz, 2014).

Ordoñez (2012) define a la infiltración como el volumen de agua procedente de las precipitaciones que pasa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo y del subsuelo. Y depende de las condiciones físicas del terreno, de la existencia de suficientes poros en la superficie del suelo para que se infiltre el agua de lluvia. Para realizar el cálculo de la cantidad infiltrada es importante tomar en cuenta la cantidad precipitación mensual, la cantidad de lluvia mensual retenida en el follaje, la cantidad de suelo pavimentado o impermeable y del coeficiente de infiltración, es la cantidad de agua producto de la precipitación que se infiltra en el subsuelo (UNESCO, 1992).

3.5.1.4 Escorrentía Superficial

La escorrentía superficial (**Es**) es definida como el agua proveniente de las precipitaciones que no es evaporada, y que escurre superficialmente en forma directa, llegando a los cauces superficiales en un corto periodo de tiempo después

de la precipitación. La escorrentía también puede ocurrir de forma subsuperficial llegando unos 80 cm aproximadamente del subsuelo (Ramos et al., 2007). Por otro lado, la escorrentía basal es considerada como la escorrentía que alimenta a los cauces superficiales en la época de estiaje (Ordoñez, 2012).

La cantidad de **Es** que llega a las corrientes de agua superficial dependerá de cuatro factores: meteorológicos, geográficos, hidrogeológicos y biológicos válidos para zonas urbanas. Respecto a los factores meteorológicos la intensidad de lluvia, duración, frecuencia, tipo y la extensión espacial que abarque la precipitación son imprescindibles pues determinan la cantidad de escorrentía y por lo tanto los caudales en los ríos, lagos y arroyos, de igual manera la temperatura define las pérdidas por evaporación y por lógica la cantidad de **Es** (Breña, 2006). Los factores geográficos comprenden la latitud, longitud y altitud, las pendientes haciendo que los escurrimientos sean lentos o rápidos, además de la superficie del agua libre, la forma de la cuenca, la forma de la red de drenaje y el perfil de los cursos de agua. En los hidrogeológicos se incluyen la permeabilidad del suelo y la profundidad. Los factores biológicos comprenden la cubierta vegetal y la acción humana (Angelone et. al., 2006).

Para calcular la escorrentía superficial media anual (mm) en las cuencas y subcuencas se requieren datos históricos de precipitación media anual y valores de coeficientes de escorrentía, de acuerdo al grado de pendientes, uso de suelo y la textura, según la zona de estudio y es obtenido de tablas. El cálculo de la **Es** se realiza, a través fórmulas y es explicado a detalle en el apartado metodológico. La **Es**, es un factor que afecta a la recarga de los acuíferos, ya que el agua fluye por la superficie y si la pendiente es muy pronunciada es mayor la cantidad de agua que escurre y cuando el suelo es más plano mayor es la cantidad de agua que puede infiltrar (Gonez, 2013).

3.5.2 Acuífero Profundo

Para el cálculo de la recarga lateral al acuífero profundo se aplicó la Ley de Darcy, la cual se describe en los siguientes apartados.

3.5.2.1 Ley de Darcy

Ley de Darcy tiene el propósito de calcular el volumen de agua que pasa por un área transversal en un medio poroso (Darcy, 1856). Esta ley establece que el agua corre de los niveles de mayor energía a los de menor energía (Zheng & Bennett, 2002).

El cálculo de la Ley de Darcy (Figura 5) estima el caudal de agua (Q) que atraviesa un medio poroso saturado. El cual es directamente proporcional a la sección transversal a dicho flujo (A) y a la variación del potencial (Δh) existente entre dos puntos, considerados de una misma línea de flujo, e inversamente proporcional a la

longitud (Δl) del camino recorrido. La constante K es conocida como coeficiente de permeabilidad de Darcy o conductividad hidráulica (Espinoza, 2006).

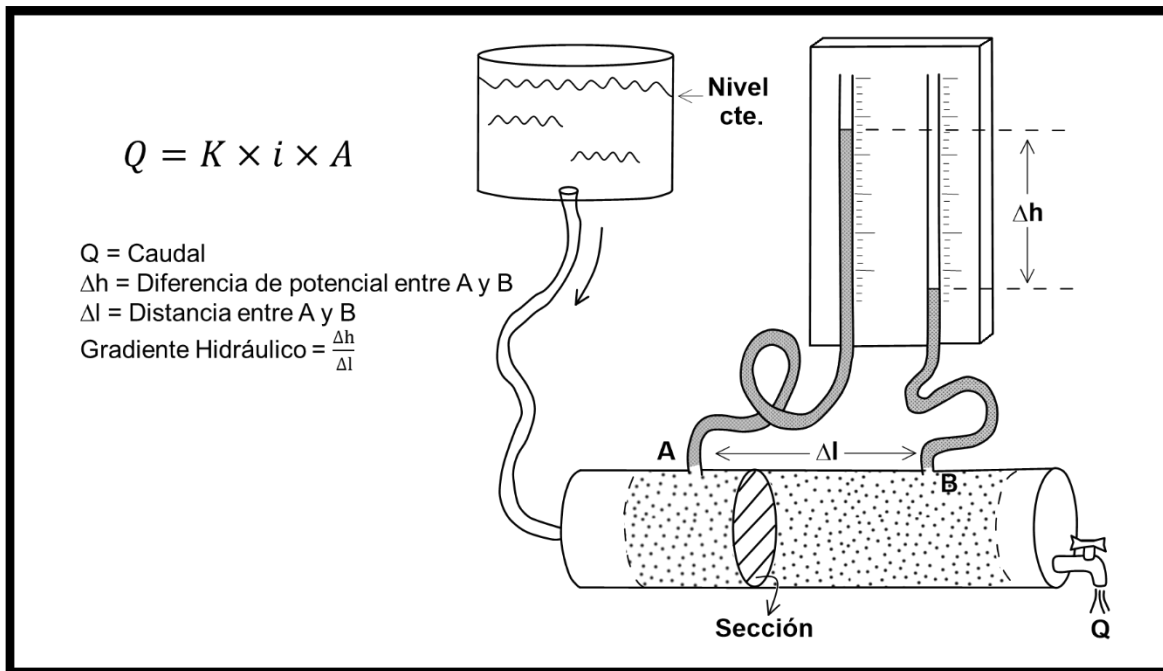


Figura 5. Esquema de la representación de la Ley de Darcy.

Fuente: Elaboración propia a partir de Sánchez (2017).

3.5.2.2 Conductividad Hidráulica

La conductividad hidráulica, se define como la capacidad de infiltración, por medio del transporte de agua en un suelo permeable, y es expresada por unidad de velocidad (m/s). Es el parámetro más importante del acuífero en lo referente al flujo de fluido en el subsuelo (Peinado et al., 2010).

La conductividad hidráulica es importante en trabajos de explotación y gestión de agua potable y riego, así como en la definición de perímetros de protección de las captaciones, en modelos de simulación y de gestión orientados a plantear regulaciones de los sistemas de explotación y monitoreo de las aguas subterráneas (Donado et. al., 2004).

3.5.2.3 Gradiente Hidráulico

El gradiente hidráulico se define como la relación del nivel potenciométrico entre dos puntos y la distancia entre ambos, y es medida según el recorrido del flujo. El gradiente hidráulico se puede determinar a partir de mapas de niveles de agua o superficies potenciométricas utilizando medidas de niveles de agua (Sánchez, 2017).

La estimación de los valores de los gradientes hidráulicos verticales, es importante para la evaluación del potencial en el análisis de las direcciones de flujo, así como para analizar la capacidad del movimiento del agua subterránea entre otros acuíferos (Peinado et al., 2010).

3.5.2.4 Sección Transversal

La sección transversal se refiere al área (m^2) por donde pasa el flujo de agua (Angelone et al., 2006).

3.6 Caracterización Hidrogeoquímica del Sistema Acuífero del VSLP

Estudios hidrogeoquímicos y de calidad del agua han sido realizados por López (2012), López et al. (2013), CONAGUA (2009), en la cual se han analizado diferentes parámetros para los acuíferos: colgado, granular y profundo. En la Tabla 1 se muestran los parámetros físico-químicos y los límites máximos permisibles.

El acuífero colgado es categorizado como urbano, debido a que el acuífero se encuentra debajo de los tres principales usos de suelo (urbano, industrial y agrícola) y por esta razón el origen de su contaminación está asociada a las actividades antropogénicas (Peña, 2006).

En el acuífero colgado se identificaron concentraciones de NO_3^- y CT que rebasan los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por la Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994) (Moran, 2010). Las zonas más contaminadas por estos parámetros se localizan en las proximidades del panteón municipal de Soledad de Graciano y en la zona centro de la ciudad (López, 2012).

En un estudio previo se realizó un estudio de calidad del agua en norias en el acuífero somero donde se encontraron concentraciones promedio de Sr^{2+} (0.71 ppm) y As^{+3} (0.015 ppm) (López, 2012), que sobrepasan los LMP de la NOM-127-SSA1-1994. No obstante, en estudios previos se han encontrado niveles altos de algunos elementos traza como Mn^{2+} , Cd^{2+} , Al^{3+} , Y, Pb^{2+} , As^{+3} , U, que limitan el uso del recurso hídrico para consumo humano (Ramos et al., 2005).

Asimismo, se han encontrado otros contaminantes asociados a la actividad agrícola como NO_3^- y SO_4^{2-} , concentraciones máximas de 16 ppm, y 114.76 ppm respectivamente. Localizadas en las proximidades de los canales abiertos, procedentes del uso de aguas residuales para riego, y aplicación de fertilizantes (COTAS, 2005).

La conductividad eléctrica (CE) se encuentra en un rango de 2.1 a 4.9 $\mu S/cm$. Los valores más bajos de CE se localizan en el centro de la zona de estudio y en las localidades como La Florida y los Gómez se encuentran valores relativamente altos, alrededor de 3.50 $\mu S/cm$ (CONAGUA, 2009).

Los análisis de los parámetros químicos de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994, indican que los valores de Flúor rebasan los LMP de la norma oficial, ya que las concentraciones de F⁻ varían entre 2 y 11 mg/L (CONAGUA, 2009), mientras que el valor máximo permisible por la NOM es de 1.5 mg/L (López et al., 2013). Su origen está asociado con las rocas volcánicas que forman el acuífero profundo, a diferencia del acuífero colgado que muestra niveles de flúor más bajos con respecto a la norma (Bateman, 1974).

Por otro lado, en el acuífero profundo se han reportado altas concentraciones de 0.074 ppm para As⁺³ que rebasa los LMP de 0.05 (NOM-127-SSA1-1994), los cuales están asociados al medio geológico (Cardona, 2007), mientras que para el acuífero colgado las concentraciones son bajas de 0.02 ppm aproximadamente, y está relacionada a actividades antropogénicas (López, 2012).

Tabla 1. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Hidrogeoquímicos establecidos en la NOM-127.

Parámetro*	NOM-127-SSA1-1994 LMP
Temperatura	No aplica
pH.	6.5 - 8.5
Conductividad Eléctrica (CE)	5.00
Alcalinidad	300.00
Sólidos Totales Disueltos (STD)	1000.00
Potencial redox	650
Dureza	500.00
Grasas y Aceites (GA)	15 – 25
Coliformes Totales (CT)	2
NO ₃ ⁻	10.00
SO ₄ ⁻²	400.00
Cl ⁻	250.00
F ⁻	1.50
HCO ₃ ⁻	50 – 350
Ca ²⁺	10 – 250
Mg ²⁺	1 – 100
Na ⁺	200
K ⁺	100
Cr ²⁺	0.05
Co ²⁺	0.05
Cu ⁺	2.00
Li ⁺	2.50
Ba ²⁺	0.70
Fe ²⁺	0.30
Pb ²⁺	0.01

Mn²⁺	0.15
Hg²⁺	0.001
Ni²⁺	0.07
Sr²⁺	0.01
Zn²⁺	5.00
B³⁺	0.5
As³⁻	0.01
Cd²⁺	0.005

* Unidades: Temperatura (°C), pH (Unidades estándar), CE (μS/cm), Alcalinidad (mg/L), STD (mg/L), Potencial redox (mV), GA (mg/L), CT (NMP/100 ml), Concentración de iones (mg/L).

Es importante señalar que las concentraciones de ciertos parámetros hidrogeoquímicos y los niveles presentes son diferentes en el acuífero somero y en el profundo. La contaminación en el acuífero somero está asociada a la actividad antropogénica, debido a los desechos de la zona urbana e industrial, mientras en el acuífero profundo la contaminación es natural, los niveles de fluoruros y arsénico están relacionados al material geológico que lo conforma (Cardona, 2007).

3.6.1 Facies Hidrogeoquímicas

Las características químicas del agua subterránea en el área de estudio varían según la profundidad en que circula el agua en el subsuelo. En la ZMSLP se han encontrado cuatro tipos de familias de agua, las principales en la zona de estudio son Bicarbonatadas-Sódicas (HCO₃⁻Na⁺) en un 53.8% ubicadas al sur y Bicarbonatadas-Mixtas (HCO₃⁻Mixtas) con 44.5% localizadas al norte (Landín, 2008); y en menor porcentaje (3.7%) una mezcla Bicarbonatadas-Cálcicas (HCO₃⁻Ca²⁺) y Cálcicas-Mixtas (Ca²⁺Mixtas) ubicadas al noreste y al noroeste, respectivamente (Cardona, 1990).

En el agua subterránea del acuífero colgado se presenta el tipo de familia de agua Ca²⁺Mixta, ya que tiene alto contenidos de Ca²⁺, Na⁺ y HCO₃⁻. Adicionalmente, se detectaron concentraciones altas de NO₃⁻, Cl⁻ y SO₄⁻ y valores elevados de CT (Cardona, 2008), que indican la influencia de la actividad antropogénica de la zona urbana.

En el acuífero profundo se presentan los tipos de familias HCO₃⁻Na⁺, HCO₃⁻Mixtas y HCO₃⁻Ca²⁺, con altos contenidos altos de HCO₃⁻, Na⁺ y Li⁺, estas familias son características del agua que circula a gran profundidad en rocas ígneas, por lo tanto, este acuífero este asociado a la interacción del agua con minerales que se encuentran en las rocas volcánicas (Carrillo, 2006).

3.7 Niveles Potenciométricos

De acuerdo con Hölting (1996), el nivel potenciométrico se define como la altura de la superficie del agua subterránea sobre el nivel del mar. En el sistema acuífero del VSLP se han realizado estudios de las mediciones de los niveles potenciométricos por diferentes autores, Martínez (2005), la empresa Sabinfosistem (2005), Ramos et al. (2005), Cardona (2007) y Kohn (2009).

En los estudios realizados por Martínez (2005) y Cardona (2007) se determinaron las direcciones del flujo en el acuífero del VSLP, mediante la distribución de los niveles potenciométricos. Los dos autores en sus estudios mencionan que el flujo es de tipo concéntrico hacia el centro de la ZMSLP.

La empresa Sabinfosistem (2005), realizó un análisis de los niveles potenciométricos de la ZMSLP para describir el flujo horizontal hacia otros acuíferos. La dirección de flujo es de tipo radial con dirección hacia la ciudad de SLP y la zona industrial. Además, de los altos niveles (1,700 msnm) que se encuentran en la zona industrial y parte de la zona urbana, lo que ha formado un cono de abatimiento con un descenso de aproximadamente 1.06 m/año. Ramos et al. (2005) mencionan que el cono de abatimiento se formó en el año 1995, y que para el año 2001 el cono de abatimiento había aumentado 25 m en el centro del cono de abatimiento y hacia la parte norte de la ZMSLP. Se evaluaron los niveles potenciométricos del año 2003, en donde el cono de abatimiento se profundizó 60 m. Se determinaron que las zonas de recarga al acuífero del VSLP se presentan en el flanco oriente del VSLP, así como al norte de la Sierra de San Miguelito hacia el Valle de Escalerillas.

Hasta el año 2009 en el estudio de Kohn (2009) donde se realizó un análisis de niveles potenciométricos del acuífero profundo del VSLP, de los años 1977, 1984, 1992, 1994 -1999, 2001, 2003 y 2005, se reportó un valor promedio de 2 m/año de descenso de los niveles y que el gradiente natural del acuífero se ha invertido en el agua subterránea de la ZMSLP debido a la extracción excesiva de agua del acuífero.

La Figura 6 se muestra la metodología diseñada para evaluar la disponibilidad de agua del sistema acuífero del VSLP. Esta metodología difiere a la utilizada por la CONAGUA ya que considera por separado el acuífero somero y el acuífero profundo debido a la nula conexión hídrica entre ellos.

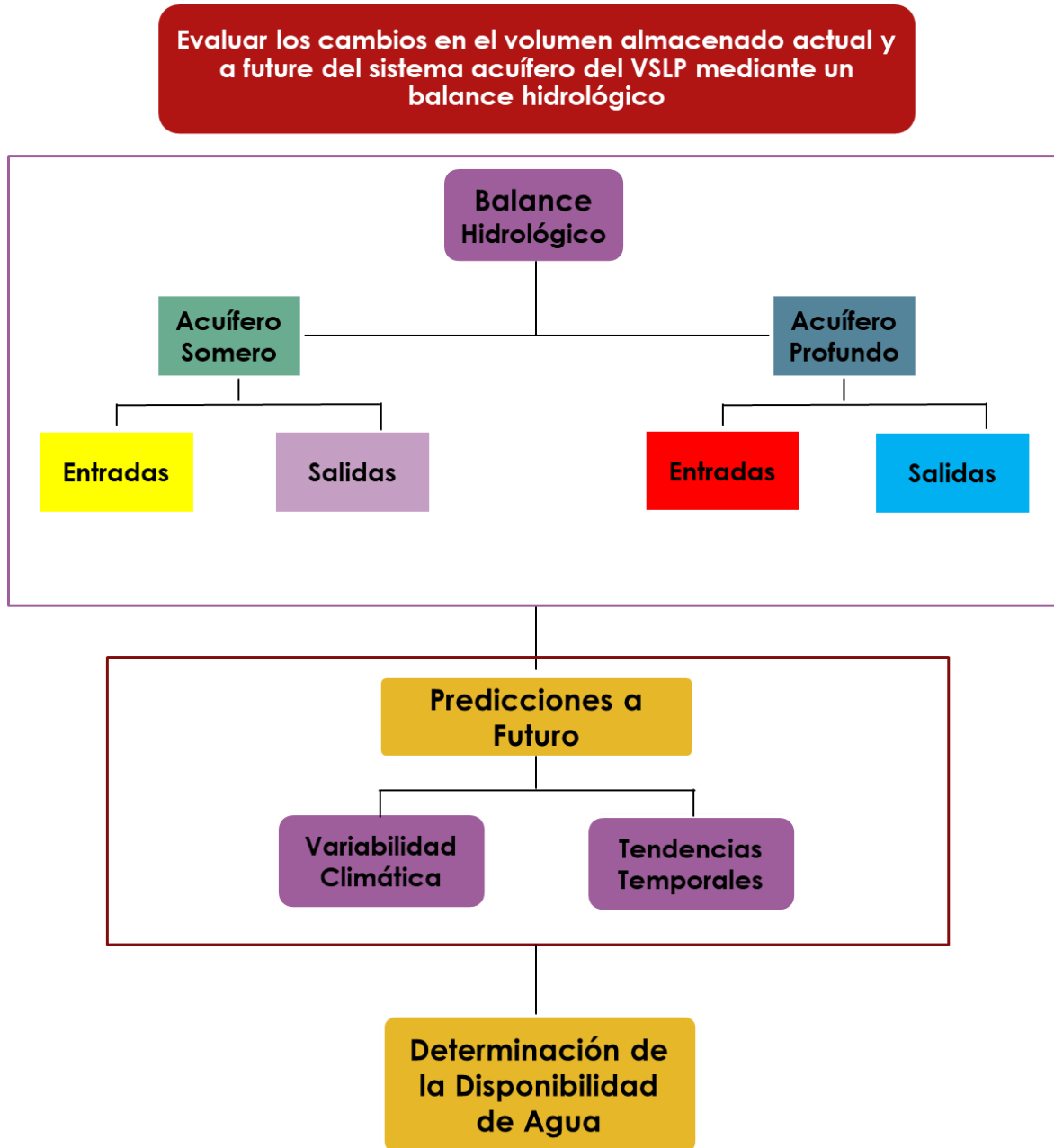


Figura 6. Metodología para determinar la disponibilidad de agua del acuífero somero y profundo del VSLP.

Fuente: Elaboración propia.

4.1 Recopilación y Preparación de Información

4.1.1 Obtención de Datos Históricos de Precipitación y Temperatura

Se utilizaron datos reanalizados estadísticamente de imágenes satelitales e información de campo, del Sistema de Reanálisis Predicción Climática (CFSR, por sus siglas en inglés). Se recabaron datos de precipitación, temperatura máxima y mínima (Anexo 1 y 2), y radiación solar (Anexo 3) de 9 puntos de referencia climatológica. Los puntos seleccionados se encuentran a una distancia promedio de 31.54 km en línea recta de la ZMSLP y a una altitud promedio de 1,960 m. Los datos utilizados fueron de 1979 al 2013, éstos son continuos, y no presentan valores atípicos y/o datos faltantes, por lo que son más confiables. La ubicación de los puntos de referencia climatológica se muestra en la Figura 7.

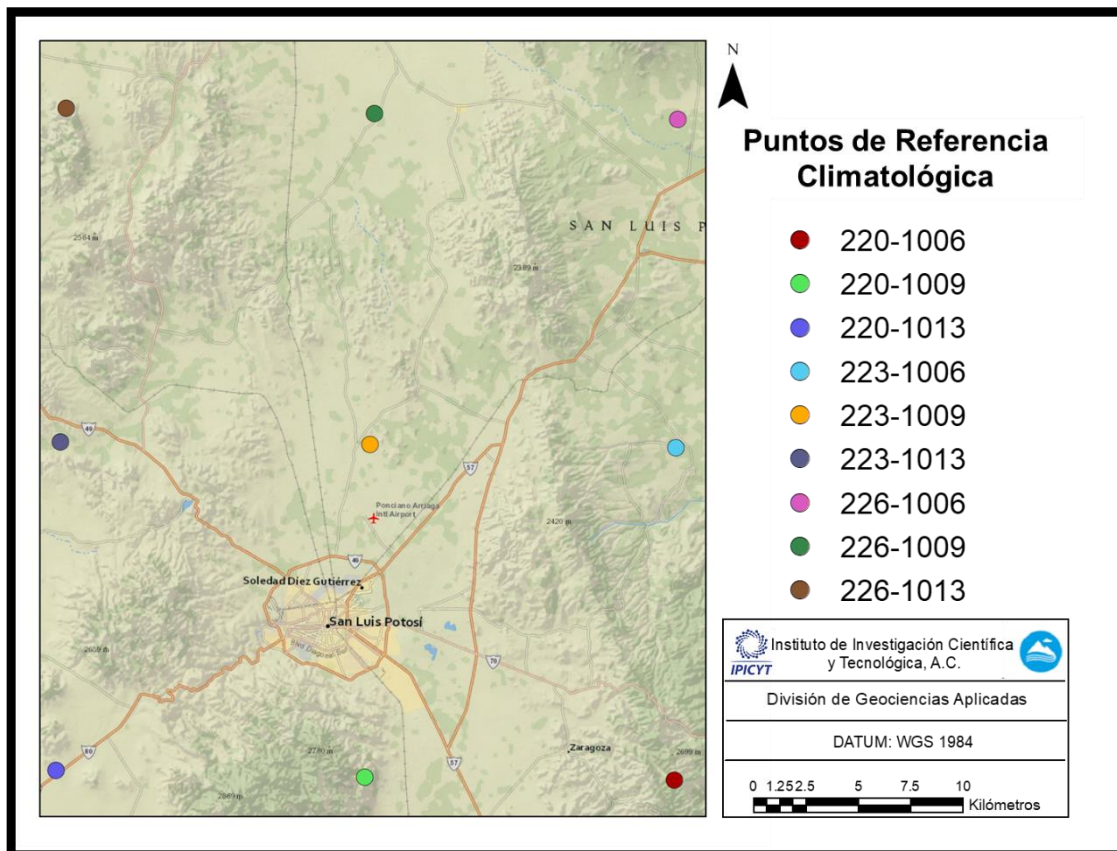


Figura 7. Ubicación geográfica de los puntos de referencia climatológica.

Fuente: Elaboración propia a partir de CFSR (2013).

4.1.2 Análisis espacial de datos históricos de Precipitación

Los métodos geoestadísticos se usan como herramienta de interpolación para analizar el comportamiento espacial de una variable sobre un área determinada (Cisneros et al., 1998). Los métodos estadísticos como el Inverso de la Distancia Ponderada (IDW), Krigeado Ordinario (KO) y Krigeado Simple (KS), Regresión múltiple con los residuos Krigeados (RMK) y el Cokrigeado Ordinario (CKO) y Cokrigeado Simple (CKS), son los más utilizados para representar la variabilidad espacial de la lluvia (Goovaerts, 2000). Para este análisis se utilizó el método IDW, ya que es un método rápido para los cálculos, además, para distancias muy grandes, este método es el mejor.

Se analizaron los datos de precipitación del área de estudio, para el período de años antes mencionado. Con la información se realizó una interpolación de los datos de precipitación media anual y mensual mostrados en el Anexo 4, para ello, se utilizó el software ArcGIS Vs.10.3 con la extensión Geostatistical Analyst.

Se utilizó el método geoestadístico de interpolación Determinístico Inverso de la Distancia Ponderada (IDW), para generar imágenes ráster de distribución espacial mensual (enero a diciembre) y anual (1979 al 2013). El método IDW utiliza un algoritmo simple basado en interpolar los datos dándole mayor importancia a los valores que se ubican más cerca y menos alejados (Cifuentes, 2016), mediante la siguiente ecuación:

$$\lambda_i = \frac{[d(S_i, S_0)]^{-p}}{\sum_{i=1}^n [d(S_i, S_0)]^{-p}} \dots\dots\dots \text{Ecuación (1)}$$

$i = 1, \dots, n$

Donde:

- **n**: número de observaciones.
- λ : peso dado a cada una de las observaciones y la suma de todos los λ es igual a uno.
- El subíndice i denota los puntos muestreados.
- El subíndice 0 es el punto de estimación.
- S : la medición efectuada
- $d(S_i, S_0)$: distancia entre S_i y S_0
- p : parámetro del exponente que controla que tan rápido los pesos de los puntos tienden a cero conforme aumenta la distancia del sitio de interpolación. Cuanto mayor sea p , más peso es dado a los puntos más cercanos y por consiguiente se obtienen superficies más continuas o suaves y las predicciones tienden hacia el promedio de la muestra (Schloeder, 2001). Sus valores comúnmente están entre 1 y 3, siendo el 2 el más usual (Gotway, 1996).

4.1.3 Volúmenes de Agua Concesionados para los Diferentes Usos en la ZMSLP

Para este análisis se revisó la página del REPDA (Registro Público de Derechos del Agua) y se obtuvieron las concesiones y los volúmenes que se extraen de agua al año, para complementar esta información se pidieron datos de las concesiones a la CONAGUA, en la Tabla 2 se muestra el volumen concesionado para cada uno de los usos que se encuentran en la ZMSLP.

También se realizaron mapas de la ubicación de los pozos de los diferentes usos, con los cuales se ubicaron las zonas de uso público-urbano, agrícola e industrial, así como los volúmenes de extracción de cada pozo.

Tabla 2. Volúmenes de agua para cada uso en la ZMSLP.

Usos	Volumen (m ³ /año)	Pozos
Publico-urbano	104,896,153	335
Agrícola	34,487,868	859
Industrial	12,969,053	106
Total	152,353,076	1,300

4.1.4 Niveles Potenciométricos

Para realizar el análisis de la evolución de los niveles potenciométricos, se solicitaron datos a la CONAGUA, de los cuales se hizo una depuración de la base de datos de los niveles estáticos del acuífero profundo del VSLP, en cuales se eliminaron datos de los años, debido a que se tomó como criterio datos del año más actual, año más antiguo y datos de un año intermedio, para poder identificar variaciones en los niveles potenciométricos a. Por lo tanto, se eligieron únicamente los años de 1995, 1999 y 2005 como los años representativos de lo antes mencionado. (Ver anexo 5).

Para calcular los niveles potenciométricos, se realizó una resta de la cota del brocal menos el nivel estático de cada pozo, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Niveles Potenciométricos} = \text{Cota Brocal} - \text{Nivel estático} \dots\dots\text{Ecuación (2)}$$

Los cálculos de los niveles potenciométricos para los años seleccionados (1995, 1999 y 2005), así como los resultados son mostrados en el Anexo 6.

4.2 Variabilidad Climática

4.2.1 Análisis de Tendencias por el Método Mann-Kendall

El método Mann-Kendall se basa en el cálculo de la estadística S:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \dots \dots \dots \text{Ecuación (3)}$$

$$\begin{aligned} \text{Si } (x_j - x_i) > 0 & \quad \text{sgn}(x_j - x_i) = 1 \\ \text{Si } (x_j - x_i) = 0 & \quad \text{sgn}(x_j - x_i) = 0 \\ \text{Si } (x_j - x_i) < 0 & \quad \text{sgn}(x_j - x_i) = -1 \end{aligned}$$

Donde:

- *n*: es el tamaño de los datos.
- *x_j* y *x_i*: son datos secuenciales.

En datos grandes, la estadística S distribuye aproximadamente normal con media cero y varianza.

$$V(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_t t(t-1)(2t+5)}{18} \dots \dots \dots \text{Ecuación (4)}$$

Donde:

- \sum_t indica que el termino t(t-1) (2t+5) es evaluado para los t grupos de lazos existentes en la serie.

Finalmente se calcula un estadístico estandarizado Z:

$$\begin{aligned} \text{Si } S > 0 & \quad Z_{MK} = \frac{S-1}{\sqrt{V(S)}} \\ \text{Si } S = 0 & \quad Z_{MK} = 0 \\ \text{Si } S < 0 & \quad Z_{MK} = \frac{S+1}{\sqrt{V(S)}} \end{aligned}$$

Se evalúa la hipótesis de interés:

- a) H₀: No hay tendencia vs. H₁: Hay tendencia decreciente
- b) H₀: No hay tendencia vs. H₁: Hay tendencia creciente

Para el análisis de las tendencias de la precipitación se utilizó el software GSI Mann-Kendall TooKit Vs. 1.0, el cual se basa en tres métricas estadísticas (Aziz, 2003):

1. La estadística S.
2. El factor de confianza (CF)
3. El coeficiente de variación (CV)

El CV es una medida estadística que indica que tan grande es la desviación estándar en relación con la media. Es utilizada para comparar la variabilidad que existe entre dos conjuntos de datos, siempre y cuando tengan la misma distribución, se calcula dividiendo la desviación estándar entre la media:

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100 \dots\dots\dots\text{Ecuación (5)}$$

Donde:

- **CV**: coeficiente de variación.
- **S**: desviación estándar.
- **\bar{x}** : media.
- Se suele expresar en porcentaje por eso se multiplica por 100.

4.2.1 Intensidad Hidroclimática

Para calcular la intensidad de lluvia en la ZMSLP se introdujo un índice de Intensidad Hidroclimática (HY-INT), que combina cuantitativamente medidas de intensidad de precipitación (INT) y la cantidad de los días secos (DSL), proporcionando una métrica global de intensidad hidroclimática. Un día seco se define como la cantidad de precipitación diaria que es inferior a 1 mm y un día húmedo como la precipitación diaria que es mayor a 1 mm (Salinger & Griffiths, 2001). Para calcular el valor de HY-INT para un año se aplica la siguiente formula:

$$HY - INT = INT \times DSL \dots\dots\dots\text{Ecuación (6)}$$

El índice HY-INT aumentara si INT y DSL aumentan o si el aumento en uno de ellos supera la disminución en el otro. Lo que quiere decir, un aumento en HY-INT mide un aumento dominante de INT, DSL o en los dos, o se producirían mayores aumentos de HY-INT cuando aumentan tanto INT como DSL y esto registrara un cambio en las características del ciclo hidrológico.

Después del cálculo del HY-INT se realizó una normalización, que consta de calcular el promedio total del HY-INT y dividir el HY-INT de cada año entre el promedio de HY-INT.

4.3 Balance Hidrológico del Acuífero Somero

El esquema de la Figura 8 muestra la metodología general para el cálculo del balance hidrológico del acuífero somero, el cual se estimó mediante un porcentaje de Infiltración.

Acuífero Somero

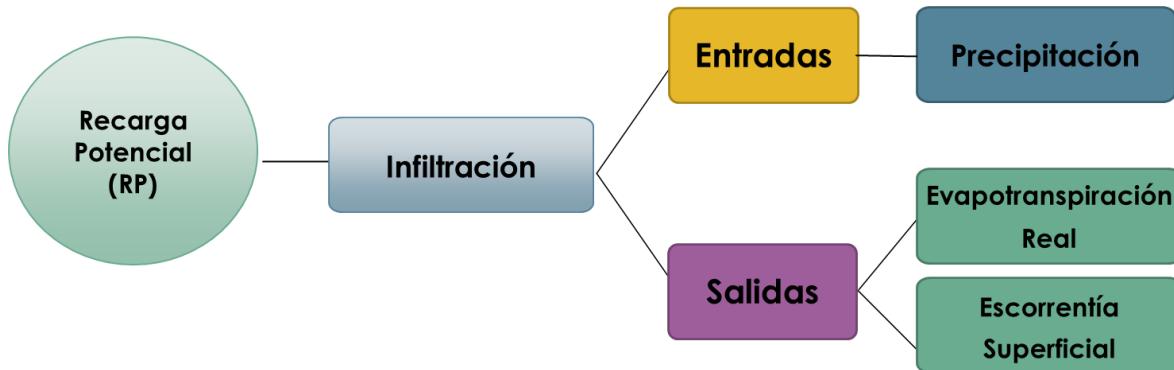


Figura 8. Metodología del balance hidrológico para el acuífero somero.

Fuente: Elaboración propia.

La metodología que se siguió para realizar el balance hidrológico fue mediante imágenes ráster en el software ArcGIS Vs. 10.3, con la extensión Algebra de Mapas, que funciona con operadores matemáticos que se ejecutan sobre dos o más imágenes ráster de entrada para generar una o varias imágenes ráster de salida (Tomlin, 1990). Para el cálculo del balance hidrológico somero previamente se calculó la Evapotranspiración Potencial y Real, Infiltración, Escorrentía Superficial y el Coeficiente de Infiltración. Además de las pérdidas por fugas en la red de distribución.

4.3.2 Cálculo de la Infiltración

Para el cálculo de la Infiltración (I) se utilizó la fórmula del balance hidrológico:

$$P = ETR + Es + I \quad \dots\dots\dots\text{Ecuación (7)}$$

Donde:

- *P*: precipitación
- *ETR*: evapotranspiración real
- *Es*: escorrentía superficial
- *I*: infiltración

Despejando la I de la ecuación 7, se obtiene la siguiente fórmula:

$$I = P - ETR - Es \quad \dots\dots\dots\text{Ecuación (8)}$$

4.3.2 Cálculo de Evapotranspiración Real (ETR)

Para el cálculo de la I se necesita la ETR, está se calculó mediante el método de Turc, que es un método en el cual se utilizan datos de precipitación y temperatura anuales, y está dado por la siguiente ecuación:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}} \dots\dots\dots\text{Ecuación (9)}$$

Para obtener el valor de L, se aplica la siguiente fórmula:

$$L = 300 + 25t + 0.05t^3 \dots\dots\dots\text{Ecuación (10)}$$

Donde:

- *t*: temperatura media anual (°C)

Los datos utilizados para el cálculo de la ETR, así como los resultados para cada punto de referencia son mostrados en el Anexo 7.

4.3.3 Cálculo de Evapotranspiración Potencial (ETo)

Se calculó la ETo, utilizando el método de Hargreaves (1985), basado en la radiación solar y la temperatura (Anexo 8), se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ETo = 0.0135(T_{med} + 17.78)R_s \dots\dots\dots\text{Ecuación (11)}$$

Donde:

- *ETo*: evapotranspiración potencial diaria (mm/día)
- *T_{med}*: temperatura media (°C)
- *R_s*: radiación solar (mm/día), para convertir R_s a mm/día se realizó la conversión de MJ/m²/día a mm/día multiplicando la radiación por 0.408 mm/día

Quedando la ecuación de la siguiente manera:

$$ETo = 0.0135(T_{med} + 17.78)R_s \times 0.408 \dots\dots\dots\text{Ecuación (12)}$$

4.3.4 Cálculo de Escorrentía Superficial (Es)

Después del cálculo de la ETo, se procedió a calcular la Escorrentía superficial (Es):

$$Es = P \times K_{Es} \dots\dots\dots\text{Ecuación (13)}$$

Donde:

- P : precipitación
- K_{Es} : coeficiente de escorrentía superficial

Para el cálculo de la E_s , es necesario asignar un coeficiente de escorrentía superficial (K_{Es}), que es la relación entre la lámina de agua precipitada sobre la superficie (P) y la lámina de agua que escurre superficialmente, se expresa con la siguiente fórmula:

$$K_{Es} = \frac{E_s}{P} \dots\dots\dots \text{Ecuación (14)}$$

El cálculo de K_{Es} se basa en el uso de suelo, textura, cobertura vegetal o la pendiente del terreno. Se utilizó el coeficiente de Prevert, que utiliza tres condiciones el uso y textura de suelo y la pendiente del terreno, (Treviño, 2002).

El coeficiente de Prevert no considera el uso de suelo para la zona urbana, por lo que se complementó con el coeficiente determinado por Chow et al., (1993), como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Coeficiente de Escorrentía Superficial de Acuerdo a Prevert (1985) y Chow (1993).

Uso de suelo	Pendiente	Textura		
		Gruesa	Media	Fina
Bosque	0 – 5	0.1	0.3	0.4
	5 - 10	0.25	0.36	0.5
	10 – 30	0.3	0.4	0.6
	>30	0.32	0.42	0.63
Pastizal	0 – 5	0.15	0.35	0.45
	5 – 10	0.3	0.4	0.55
	10 – 30	0.35	0.45	0.65
	>30	0.37	0.47	0.68
Agrícola	0 – 5	0.3	0.5	0.6
	5 – 10	0.4	0.66	0.7
	10 – 30	0.5	0.7	0.8
	>30	0.53	0.74	0.84
Zona Urbana	0 – 5	0.7	0.81	0.92
	5 – 10	0.76	0.85	0.93
	10 – 30	0.88	0.91	0.94
	>30	0.95	0.95	0.95

4.3.5 Cálculo de Coeficiente de Infiltración

Para calcular el porcentaje de agua producto de la precipitación que se infiltra en el subsuelo, se calculó el coeficiente de infiltración, mediante la siguiente fórmula:

$$C_I = \frac{I}{P} \dots\dots\dots\text{Ecuación (15)}$$

Donde:

- *C_I*: coeficiente de infiltración
- *I*: infiltración
- *P*: precipitación

Para obtener el total de la ETo, ETR e Infiltración fue necesario zonificar el área de estudio en una serie de polígonos de acuerdo a cada uno de los parámetros hidrogeológicos de cada zona y aplicar la siguiente ecuación:

$$\sum_{i=1}^n A_i \times \frac{p}{1000} = p_{total} \dots\dots\dots\text{Ecuación (16)}$$

Donde:

- *n*: total de polígonos
- *A_i*: área del polígono en m²
- *p*: parámetro hidrogeológico (ETo, ETR, I)

4.3.6 Cálculo de la Recarga Potencial

Para estimar la recarga potencial, la cual indica el porcentaje de infiltración que podría llegar al acuífero somero del VSLP, se revisó en la literatura el porcentaje de agua que se puede infiltrar dependiendo el tipo de material geológico. De acuerdo con varios autores el porcentaje que llega a un acuífero en un medio aluvial (arena, limo y grava) es de aproximadamente de 20 a 30% del agua que se infiltra (Morris et al., 1967; Zambrano, 2018). En base a esto, la recarga se estimó mediante un porcentaje de redistribución en la zona vadosa del 30%. Para realizar el cálculo se multiplicó el porcentaje de agua que llega al acuífero por la Infiltración total, por el área del acuífero para obtener el volumen de agua total que llega al acuífero.

$$RP = \text{Porcentaje}_{infiltración} \times \text{Infiltración} \times \text{Área del acuífero} \dots\dots\text{Ecuación (17)}$$

Adicionalmente a las entradas por infiltración también se consideraron otras contribuciones a la recarga potencial como pérdidas en el sistema de redes distribución de agua en la ZMSLP. El porcentaje por pérdidas (fugas de agua) que se utilizó es de 29% (INTERAPAS, 2013). Este porcentaje solo se aplicó a la

extracción de agua por uso público-urbano equivalente al 68% de la extracción total equivalente a 152 Mm³ (REPDA, 2018).

4.4 Balance Hidrológico del Acuífero Profundo

El esquema de la Figura 9 muestra la metodología general para el cálculo del balance hidrológico del acuífero profundo aplicando la Ley de Darcy para estimar la recarga lateral en el acuífero.

Acuífero Profundo

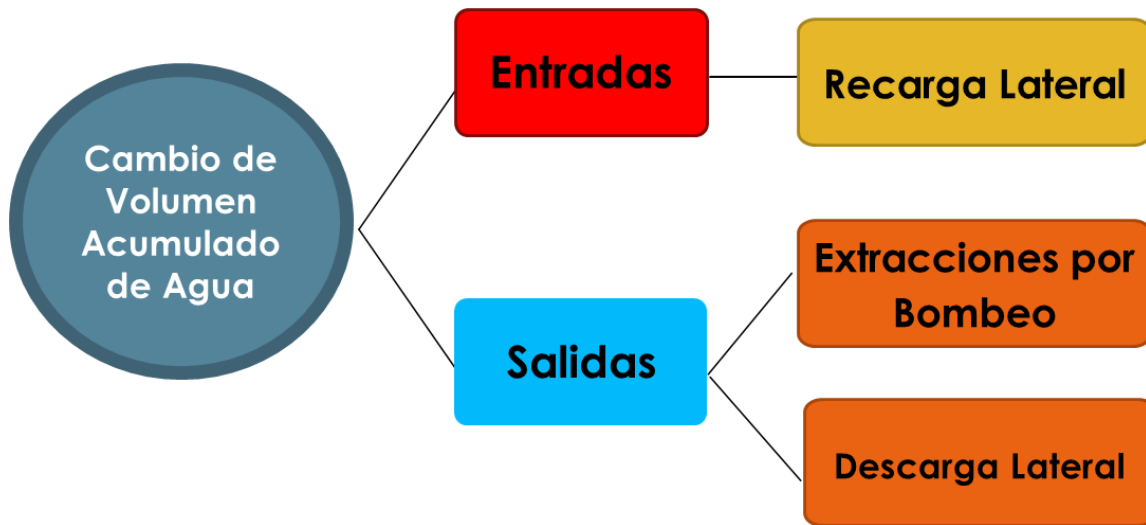


Figura 9. Metodología del balance hidrológico para el acuífero profundo.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.1 Cálculo de la Recarga lateral

Para el cálculo del caudal (Q) se utilizó la ecuación de la Ley de Darcy, descrito en el marco teórico. La Ley de Darcy se expresa a continuación:

$$Q = K \times i \times A \dots\dots\dots \text{Ecuación (18)}$$

Donde:

- Q : caudal (m³/año)
- K : conductividad hidráulica (m/día)
- i : gradiente hidráulico (m)
- A : área de la sección transversal (m²)

4.4.2 Cálculo del Gradiente Hidráulico (i)

Para el cálculo del gradiente hidráulico (i), se utilizó la siguiente ecuación:

$$i = \frac{\Delta h}{\Delta l} \dots\dots\dots\text{Ecuación (19)}$$

Donde:

- Δh (h_1-h_2): diferencia entre las líneas equipotenciales (m)
- Δl : ancho de la celda por donde pasa el agua (m)

Se realizaron 13 celdas en la zona norte del área de estudio y 18 celdas en la zona sur, para cada una de las celdas se midió su anchura por el cual pasa el agua y se calculó la diferencia entre las líneas equipotenciales, como se muestra en la Figura 10.

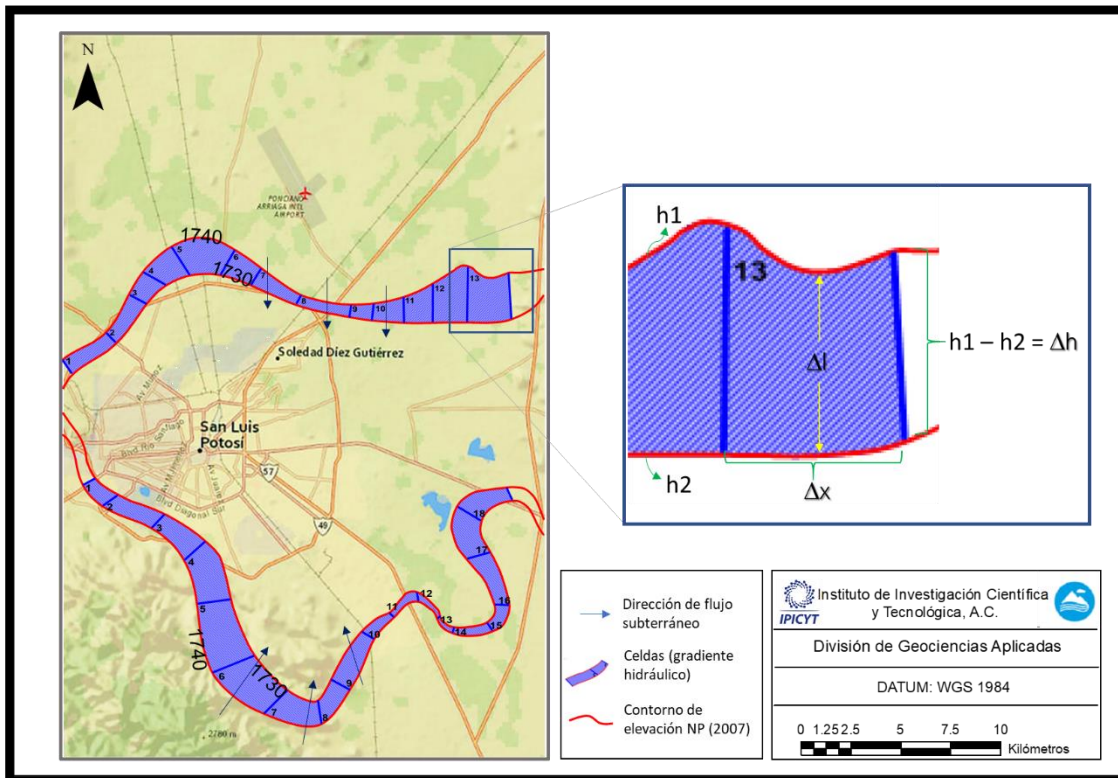


Figura 10. Cálculo del gradiente hidráulico.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CONAGUA.

4.4.3 Cálculo del Área (A) de la Sección Transversal

Para calcular el área de la sección transversal por donde pasa el flujo se aplicó la siguiente formula:

$$A = Esp \times \Delta x \dots\dots\dots\text{Ecuación (20)}$$

Donde;

- *A*: área (m²)
- *Esp*: espesor del acuífero (m)
- Δx : longitud de la celda por donde pasa el agua (m)

4.4.4 Cálculo de la Conductividad Hidráulica (K)

Para el cálculo del coeficiente de conductividad hidráulica (K), se revisaron tablas de K para los tipos de roca del acuífero del VSLP (Anexo 9), además se revisaron valores en la literatura y se optó por utilizar los valores reportados por COTAS y CONAGUA (2005), ya que son valores más exactos para el cálculo del caudal. Se utilizaron valores de K mínimo, máximo e intermedio para el acuífero granular y fracturado, los valores se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores de Conductividad Hidráulica (K) para el Acuífero Granular y Fracturado.

Valores	Acuífero Granular K (m/s)	Acuífero Fracturado K (m/s)
Mínimo	1.3 X 10 ⁻⁶	1.7 X 10 ⁻⁶
Máximo	1 X 10 ⁻⁵	1 X 10 ⁻⁵
Intermedio	1.8 X 10 ⁻⁶	7 X 10 ⁻⁶

4.5 Cálculo de la Disponibilidad Futura del Agua de Acuerdo con el Crecimiento Poblacional

Posteriormente al cálculo de la recarga lateral total y al déficit en el acuífero profundo, se calculó la disponibilidad de agua en el acuífero, en función del crecimiento poblacional considerando una tasa de crecimiento del 3% (INEGI, 2018). Después se estimó el volumen total que el acuífero profundo puede almacenar de agua, para ello se requirió del cálculo del área y el ancho del acuífero, así como la porosidad efectiva. El área y el ancho del acuífero se obtuvieron de la CONAGUA (2009), mientras que para la porosidad efectiva se utilizaron valores de 0.3 y 0.1 que son valores intermedios de porosidad efectiva para un medio saturado (Heath, 1983). Los valores utilizados para el cálculo del volumen son mostrados en la Tabla 5.

Tabla 5. Volumen Total del Acuífero Profundo del VSLP.

Área (m ²)	Ancho (m)	Porosidad efectiva	Volumen (m ³)
310,523,231.98	430	0.3	40,057,496,925
310,523,231.98	430	0.1	13,352,498,975

Para obtener los años de disponibilidad de agua en el acuífero se utilizó el volumen total del acuífero, el volumen inicial (recarga lateral total), el déficit y la tasa de crecimiento poblacional. Al déficit se le aplicó el 3% de crecimiento poblacional, y después al volumen total se le restó el déficit obtenido de acuerdo al crecimiento poblacional, mediante la siguiente ecuación:

$$V_T = V_o - D_I(1 + r)^t \dots \dots \dots \text{Ecuación (21)}$$

Donde:

- **V_T**: volumen total (Mm³)
- **V_o**: volumen inicial (Mm³)
- **D_I**: déficit inicial (Mm³)
- **r**: tasa de crecimiento (%)
- **t**: tiempo (años)

5.1 Evolución de los Niveles Potenciométricos

La Figura 11 muestra la distribución espacial de los niveles potenciométricos de los años 1995 y 2005. En el año 1995 se observa que los niveles potenciométricos más bajos (1,680 a 1,710 msnm) se ubican al noreste (NE), sureste (SE), y centro. Esto se explica por el crecimiento acelerado urbano e industrial en esas zonas, por lo que empezaba aumentar demanda de agua. Los niveles potenciométricos más altos (1,771 y 1,800 msnm) se localizan al noroeste (NO) y en el oeste en zonas agrícolas. Debido a que estas zonas se localizan al margen de la zona urbana (Sierra de San Miguelito) y porque en zonas agrícolas el agua de riego proviene principalmente de aguas residuales. Además, se observan niveles altos en el sur en poblados cercanos donde hay menor demanda de agua.

En el año 2005 se observó que los niveles potenciométricos más bajos (1,680 msnm) se ubican en el centro, y los más altos (1,800 msnm) en el NE cerca del Aeropuerto de SLP (Figura 11). En un estudio previo también se reporta que los niveles más altos se localizan en el NE (Ramos et al., 2005). Este incremento de los niveles potenciométricos se puede atribuir al aumento de las descargas de aguas residuales que se han utilizado para riego en las zonas agrícolas y también podría ser por la recarga artificial generada por pérdidas por fugas en la red de distribución (Figura 11).

Por otro lado, en zonas al este de la ZMSLP, los niveles potenciométricos se han mantenido estables (1,711-1,740 msnm), como se observa en la Figura 11. Esto es debido a que aguas residuales provenientes de la Planta de Tratamiento del Tanque Tenorio son empleadas para riego agrícola, además de los retornos riego que sirven como recarga artificial (López, 2012).

La evolución de los niveles potenciométricos del año 1995 al 2005, muestra un incremento evidente de la elevación en la zona norte de hasta 1,800 msnm. Esto debido a que se ha usado mayor cantidad de aguas residuales en las zonas agrícolas, generadas por el crecimiento urbano e industrial. También se puede observar que, si bien en el año de 1995 los niveles potenciométricos en la ZMSLP eran bajos, en el año 2005 se incrementaron hasta 60 m en casi toda la zona urbana e industrial. Es importante mencionar que el 1995 se observaba en el sur una elevación baja (1,680 msnm) y para el año 2005 en esa zona el nivel potenciométrico se invirtió, aumentando 60 m. Esto es, debido a que el flujo de agua va a fluir a hacia donde haya menor elevación.

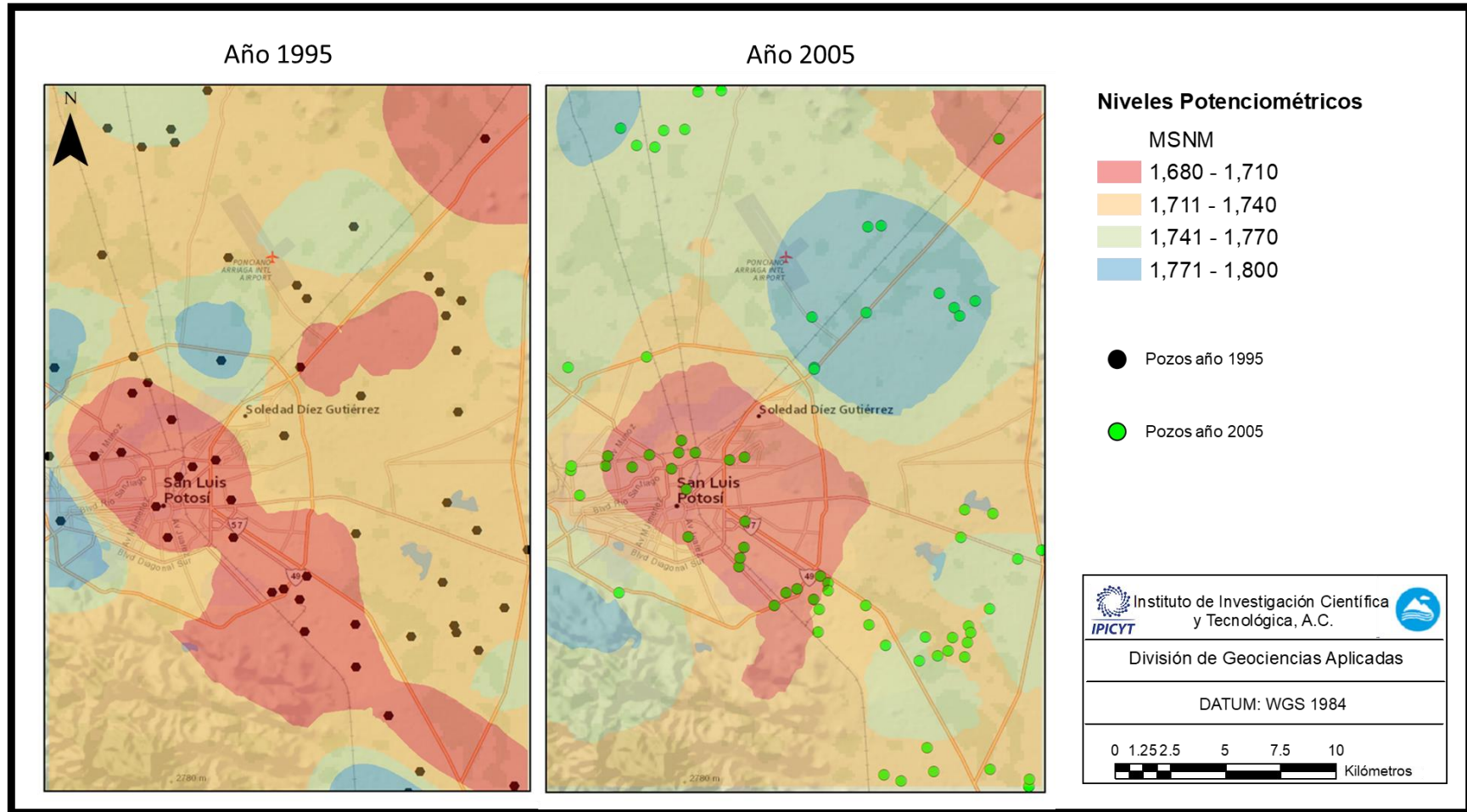


Figura 11. Distribución espacial de los niveles potenciométricos en la ZMSLP, de los años 1995 y 2005.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CONAGUA (1995 y 2005).

5.2 Variabilidad Climática

5.2.1 Análisis de Tendencias. Método Mann-Kendall

En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de analisis de tendencias Mann-Kendall, para cada uno de los puntos de referencia climatológica. Es importante señalar que en los puntos 220-1009, 220-1013, 223-1013, 223-1009 y 226-1013 la tendencia de precipitación es creciente con un nivel de confianza de 98%. Esto significa que han habido variaciones de la precipitación a lo largo del tiempo, por lo tanto hay evidencia de una tendencia positiva en algunas zonas (Figura 12).

Mientras que en los puntos de referencia 220-1006, 223-1006, 226-1006 y 226-1009 la precipitación no presenta una tendencia. Esto quiere decir que la tendencia es negativa por lo tanto no hubo aumento de la precipitación en ese período de años. En la Figura 12 se muestran los puntos de referencia climática, donde se observa al este los puntos que no presentan tendencia.

Tabla 6. Analisis de Tendencias Mann-Kendall.

Estación	220-1006	220-1009	220-1013	223-1013	223-1009	223-1006	226-1006	226-1009	226-1013
CV	0.30	0.30	0.32	0.33	0.30	0.29	0.30	0.29	0.32
Estadística (S)	23	151	147	147	147	-37	-37	57	135
CF	62.20%	98.40%	98.10%	98.10%	98.10%	69.40%	69.40%	78.50%	97.20%
Tendencia	Sin Tendencia	Creciente	Creciente	Creciente	Creciente	Sin Tendencia	Sin Tendencia	Sin Tendencia	Creciente

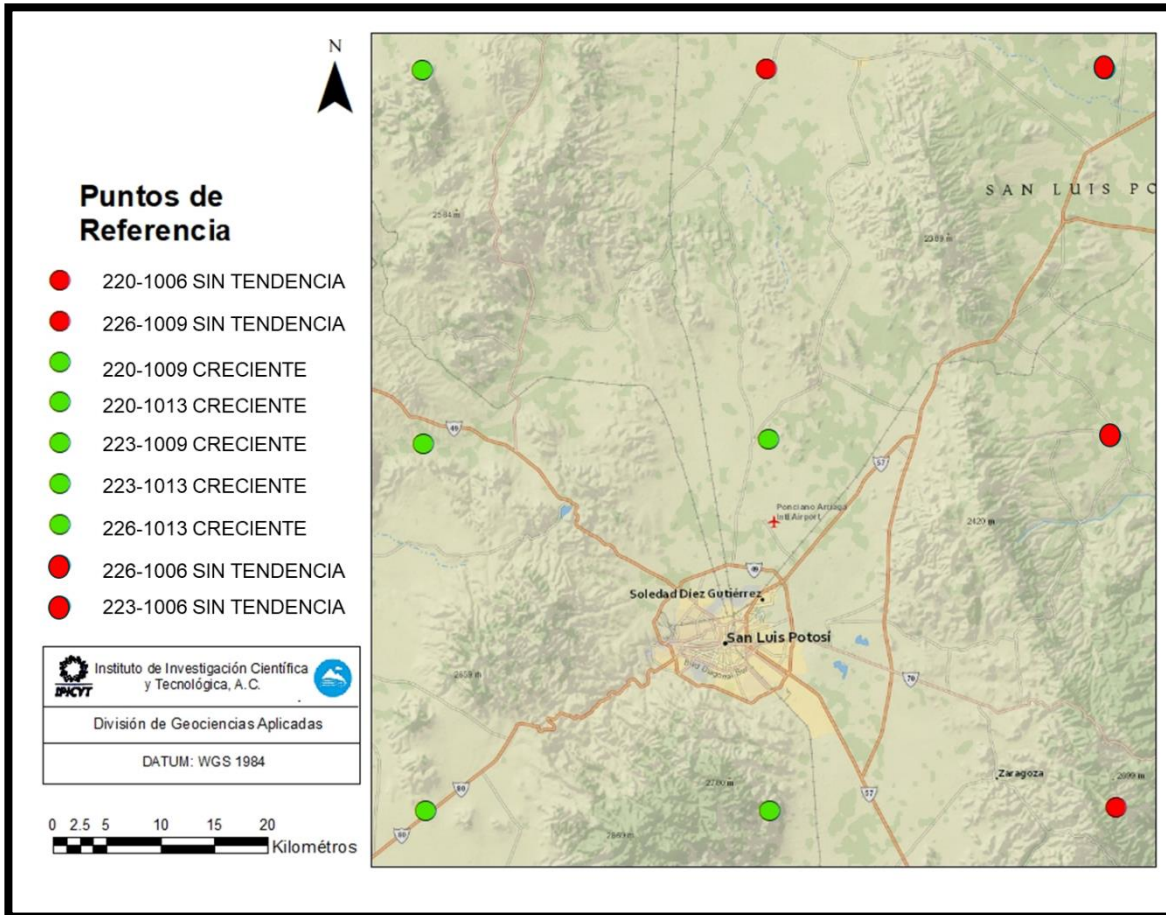


Figura 12. Distribución de los puntos de referencia del análisis Mann-Kendall.

5.2.2 Intensidad Hidroclimática

Se obtuvieron gráficos del índice de intensidad hidroclimática (HY-INT) para los nueve puntos de referencia climática y para el periodo de 34 años (Anexo 10), en los cuales se puede notar una tendencia similar en todas las estaciones.

En la gráfica de la Figura 13 se observa la tendencia del punto de referencia 226-1006, en la cual se identificó una tendencia creciente del índice HY-INT. El índice HY-INT indica que a partir del año 2008 al 2013, la intensidad ha aumentado por encima del nivel normal (1). Indicando que los periodos de sequía son mayores y/o los eventos de precipitación ocurren en un corto periodo de tiempo y con lluvias muy fuertes. Lo que quiere decir que las lluvias han incrementado a partir del año 2008. Además, de que cuando llueve en la ZMSLP, ocasiona inundaciones y esa agua no es aprovechada y ocurren periodos donde la recarga es limitada. Al comparar esta grafica con el mapa de la distribución espacial de precipitación en ese año, se puede corroborar que en ese año hubo mayor cantidad de precipitación.

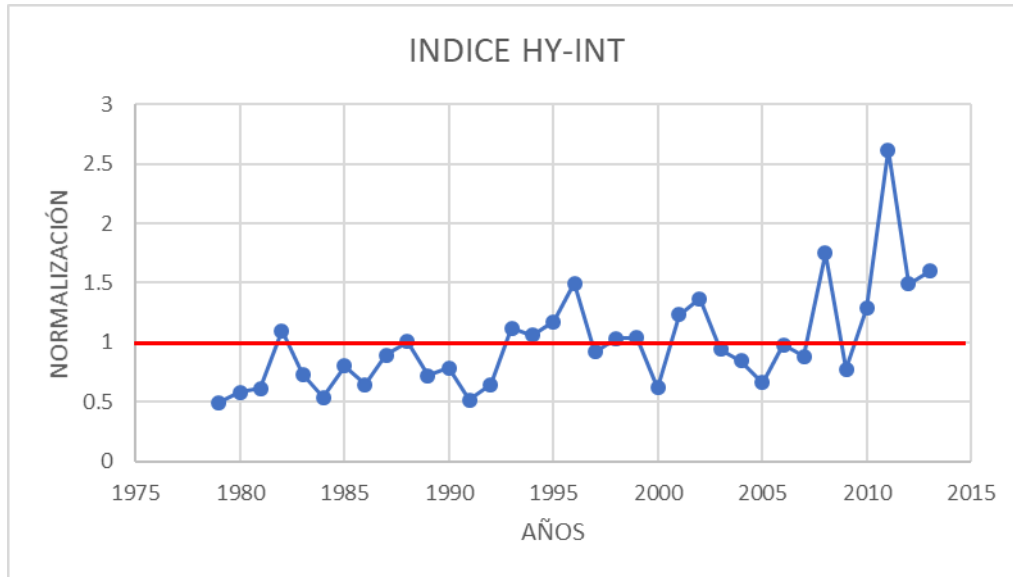


Figura 13. Índice HY-INT.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del CFSR (1979 – 2013).

5.3 Balance Hidrológico del Acuífero Somero

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del cálculo del balance hidrológico del acuífero somero. Los resultados de la Precipitación, Infiltración, Evapotranspiración Potencial y Real, Coeficiente de Escorrentía Superficial y Coeficiente de Infiltración, se presentan a continuación.

5.3.1 Precipitación

Se realizó un análisis espacial de la precipitación promedio mensual y precipitación total anual para identificar las variaciones en la precipitación durante el período de 1979 a 2013.

En la Figura 14 se muestra la distribución espacial de la precipitación en los meses de enero a junio y de julio a diciembre respectivamente. Se puede observar que en los meses de noviembre a marzo la precipitación es casi nula, de 10 mm en casi toda la ZMSLP, aumentando a 25 mm hacia el este en el mes de enero y noviembre. Debido a que esos meses son considerados como temporada seca y por lo tanto la precipitación es muy escasa (Toledo, 1980).

Los meses donde se presenta la mayor acumulación de precipitación son de junio a septiembre, con rangos de 70 a 115 mm; en el mes de julio se puede notar la mayor concentración de lluvia en la ZMSLP de hasta 85 mm. Excepto en la parte

este (Sierra de Álvarez) donde se observa la mayor precipitación (115 mm) en los meses julio, agosto y septiembre.

Por otro lado, y de acuerdo con el análisis interanual, se observa que en los años de 1979 - 2002, 2007 y 2010 no hay cambios significativos en la precipitación, los niveles se mantuvieron entre 100 y 1000 mm, los niveles más altos se ubican al este en la Sierra de Álvarez. Mientras que los niveles más bajos se localizan al oeste, en la ZMSLP y Sierra de San Miguelito, como se muestra en las Figuras del Anexo 4. Esto es confirmado al estimar el CV (Anexo 11), donde se puede apreciar CV de hasta 35% en la Sierra de San Miguelito, lo cual indica mayor variabilidad en la precipitación y por lo tanto es una zona de alta vulnerabilidad a sequías. También se puede observar que CV mínimos de 25% se ubican en la Sierra de Álvarez, y CV de 30% en la ZMSLP, debido a que existe menor variabilidad, a diferencia de la SSM.

Mientras que de los años 2003 al 2009, y de 2011 al 2013 se observa mayor precipitación en la ZMSLP con valores de 900 a 1100 mm (Anexo 4). Debido a la variación climática que se presentó, además de que se presentaron fenómenos naturales que ocasionó lloviera más. En la mayoría de los años se observa que al este de la ZMSLP llueve más que al oeste de la ZMSLP, puesto que en la Sierra de Álvarez debido a su vegetación hay mayor evapotranspiración lo que genera mayor cantidad de nubes saturadas, que provocan haya mayor precipitación.

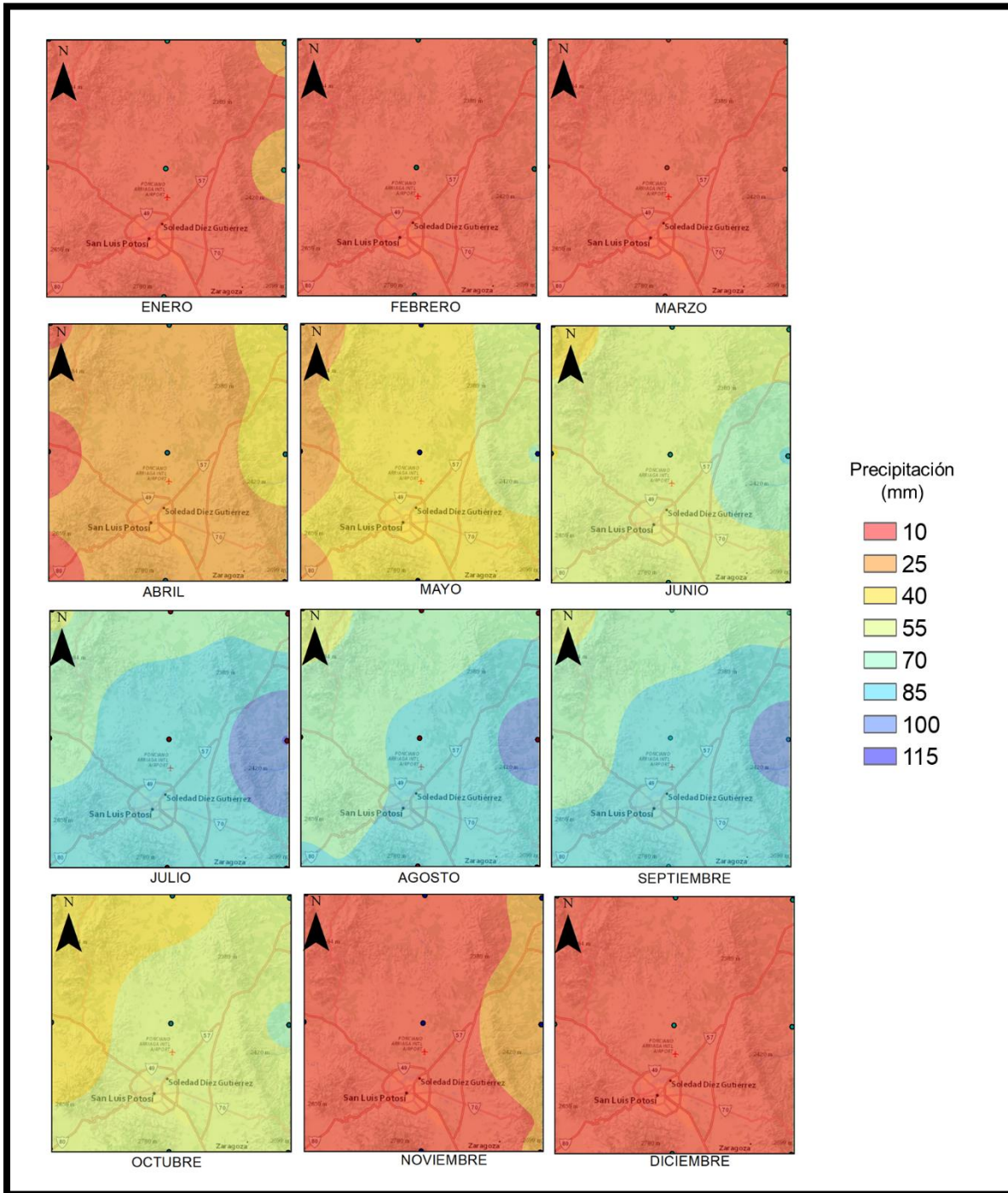


Figura 14. Variación interanual (enero - diciembre) de la precipitación en la ZMSLP.

5.3.2 Infiltración

Se realizó el cálculo de la infiltración total para la zona de estudio, se estimó un valor promedio de 82 mm/año, la cual es muy poca, comparada con la cantidad ETR estimada en la zona de estudio (444 mm/año). Esto se debe principalmente al clima árido y semiárido, como se mencionó en la sección anterior. Otro factor muy importante que influye en los bajos niveles de infiltración, es el rápido crecimiento urbano e industrial en la zona de estudio, ya que en áreas donde había suelo desnudo y que funcionaban como zonas de recarga natural, actualmente están urbanizadas.

La distribución espacial de la infiltración en la región de estudio se muestra en la Figura 15. Se puede observar que la mayor Infiltración de 175 mm/año se localiza al este, en la Sierra de Álvarez.

Las menores infiltraciones de 25 a 50 mm/año se localizan en el centro y sur, en la zona urbana e industrial y al NO, donde el suelo es impermeable por lo que impide la infiltración. Esto también se confirma con lo reportado por Contreras (2005), donde señala que la infiltración es limitada en la parte superior del VSLP, debido al tipo de roca presente.

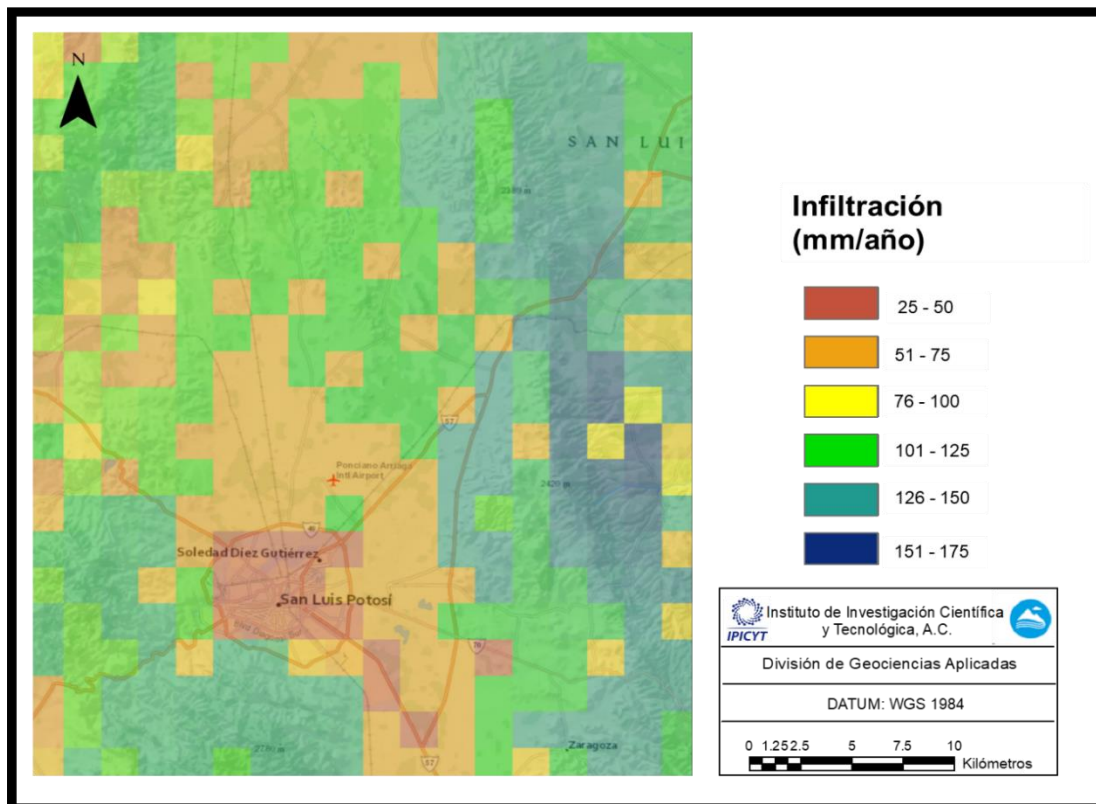


Figura 15. Distribución espacial de la Infiltración.

5.3.3 Evapotranspiración

Se realizaron cálculos de Esto y ETR empleando los métodos de Margraves (1985) y Turc (1961) respectivamente. Los resultados se presentan en la Tabla 7.

Cabe señalar que la evapotranspiración ha aumentado en los últimos años, Mata (2011), reportó una ETo de 1,825 mm/año, a diferencia del valor obtenido en este estudio de 2,251 mm/año. Esto se puede explicar por el incremento en la temperatura, y considerando que en climas áridos y semiáridos 90% de la precipitación se convierte en ET (Mata, 2011). De acuerdo con la ETo obtenida en la zona de estudio, y comparando con estimaciones previas, se puede apreciar un incremento de la ETo de 213 mm/ año. Ramos et al. (2007) estimaron una ETo de 2,038 mm/año, a diferencia del valor obtenido en este estudio de 2,251 mm/año.

La ETR estimada en la zona de estudio, fue de 444 mm/año. Estos valores de ETR son característicos de regiones áridas y semiáridas, donde también la variabilidad climática es un factor muy importante en el incremento de la ET (FAO, 2015). Lo cual concuerda con la zona de estudio, donde las temperaturas son altas (40°C) y la precipitación es variable como puede observarse en la Figura 14. Información puntual de la ETo mensual se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 7. Totales de los Parámetros Hidrogeológicos.

Parámetro	Total (mm/año)
Evapotranspiración Potencial (ETo)	2,251
Evapotranspiración Real (ETR)	444
Infiltración (I)	82
Precipitación (P)	510

De acuerdo a los resultados de la interpolación, la distribución espacial de la ETo y ETR se puede observar lo siguiente en la Figura 16. La mayor ETo se presenta en la zona norte del área de estudio, donde los valores varían de entre 504 a 509 mm/año, debido a que en esa parte se encuentra la zona agrícola. Los valores bajos de ETo se encuentran en la zona urbana e industrial con valores de 474 a 484 mm/año. Al S se presenta un área donde la ETo es de 474 mm, aunque esa zona forma parte de la SSM, cuenta con muy poca ETo debido a que es una zona donde hay muy poca vegetación.

Por otro lado, la ETR que se produce en condiciones existentes o reales en la zona de estudio (Figura 16), se observa que la mayor ETR se presenta al este, en la zona donde se encuentra la Sierra de Álvarez con valores que varían de 500 a 550 mm/año, debido a la presencia de mayor vegetación y donde se presenta la mayor precipitación (1,000 mm/año). Los valores bajos de ETR se presentan al NO donde la precipitación es menor (100 mm/año), como se muestra en las figuras del Anexo 4.

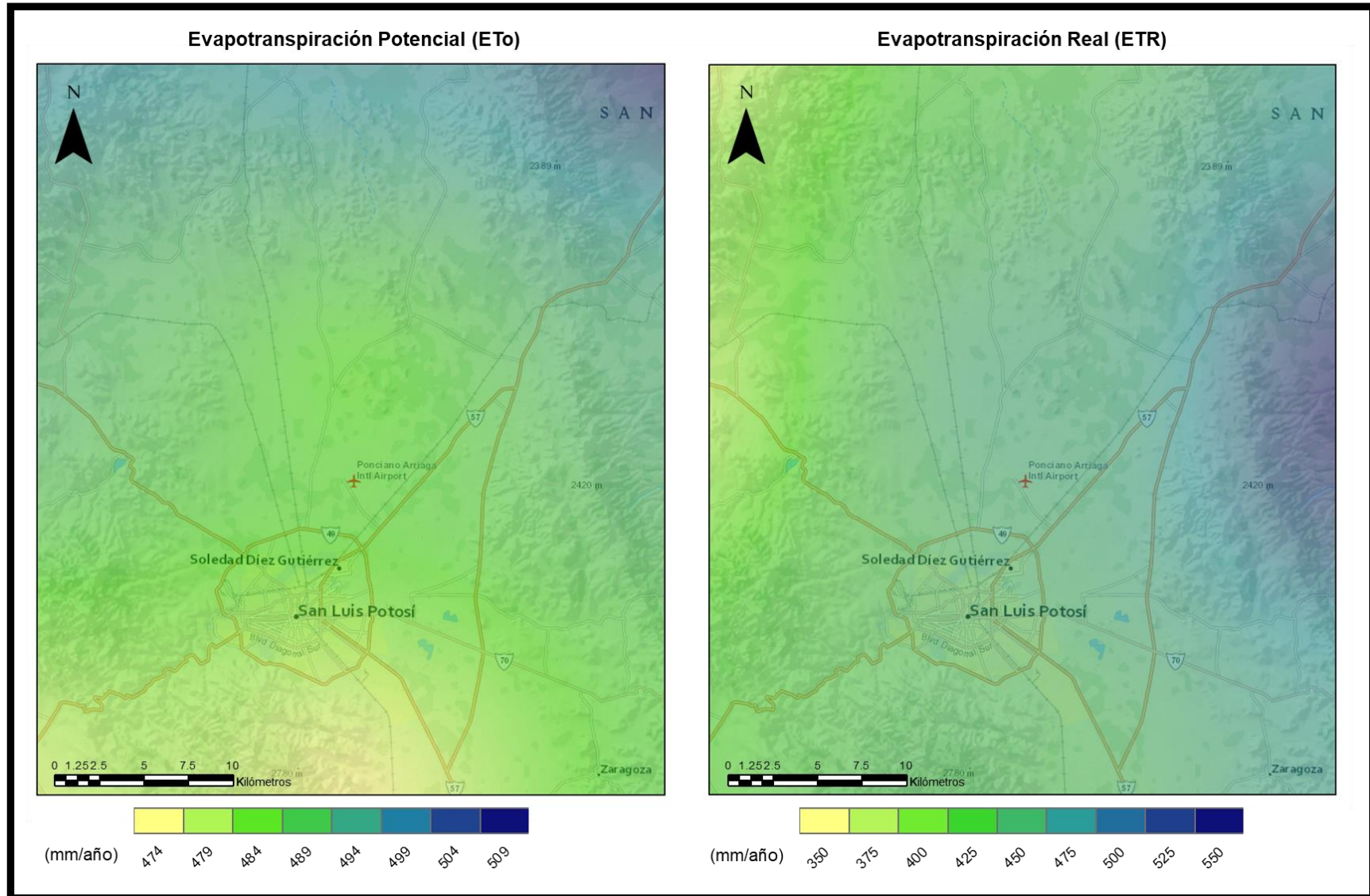


Figura 16. Distribución espacial de la ETo y ETR.
Fuente: Elaboración propia a partir de CFSR (2013)

5.3.4 Escorrentía Superficial y Coeficiente de Infiltración

Se realizaron cálculos de los coeficientes de Escorrentía Superficial y de Infiltración, los resultados son mostrados en la Tabla 8. Respecto a los rangos de **Es** obtenidos, se puede notar que los coeficientes de **Es** bajos son de 0.05 a 0.10 y los más altos son de 0.21 a 0.25. Del mismo modo se puede observar que los coeficientes de Infiltración bajos se encuentran en un rango de 0.05 a 0.10 y los más altos en un rango de 0.56 a 0.65.

Tabla 8. Coeficiente de Escorrentía Superficial y Coeficiente de Infiltración.

Parámetro	Rango
Coeficiente de Escorrentía Superficial	0.05 – 0.1
	0.11 – 0.15
	0.16 – 0.20
	0.21 – 0.25
Coeficiente de Infiltración	0.05 – 0.15
	0.16 – 0.25
	0.26 – 0.35
	0.36 – 0.45
	0.46 – 0.55
	0.56 – 0.65

La distribución espacial de los coeficientes de **Es** en la zona de estudio se muestra en la Figura 17. Se puede apreciar que los valores menores (5 a 10) se localizan en el centro (zona urbana). Y los valores altos varían de 21 a 25, y se encuentran al este de la Sierra de Álvarez y al SO de la Sierra de San Miguelito, debido a que son zonas altas, con una altitud promedio de 2,600 msnm, lo que genera que en estas zonas se encuentren pendientes más pronunciadas, y por lo tanto los coeficientes de escorrentía en esas zonas son más altos.

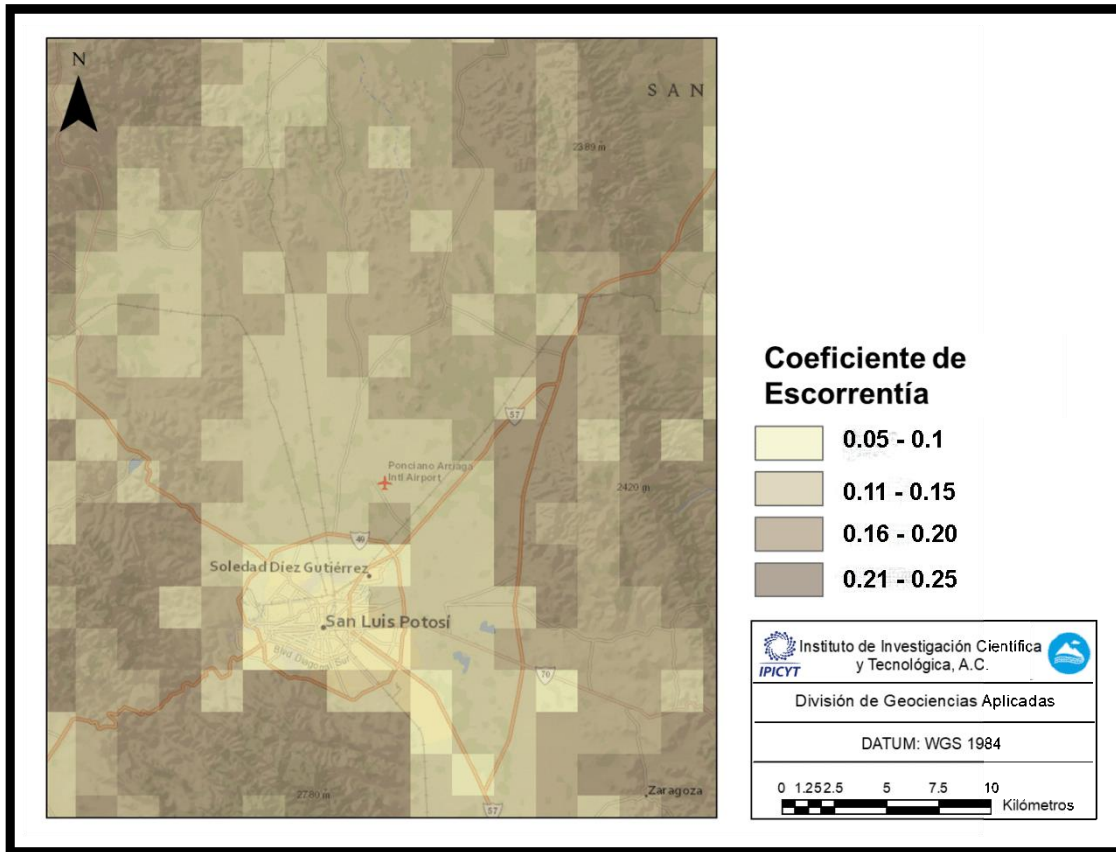


Figura 17. Distribución espacial del Coeficiente de Escorrentía Superficial
Fuente: Elaboración propia, a partir de información INEGI (2013), Prevert (1993) y Chow (1990).

La distribución espacial de los coeficientes de Infiltración en la zona de estudio se muestra en la Figura 18. Se observa que al centro y sur de la zona de estudio se encuentran los valores más bajos de coeficientes de infiltración de 0.05 a 0.15. lo que indica que solo del 5 al 15% de agua de la precipitación es lo que se infiltra. Esto se puede explicar porque en estas áreas ubica la zona urbana e industrial. Al este SO en zonas montañosas de la Sierra de Álvarez, se localizan los coeficientes más altos que varían de 0.56 a 0.65.

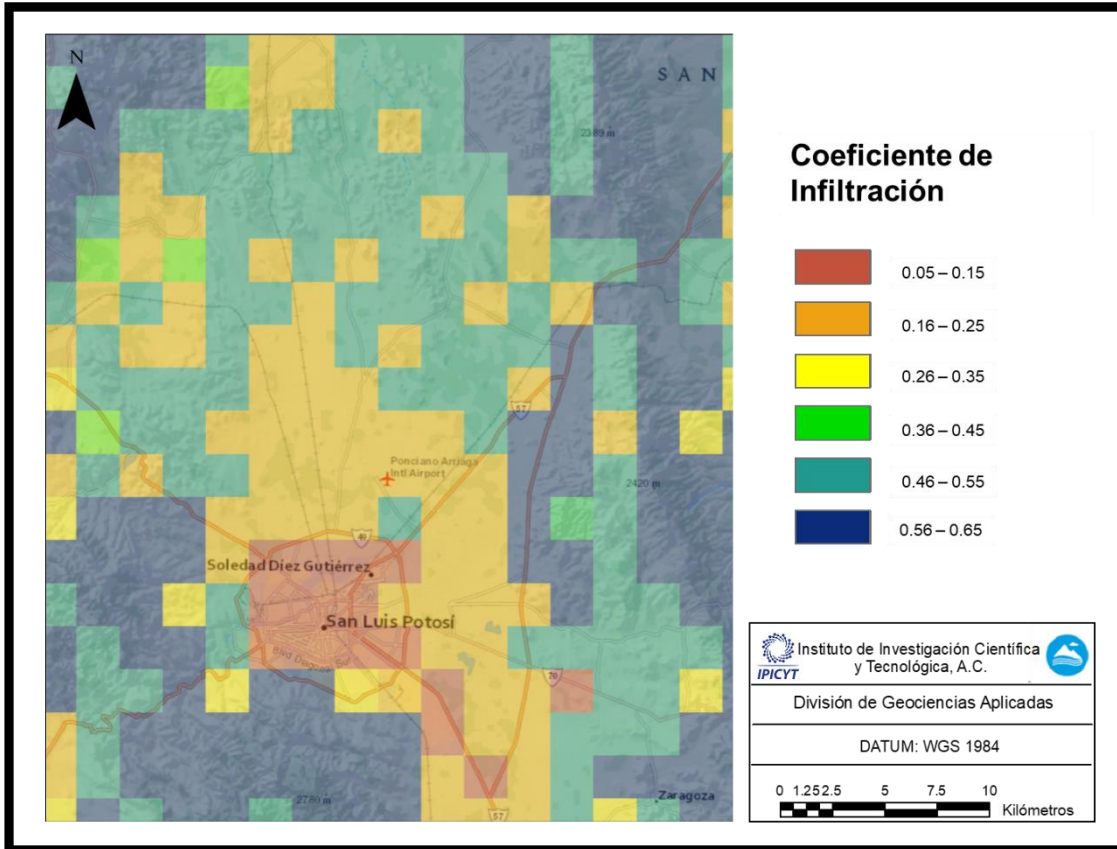


Figura 18. Distribución espacial del Coeficiente Infiltración.
Fuente: Elaboración propia a partir de CFSR (2013).

5.3.5 Estimación de la Recarga Potencial

Como se mencionó en la metodología del cálculo de la recarga potencial, se tomó en cuenta de acuerdo con la literatura que potencialmente solo llega al acuífero somero el 30% del agua que se infiltra debido a las características geológicas del subsuelo. Y se utilizó la siguiente ecuación, donde RP es la recarga potencial:

$$\text{Recarga Potencial} = 30\% \times 0.082 \frac{\text{m}}{\text{año}} \times 300,000,000 \text{ m}^2 = 7 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Por lo tanto, la estimación de la recarga potencial al acuífero somero es de 7 Mm³/año, proveniente del agua de la precipitación que se infiltra. López (2012) en su estudio reporta una recarga total al acuífero somero de 4 Mm³/año.

Debido a la baja calidad que presenta el acuífero somero y a su menor volumen almacenado en comparación al acuífero profundo, el agua que llega a este es inutilizable.

En el Anexo 13 se presenta el resultado obtenido del escenario realizado, considerando el porcentaje de las pérdidas de agua por fugas en el sistema de redes

de distribución. Por lo tanto, la entrada de agua al acuífero somero, considerando por pérdidas por fugas podrían llegar a incrementar hasta 30 Mm³/año.

5.4 Balance Hidrológico del Acuífero Profundo

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del cálculo de la recarga lateral del acuífero profundo.

5.4.1 Recarga Lateral

Para el cálculo de la recarga lateral al acuífero profundo del VSLP se tomaron varias consideraciones. En primer lugar las zonas pertenecientes a las Sierras de San Miguelito y Álvarez no fueron consideradas debido a que el flujo es paralelo a las líneas equipotenciales de los niveles potenciométricos, y esas zonas son consideradas impermeables.

Respecto al valor de los espesores del acuífero se utilizaron valores de estudios previos (Maderey & Rivera, 2005). Sin embargo, no existe aún un estudio que determine a exactitud estos valores. Por lo tanto, para el acuífero granular se utilizó un espesor de 80 m y para el de roca volcánica fracturada un espesor de 350 m.

Se utilizaron valores mínimos, máximos e intermedios de la conductividad hidráulica como se mencionó en la metodología. En el Anexo 14 y 15 se pueden observar las tablas de los resultados obtenidos del cálculo del caudal.

Se aplicó la Ley de Darcy para los cálculos del caudal. Los resultados obtenidos para el acuífero granular y fracturado son mostrados en las Tablas 9 y 10, respectivamente.

Tabla 9. **Recarga Lateral Total del Acuífero Granular.**

Mínimo	2,141,245 m³/año
Máximo	20,219,006 m³/año
Intermedio	16,471,116 m³/año

Tabla 10. **Recarga Lateral Total del Acuífero Fracturado.**

Mínimo	11,631,978 m³/año
Máximo	68,423,401 m³/año
Intermedio	47,896,381 m³/año

En la Tabla 11 se muestra el total de la recarga lateral al acuífero profundo, donde la recarga total mínima es de 13 Mm³/año, la máxima de 88 Mm³/año y la recarga intermedia es de 64 Mm³/año. Estos resultados indican que el acuífero profundo se encuentra en una situación alarmante, debido a que la recarga a este acuífero es casi nula en comparación con el volumen que se extrae de los pozos para los diferentes usos que se presentan en la ZMSLP (152 Mm³/año). Tomando como base la recarga intermedia se tiene un déficit en el acuífero profundo de 87 Mm³/año.

Tabla 11. **Recarga Lateral Total para el Acuífero Profundo del VSLP.**

Mínimo	13,773,223 m³/año
Máximo	88,642,407 m³/año
Intermedio	64,367,497 m³/año

El resultado obtenido de la recarga lateral al acuífero profundo es de 64 Mm³/año. Y de acuerdo al volumen de extracción (152 Mm³/año) se calculó un déficit de 87 Mm³/año para este acuífero.

$$Recarga\ lateral\ total = 16,471,116 \frac{m^3}{año} + 47,896,381 \frac{m^3}{año} = 64,367,497 \frac{m^3}{año}$$

En la Tabla 12 se muestra una comparación de los resultados obtenidos en este estudio con los resultados reportados por la CONAGUA. La CONAGUA estimó una recarga de 78 Mm³/año lo que implica 14 Mm³/año adicionales a lo calculo en este trabajo (64 Mm³/año). Asimismo, CONAGUA estimó un déficit de 76 Mm³/año, mientras el déficit en este trabajo fue mayor en 11 Mm³/año (87 Mm³/año).

Tabla 12. Comparación de resultados obtenidos con datos reportados por la CONAGUA (2018).

CONAGUA		Resultados en este estudio
		Acuífero Profundo
Recarga	78 Mm ³ /año	64 Mm ³ /año
Déficit	76 Mm ³ /año	87 Mm ³ /año

5.5 Disponibilidad Futura del Agua de Acuerdo con Crecimiento Poblacional

En la Figura 19 se muestra la disponibilidad de agua actual (año 1) futura en el acuífero profundo del VSLP, en donde se consideró un crecimiento poblacional de 3%. La condición actual del acuífero es alarmante ya que se extrae más del doble de agua que se recarga. La Figura 19 muestra dos curvas correspondientes al volumen de agua en el acuífero profundo basado en un rango de porosidades efectivas (0.1 y 0.3). Los resultados indican que el acuífero profundo ya no podrá abastecer de agua a más de una generación. Tomando en cuenta la porosidad efectiva de 0.1 (curva en color naranja) en donde el volumen inicial es de aproximadamente 15 Mm³, se puede observar que el volumen va disminuyendo conforme al tiempo, por lo que transcurridos los 58 años la disponibilidad es nula. Por otro lado, tomando en cuenta la porosidad efectiva de 0.3 (curva en color azul), donde se parte de un volumen inicial de 40 Mm³, se puede observar que el volumen disminuye con el tiempo y llega a cero transcurridos 88 años. De acuerdo a las dos curvas se prevé que la disponibilidad de agua en el acuífero profundo del VSLP ya no podrá abastecer a más de una generación (58 a 88 años). Adicionalmente, la edad de esta agua fortalece la idea de una limitada recarga. Por esta razón, es imperativo el tomar acciones en el presente que permitan mejorar el manejo del recurso hídrico en el sistema acuífero, así como buscar otras fuentes de abastecimiento de agua en la ZMSLP.

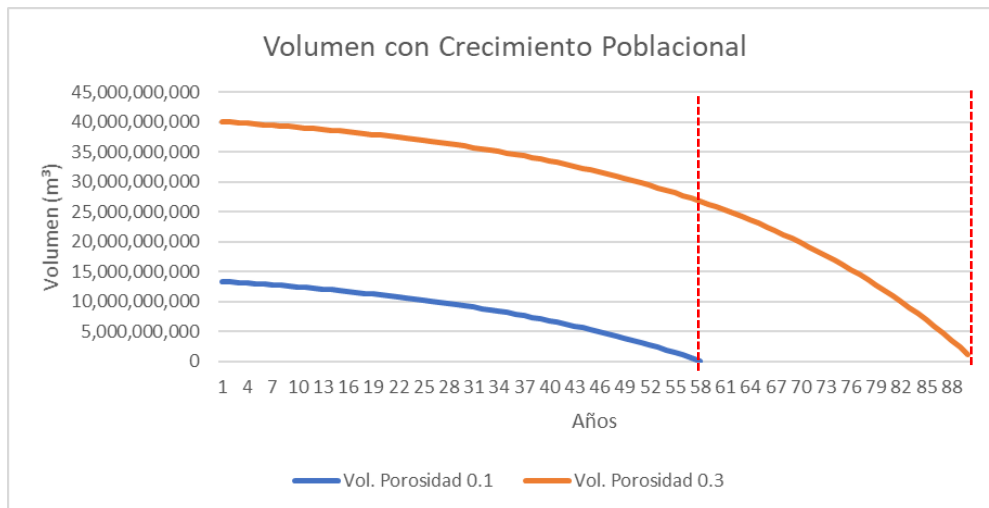


Figura 19. Cambios en el volumen del acuífero del VSLP en las próximas décadas.

5.6 Discusión

De acuerdo a la estimación del volumen del acuífero profundo a futuro se puede atribuir que el crecimiento poblacional es un factor que influye en gran medida en la disponibilidad de agua. Además, de la variabilidad climática en la ZMSLP, donde los periodos de sequía son mayores y la precipitación ocurren en un corto periodo de tiempo y con lluvias muy fuertes. Asimismo, la elevada evapotranspiración que ha agudizado los problemas de la disponibilidad del agua subterránea.

La ZMSLP se abastece principalmente del acuífero del VSLP (84%) y en menor medida (16%) de las presas San José, El Peaje y El Potosino, además, de la presa El Realito, perteneciente a la cuenca Laguna Seca, sin embargo, su abasto depende de la precipitación. El índice HY-INT indica que los patrones de la precipitación han cambiado a partir del año 2009; indicando, que las lluvias son más intensas, con largos periodos de sequía y cortos periodos de lluvias muy fuertes.

Si bien existe recarga de agua en el acuífero somero, ésta se considera de baja calidad, como se ha reportado en estudios anteriores. Una fuente principal fuente de recarga al acuífero somero es la precipitación. Adicionalmente, los retornos de riego y las pérdidas por fugas de agua en la red de distribución son potencialmente volúmenes considerables de agua. Cabe destacar que estudios previos han reportado que no hay conexión hidráulica del acuífero somero con el acuífero medio-profundo. por esta razón se realizó el balance hidrológico del sistema acuífero considerando por separado el acuífero somero y el acuífero profundo.

Existe discrepancia en cuanto al porcentaje de pérdidas de agua por fugas. En el estudio se realizó un escenario considerando el 29% de pérdidas de agua por fugas reportado por el organismo operador del agua (INTERAPAS, 2013). La entrada de agua estimada al acuífero somero, sólo por pérdidas por fugas en el sistema de red urbana podría ser de hasta 30 Mm³/año.

El acuífero profundo abastece la mayor parte del agua a la ZMSLP. Actualmente se extraen 152 Mm³/año distribuidos para los diferentes usos que se encuentran en la ZMSLP. La única entrada a este acuífero es la recarga lateral que viene de la parte norte y sur. En este estudio se calculó una recarga lateral de 64 Mm³/año. Y se estimó un déficit de 87 Mm³/año. Estos resultados contrastan con los resultados reportados por CONAGUA (2009) en los que reporta un déficit de 76 Mm³/año, pero se prevé que este déficit sea mayor. En este trabajo se consideró que el acuífero somero (colgado) no tiene conectividad hidráulica con el acuífero medio-profundo. Estudios realizados por Cardona (1990) y Ramos et al. (2007), lo confirman.

Las proyecciones a futuro realizadas para el acuífero profundo, demuestran que este acuífero ya no podrá abastecer de agua a más de una generación. Lo que indica que la utilización actual del recurso hídrico del acuífero profundo lo coloca en un grave déficit. Esta situación se irá exacerbando en los próximos años hasta llegar

al punto de ser inutilizable; esta situación podría ocurrir en menos de una generación.

A nivel nacional, se propone que se mejoren y actualicen las metodologías para el cálculo de balance hidrológico que utiliza la CONAGUA y otras instituciones. Donde también se revisen detalladamente los modelos conceptuales de cada acuífero. La actualización de estos modelos puede mejorar las estimaciones de recarga y ayudar a planear mejor el desarrollo de los centros urbanos.

CONCLUSIONES

Para administrar mejor el recurso hídrico subterráneo en la ZMSLP, es imprescindible considerar el crecimiento poblacional, la variabilidad climática necesario evaluar diferentes variables en el ámbito social, económico y ambiental. Ya que influyen en la demanda, disponibilidad y calidad del recurso hídrico.

Uno de los retos que presenta la ZMSLP es la marcada variabilidad climática que, debido al tipo de clima que se presenta en la zona de estudio; donde las precipitaciones son muy erráticas. El acuífero profundo no recibe recarga vertical por precipitación. Sin embargo, el evaluar la variabilidad climática es indispensable para evaluar soluciones a la problemática de agua en la ZMSLP. Estas soluciones deben de considerar el agua superficial y el sistema acuífero (potencialmente como sistema de almacenamiento).

En este estudio se evaluó la disponibilidad de agua subterránea mediante un balance hidrológico considerando las características hidráulicas del acuífero somero y profundo de la ZMSLP. De acuerdo con los resultados obtenidos del balance hidrológico del acuífero somero, se concluye que la principal fuente de recarga es la precipitación. Actualmente la recarga a este acuífero es de alrededor de 7 Mm³/año de agua, la cual al llegar al acuífero es inutilizable debido a la pobre calidad que éste presenta.

El acuífero profundo presenta recarga lateral. Este acuífero no tiene recarga vertical debido a que toda el agua de la precipitación se infiltra en el acuífero somero y este no tiene conectividad con el acuífero profundo. De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, el acuífero profundo tiene un déficit mayor (87 Mm³/año) a lo reportado anteriormente por CONAGUA. Actualmente se extrae más del doble de lo que se recarga de forma lateral al acuífero profundo. Como se puede apreciar en la tabla comparativa. Asimismo, se tiene un déficit que indica que la recarga es casi nula.

Debido a los resultados de las predicciones a futuro, el acuífero profundo del VSLP, presenta una situación muy preocupante respecto a su disponibilidad de agua, puesto que ya no podrá abastecer de agua a más de una generación. Si la industria y la población siguen en crecimiento constante el agua del acuífero no será suficiente para mantener ese crecimiento. Por esta razón es importante que las instituciones encargadas y los institutos de investigación del recurso hídrico busquemos nuevas estrategias para satisfacer la demanda de agua enfocándose no solo en los retos actuales, si no en los retos de las próximas décadas. Además,

se requiere de realizar estudios más profundos en el sistema acuífero en el cual se pueda investigar a detalle cada acuífero por separado.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio se recomienda:

- Seguir estudiando el acuífero somero y profundo por separado.
- Mejorar y actualizar los planes del manejo hídrico.
- Seguir realizando pruebas estadísticas, así como cuantificar las tendencias de la precipitación.
- Buscar alternativas para mejorar la disponibilidad del agua.
- Actualizar bases de datos de niveles potenciométricos.
- Actualizar bases de datos de las estaciones climatológicas.
- Utilizar datos reanalizados de satélites.
- Buscar fuentes de abastecimiento alternas.

REFERENCIAS

- AFCEE. (2004). Monitoring and Remediation Optimization Software User's Guide, Air Force Center for Engineering and the Environment. .
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. *Fao, Rome, 300(9)*, D05109.
- Amuzurrutia, V. D., Aguirre-Salado, C., & Sánchez-Díaz, G. (2015). ¿Hacia dónde crecerá la ciudad de San Luis Potosí (México) después de 2009? *EURE (Santiago)*, 41(124), 113-117.
- Angelone, S., Garibay, M. T., & Marina, C. C. (2006). Permeabilidad de Suelos Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (pp. 39): Universidad Nacional de Rosario.
- Aziz. (2003). MAROS: A Decision Support System for Optimizing Monitoring Plans.
- Bateman, A. (1974). Yacimientos minerales de rendimiento económico. 975.
- Bautista, F. (2009). Calibration of the equations of Hargreaves and Thornthwaite to estimate the potential evapotranspiration in semi-arid and subhumid tropical climates for regional applications. *Atmósfera*.
- Breña, P. A. F. (2006). Principios y fundamentos de la Hidrología Superficial. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.
- Campos, A. D. (1998). Procesos del ciclo hidrológico. *Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México*.
- Cárdenas, V., José, Durán Miramontes, H. A., López Avila, J., & Cortés Guzmán, H. (1992). *Monografía geológico-minera del estado de San Luis Potosí*: Consejo de Recursos Minerales (México) Secretaría de Energía.
- Cardona, B. A. (1990). Caracterización físico-químico y origen de los sólidos disueltos en el agua subterránea del Valle de San Luis Potosí; su relación con el sistema de flujo. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Cardona, B. A. (2008). Combined use of indicators to evaluate waste-water contamination to local flow systems in semi-arid regions: San Luis Potosí, Mexico.
- Cardona, B. A. (2007). Hidrogeoquímica de sistemas de flujo regional, intermedio y local resultado del marco geológico en la Mesa Central. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Carrillo-Bravo, J. (1971). La Plataforma Valles – San Luis Potosí.
- Carrillo, R. J. J., Clark, I. D., & Fritz, P. (1992). Investigating Recharge Of Shallow And Paleo-Groundwaters In The Villa De Reyes Basin, SLP, Mexico, With Environmental Isotopes. *Applied Hydrogeology*, 1(4), 35-48. doi: 10.1007/s100400050025.
- Carrillo, R. J. J. (2006). Hidrogeoquímica de sistemas de flujo intermedio que circulan por sedimentos continentales derivados de rocas riolíticas.
- Carrillo, R. J. J., Cardona, A., & Edmunds, W. (2002). Use of abstraction regime and knowledge of hydrogeological conditions to control high-fluoride concentration in abstracted groundwater: San Luis Potosí basin, Mexico. *Journal of hydrology*, 261(1-4), 24-47.

- Chow, J.; J. Watson; D. Lowenthal; P. Solomon; K. Magliano; S. Ziman and L. Richards. (1993). PM10 and PM2.5 composition in California's San Joaquin Valley. *Aerosol Sci. Technol.* V. 18, p. 105-128.
- Cifuentes, C. A. (2016). Evaluación de diferentes métodos de interpolación para la variable precipitación en el departamento de caldas – Colombia Universidad de Manizales Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea. Acuífero (2411) San Luis Potosi. México: Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. (2015). Estudio técnico de las condiciones geohidrológicas y sociales del acuífero 2411 "San Luis Potosí". México: Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. (2016). Estadísticas del agua en México, edición 2016. México: Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. (2018). Estadísticas del agua en México, edición 2018. México: Comisión Nacional del Agua.
- CONAPO. (2014). Dinámica demográfica 1990-2010 y proyecciones de población 2010-2030: Conapo Ciudad de México, México.
- Connor, J. A. C., Farhat, S. K. F., & Vanderford, M. (2012). GSI MANN-KENDALL TOOLKIT For Constituent Trend Analysis (pp. 19).
- Contreras, C. S., & Glindo, M. M. G. (2009). Analisis espacial y vulnerabilidad en la ciudad de San Luis Potosí al abasto futuro de agua potable. Universidad Autonoma de San Luis Potosí.
- Contreras S, & A Solé. (2005). Hidrofobia en suelos mediterráneos semiáridos: implicaciones hidrológicas para una pequeña cuenca experimental en el SE Ibérico. *Revista Cuaternario y Geomorfología*: 29-46.
- COPLADE. (2015). *Programa Sectorial del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015-2021*.
- COTAS. (2005). Estudio técnico respecto a las condiciones geohidrológicas y sociales del acuífero 2411 "San Luis Potosí" en el Estado de San Luis Potosí (pp. 74): Comité Técnico de Agua Subterránea del Acuífero del Valle de San Luis Potosí.
- Darcy, H. (1856). Les fontaines publiques de la ville de Dijon. Dalmont, Paris, France.
- De Lara, J. B. (2011). An intergrated simulation-optimization modeling framework for assessment of aquifer storage and recovery systems. Texas A&M University-Kingsville.
- DOF. (1982). Acuífero 2411 San Luis Potosí. Diario Oficial de la Federación.
- DOF. (2015). Ley de adquisiciones en el estado de San Luis Potosí. Diario Oficial de la Federación.
- Donado, L. D., & Colmenares, J. (2004). Modelo de conductividad hidráulica en suelos. Modelo de Conductividad Hidraulica en Suelos. Bogota DC, Colombia.
- Escolero, Ó., Martínez, S., Kralisch, S., Perevochtchikova, M., & Delgado-Campo, J. (2009). Vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México en el contexto de cambio climático. Informe Final.
- Espinoza, C. (2006). Hidráulica de Aguas Subterráneas y su Aprovechamiento. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.

- Estrada, P., Francisco. (2013). El agua de San Luis Potosí, contaminación y saneamiento.
- FAO. (2013). Afrontar la escasez de agua. 97.
- FAO. (2015). Estimación de la evapotranspiración de referencia. Revista Peruana.
- Fernández, G. J. (2010). El recurso suelo-agua en medios áridos y semiáridos. *C4 y CAM. Características Generales y Uso En Programas de Desarrollo de Tierras Áridas y Semiáridas. Homenaje Del Doctor Julio López Gorgé*, 143-149.
- Gilbert. (1987). *Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring*. New York, van Nostrand Reinhold. .
- Gonez, R. E. (2013). Valoración de las componentes del balance hídrico usando información estadística y geográfica: la cuenca del Valle de México. 4.
- Gotway, C. A. (1996). Comparison of Kriging and Inverse Distance Methods for mapping soil parameters. *Soil Science Society of American Journal* 60:1237-1247.
- Guevara, G. V. A. (2007). *Distribución espacial y abastecimiento del agua para uso humano, en el área metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí: problemática, implicaciones y alternativas*.
- Heath, R.C., (1983). Basic ground-water hydrology In: Kasenow, M, 2001. *Applied Ground-Water Hydrology and Well Hydraulics*. Water resources publications, LLC, Denver, Colorado, U. S.A
- Hergt, T. (2009). *Diseño optimizado de redes de monitoreo de la calidad del agua de los sistemas de flujo subterráneo en el acuífero 2411" San Luis Potosí": hacia un manejo sustentable*. (Doctorado), IPICYT, México.
- Höltling, B. y Coldewey, WG (1996). Hidrogeología: Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. 5. *Auflage – Enke, Stuttgart* .
- INECC. (2007). El Agua. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/488/elagua.html>
- INEGI. (1995). Atlas Agropecuario. Cultivos Anuales en el Año Agrícola 1995 (pp. 25). México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2000). Anuario estadístico de San Luis Potosí, edición 2000. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- INEGI. (2002). Síntesis de Información Geográfica de San Luis Potosí. 6.
- INEGI. (2008). Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrogeológicas de México. 32.
- INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de San Luis Potosí 2017 (pp. 623 P.). México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- INEGI. (2018). Crecimiento urbano y su impacto en el paisaje natural. El caso del Área Metropolitana de San Luis Potosí. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- INTERAPAS. (2011). Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral de INTERAPAS, del Sistema de Agua y Saneamiento en los Municipios de San Luis Potosí, Cerro de San Pedro y Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. (pp. 140). México: Comisión Nacional del Agua.
- INTERAPAS. (2012). Programa de Mejora Integral de Gestión de Interapas. México: Comisión Nacional del Agua.

- INTERAPAS. (2013). Gestión del agua en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Cerro de San Pedro y Soledad de Graciano Sánchez.
- INTERAPAS. (2018). Programa Integral Hidráulico de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí. México: Comisión Nacional del Agua.
- Jensen, M., & Haise H. (1963). Estimating evapotranspiration from solar radiation, *ASCE J. Irrig. and Drain.*, 89, 15-41.
- Jensen D.T., Hargreaves H.G., Temesgen B., Allen R.G. (1997). Computation of Eto under Nonideal Conditions. *J. of Irrig. and Drain. Engrg.*, ASCE, 123(5):394–400.
- Kohn Ledesma, I. A. (2009). Modelo de flujo del acuífero de San Luis Potosí, SLP. *Unpublished Masterthesis. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.*
- Landín, R. L. E. (2008). Parámetros fisicoquímicos y concentración de flúor y arsénico en el agua de los pozos de la ciudad de San Luis Potosí y zona conurbada. Alternativa de tratamiento: adsorción de flúor y arsénico en la interfase Al₂O₃ activada/solución acuosa.
- López, Á. B. (2012). *Cambios de uso de suelo y su impacto en el sistema acuífero del Valle de San Luis Potosí, aplicando modelación numérica.* (Doctorado), IPICYT., México.
- López, Á. B., Ramos Leal, J. A., Moran Ramírez, J., Cardona Benavides, A., & Hernández Garcia, G. (2013). Origen de la calidad del agua del acuífero colgado y su relación con los cambios de uso de suelo en el Valle de San Luis Potosí. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 65(1), 9-26.
- Marín, C. A. E., Ramos, L. J. A., Martínez, C. D. A., Tuxpan, V. J., De Lara, B. J., & Morán, R. J. (2019). Identification of the Hydrogeochemical Processes and Assessment of Groundwater Quality, Using Multivariate Statistical Approaches and Water Quality Index in a Wastewater Irrigated Region. *Water*, 11(8), 1702.
- Martín, C. C. R. (2015). Comparación de métodos para estimar disponibilidad hídrica en cuencas forestales. *Terra latinoamericana*, 33, 10.
- Mata, M. M. A. (2011). Estimación de la Evapotranspiración en el Valle de San Luis Potosí. IPICYT.
- Maderey, L. E. R., & Rivera, J. J. C. (2005). *El recurso agua en México: un análisis geográfico* (Vol. 3): UNAM.
- Martínez, B. L. (2005). *Identificación de la contaminación difusa en el acuífero somero de la ciudad de San Luis Potosí.* Facultad de Ingeniería, UASLP, México.
- Mohammadi, M. (2014). Comparison of Evapotranspiration Models for Estimating Reference Evapotranspiration in an Arid and semiarid Region, Northeast of Iran. 2.
- Moran, R. J. (2010). Evaluación de la calidad química del agua en el acuífero somero de San Luis Potosí., Universidad del Noreste.
- Moreno, M. A. (1998). *El impacto socioeconómico de la industrialización en las ciudades medias de México. Los casos de las zonas metropolitanas de Aguascalientes, San Luis Potosí y Toluca.*
- Moreno, Campos, A. D. F., & Cisneros, A. R. (2004). Estadística Climatológica del Observatorio Meteorológico de San Luis Potosí:(1877-2000).

- Moreno, M. A. (2012). Segregación residencial en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí: causas y manifestaciones. XI Reunión Nacional de Investigación Demográfica en México. Sociedad Mexicana de Demografía.
- Morris, D. A., and A.I., Johnson, (1967). Summary of hydrological and physical properties of rock and soil materials as analyzed by the Hydrologic Lab. of the U.S. Geological Survey. USGS Water Supply Paper 1839-D.
- Noyola, M. C., Ramos, L., José Alfredo , Domínguez, M., Eloísa, Pineda, M., Luis Felipe , López, L., Héctor , & Carbajal, P., José Noel. (2009). Factores que dan origen al minado de acuíferos en ambientes áridos: caso Valle de San Luis Potosí. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 26(2), 395-410.
- Ordoñez, G. J. J. (2012). Balance hídrico superficial.
- Peinado, G. H. J., Green, R. C. R., Delgado, R. O., Herrera, B. J., Belmonte, J. S., & Shevvin, V. (2010). Estimación de la Conductividad Hidráulica y contenido de finos a partir de leyes experimentales que relacionan parámetros hidráulicos y eléctricos. 6.
- Peña, F. (2006). Abasto de agua a la ciudad de San Luis Potosí., 249-264.
- Pérez, F. E. (2013). El agua de San Luis Potosí, contaminación y saneamiento Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Pladeyra, A. (2003). Paisajes hidrológicos y balance hídrico de la cuenca Lerma Chapala: México.
- PROAIRE. (2015). *Programa de gestión para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez*
- Ramos-Leal, J. A., López-Loera, H., Martínez Ruiz, V. J., & Aranda-Gómez, J. J. (2007). Sucesión de eventos y geometría de la parte central del acuífero del graben de Villa de Reyes (San Luis Potosí, México) inferida a partir de datos geoelectrónicos. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 24, 31-46.
- Ramos, L. J. A., Martínez, R., V., & Castro, R., A. . (2005). Vulnerabilidad acuífera e índices de calidad del agua subterránea de los Valles de San Luis Potosí-Villa de Reyes *Informe Interno (1er. Informe)*, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT (pp. 35).
- REPDA. (2018). Títulos y permisos de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes. "Registro Público de Derechos de Agua". Disponible en: <https://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx>
- Ruíz, R. E. (2014). Infiltración y humedad del suelo.
- SabinfoSistem, S. d. C. (2005). Actualización hidrogeológica de los acuíferos de Ceballos y Oriente Aguanaval Estado de Durango, Villa de Arista y San Luis Potosí Estado de SLP. Contrato No: SGT-GRCCN-05-008-RF-I3 para la CNA. Coordinación a cargo de la Subdirección.
- SAGARPA. (2017). Atlas Agroalimentario. México: SIAP. Disponible en: <http://online.pubhtml5.com/clsi/ibhs/#p=5>
- Salinger, M., & Griffiths, G. (2001). Trends in New Zealand daily temperature and rainfall extremes. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 21(12), 1437-1452.
- Sánchez, S. R. F. (2017). Hidrología Superficial y Subterránea: Apuntes de hidrología, Universidad de Salamanca.
- Schloeder, C. (2001). Comparison of methods for interpolating soil properties using limited data. *Soil Science Society of American Journal* 65:470-479.

- SEMARNAT. (2015). Informe de la situación del medio ambiente en México: Disponibilidad del agua: SEMARNAT, Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales.
- SGM. (1998). Carta Geológico-Miunera San Luis Potosí F14-A84. México: Servicio Geológico Mexicano.
- Sheridan, C. (2001). Indios madrineros”. Colonizadores tlaxcaltecas en el noreste novohispano. *Estudios de Historia Novohispana*, 24(024).
- SMN. (2018). Precipitación. Glosario Técnico.
- Sophocleous, M. A. (1991). Combining the soilwater balance and water-level fluctuation methods to estimate natural groundwater recharge: practical aspects. *Journal of hydrology*, 124(3-4), 229-241.
- Talledos, S., Edgar (2017). La sed urbana. La ciudad como construcción hidráulica de San Luis Potosí, México. *Revista de El Colegio de San Luis*, 7(14), 345-350.
- Tinajero, G. J. A. (1982). Aspectos fundamentales en el estudio del agua subterránea (Geohidrología). Comisión del Plan Nacional Hidráulico, México,. 232.
- Toledo, V. M. (1980). Las lluvias en México. *Nexos*, 32, 10.12.
- Tomlin, C. D. (1990). Geographic information systems and cartographic modeling. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Treviño, G. (2002). Evaluación del flujo hídrico superficial en la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. *Revista Ciencia UANL*. V. 2002, núm. 3, p. 351-356.
- UASLP. (2011). Atlas de Riesgo para los Municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Instituto de geología.
- UNESCO. (1992). Groundwater contamination Inventory: a methodological guide. Project 3.1 (IHP-V), 162 p.
- UNESCO. (2018). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo 2018: soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*. Francia.
- USEPA. (2009). Statistical Analysis of Groundwater Monitoring Data At RCRA Facilities Unified Guidance, U.S.
- Vázquez, G. S. S. (2012). La vulnerabilidad hídrica en la ciudad de San Luis Potosí. Un análisis espacial. *Revista de El Colegio de San Luis*.(4), 130-159.
- Zambrano, Y., & Nathaly, M. (2018). Caracterización hidrogeológica con determinación de la conductividad hidráulica del humedal “Pugllohuma”.Zheng, C., & Bennett, G. D. (2002). Applied contaminant transport modeling (Vol. 2): Wiley-Interscience New York.

Anexo 1. Datos de precipitación media mensual para el periodo de años 1979 – 2013 de los nueve puntos de referencia climática.

Precipitación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 220-1006													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media mensual
1979	9.6354	17.9807	19.1660	73.6393	52.5764	57.6319	63.4126	61.9492	89.7360	16.6168	29.8665	44.7307	22.5449
1980	25.5878	15.7431	9.7555	29.2477	94.0910	30.8656	38.6530	63.8649	61.5887	51.2787	10.9606	18.2116	22.3363
1981	64.3730	35.0189	25.2763	74.6813	65.6012	89.5248	117.8987	54.5849	42.1858	50.0067	5.4691	17.9352	39.1063
1982	2.7809	28.6477	24.2523	54.3428	99.9515	15.5817	18.2708	29.0777	38.1569	73.6462	29.8296	48.8505	28.8987
1983	43.7651	4.3765	5.2391	2.8067	29.3266	28.1439	140.4619	90.0364	109.2822	64.0194	27.7027	7.4793	26.2499
1984	61.7131	41.8665	12.2360	3.5603	79.3779	73.1484	202.4077	85.2591	197.6912	68.6500	13.1166	35.4077	44.6049
1985	16.2907	23.9631	48.8445	107.1253	100.6433	192.9466	232.9273	37.3698	89.0288	15.3757	8.6380	19.2673	53.3977
1986	7.5823	9.1616	6.0236	47.7837	32.8388	89.0511	64.4794	43.7119	33.5916	115.0045	58.4644	21.9529	32.4631
1987	8.3118	10.1589	10.2902	59.5970	74.9782	18.8261	92.5787	57.5581	144.4333	7.3171	38.7852	5.3249	29.2575
1988	22.6473	11.1159	37.5990	57.6714	40.9533	39.9559	111.4923	190.1536	48.5561	13.1244	5.7489	10.4533	42.1702
1989	24.0618	14.7440	2.2797	50.5165	30.0699	48.9132	54.7368	137.7943	20.8414	10.3735	20.4904	25.7595	27.7922
1990	17.9644	28.9172	18.7059	25.2703	39.4443	7.5033	39.8958	78.8286	38.4221	59.6506	21.2543	4.4975	24.1365
1991	16.3662	19.1694	7.1720	6.7703	48.7021	66.4896	135.0426	36.5793	82.9699	24.7999	22.8344	45.5117	30.1319
1992	63.7507	10.2259	48.8943	12.8248	34.0456	18.2364	84.3699	20.6294	46.2439	61.4093	26.1286	7.6475	21.4942
1993	17.2777	8.4646	4.4357	12.0789	19.4029	72.7595	39.9164	92.9555	184.9016	88.4399	26.9869	3.8907	29.0892
1994	4.9284	8.1488	8.6689	45.0997	79.5127	86.7130	33.3753	37.8977	48.1596	89.5643	10.5143	10.0439	31.2421
1995	6.4407	5.8708	10.7306	3.1328	25.6496	9.7727	36.5759	196.9969	18.3575	15.2847	23.2601	8.1367	20.3215
1996	1.8402	7.7728	5.0846	20.5170	1.9724	52.7790	35.5734	83.2781	81.0697	37.8857	9.3607	5.7678	25.7578
1997	10.1383	8.3788	57.5383	97.4728	56.1290	41.5317	67.8612	23.4687	24.2626	46.6610	14.4101	15.9336	32.5224
1998	3.0736	1.5398	9.7341	9.3658	5.7095	104.4920	29.1018	88.5498	219.9360	167.0755	33.7709	8.8200	37.2090
1999	2.0840	10.9623	43.3694	5.6322	23.9210	67.2664	92.1616	48.8754	141.5503	25.3801	7.6861	9.1856	26.0645
2000	9.7332	5.6202	11.7983	43.7676	70.0138	88.3593	9.8825	43.0514	38.9723	54.8759	26.8693	15.0187	23.2584
2001	8.1325	9.5821	9.3255	10.7615	32.0354	85.2917	125.1583	185.1291	149.2235	49.1870	15.0255	11.4155	44.5523
2002	41.3343	21.1538	4.2109	6.9901	18.5669	82.8008	105.3967	117.3606	146.2152	92.5066	34.0010	7.4810	48.4622
2003	24.3982	6.4648	7.5754	17.0391	19.9780	83.9905	265.8716	73.1518	141.6790	156.1140	12.8677	4.6125	54.4440
2004	21.7898	8.2054	18.8244	17.4640	74.0238	146.8151	55.5325	48.5407	102.5342	21.1144	6.4270	9.5298	37.5278
2005	21.8645	30.7085	11.1889	12.0678	39.4512	17.1387	98.8272	147.8125	48.8111	49.2256	12.5218	7.2527	34.2864
2006	5.9361	6.0472	7.5977	48.7630	56.1500	16.8074	68.5350	108.8711	209.1917	64.3782	32.4217	39.7688	52.6024
2007	15.1766	44.5307	31.1076	48.6943	40.3542	177.5871	245.7582	157.6693	51.6375	44.2715	33.8714	3.9448	51.7583
2008	9.7229	11.7648	8.0887	28.3276	40.2821	44.9272	155.4445	463.2291	174.8766	28.8031	8.8491	2.1389	65.9583
2009	14.4127	7.5703	8.7496	11.3537	27.4057	62.6590	33.9349	51.8409	99.0967	167.9226	20.9041	20.7933	36.3066
2010	21.8285	73.4917	6.6570	40.0881	18.0588	17.9721	247.1537	110.8692	90.6011	4.0006	2.6436	3.3594	41.1203
2011	1.6840	0.2283	2.6573	0.5459	7.3763	45.2894	59.7879	31.3299	85.5474	36.0025	3.2856	1.7303	21.5316
2012	10.3100	48.7381	9.4448	2.5921	13.6505	52.6966	120.2402	41.7669	95.4008	26.9955	13.7003	0.3519	30.6068
2013	20.5487	0.6678	0.3708	9.8602	40.4400	62.2307	72.4050	19.3617	99.9670	62.0075	113.6407	82.4009	50.2809
Media mensual	18.7853	17.0572	15.7969	31.3558	43.7910	62.7628	97.0035	90.2687	94.1348	55.9705	22.3516	16.7030	47.1651

Precipitación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 220-1009

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media mensual
1979	6.1910	16.2100	15.8529	53.9463	31.9513	63.9808	77.8004	39.3405	59.4060	10.9074	19.8715	40.4735	22.5449
1980	24.2575	11.4387	5.7318	31.5548	45.4782	31.7634	28.4323	57.9443	45.3667	62.6839	8.0260	14.7921	22.3363
1981	51.7387	28.0289	16.1748	67.9470	48.1244	57.8001	137.3119	46.7297	37.5647	51.8469	3.6942	18.2339	39.1063
1982	1.5965	12.2223	17.7069	49.2968	66.5480	13.2694	18.7034	16.1302	41.8648	63.4160	19.3874	56.8345	28.8987
1983	39.1594	0.6386	3.4590	1.4420	20.4071	26.4925	78.9762	67.4561	86.7903	50.7448	25.4325	10.5572	26.2499
1984	53.7300	27.4521	8.3221	3.6907	79.1042	63.3379	147.8279	54.0407	159.6365	77.6733	8.4852	20.2217	44.6049
1985	13.7140	17.9223	36.6755	82.5331	95.2678	221.0775	172.5935	19.4793	96.7321	15.2324	13.1922	17.1833	53.3977
1986	4.1405	9.7916	5.1121	48.3776	27.9121	108.7390	51.6872	38.3148	27.9636	104.9606	45.0225	11.1666	32.4631
1987	4.9679	6.3498	6.2656	52.5893	49.7543	19.8149	72.1570	44.8706	128.0465	6.9798	28.5662	4.7688	29.2575
1988	13.7818	6.3352	33.2319	36.9793	37.3398	28.6872	153.2781	184.2751	43.2140	11.0833	4.0426	6.6270	42.1702
1989	10.2036	10.6464	1.1089	39.9731	21.3401	48.5141	53.3936	156.9277	14.9397	7.5720	18.6141	22.4911	27.7922
1990	11.8429	21.3916	21.3152	14.1964	47.6103	7.7951	32.4337	51.7799	45.4886	75.6889	13.5990	4.5010	24.1365
1991	13.2471	14.0179	4.7645	7.9308	44.4157	53.0640	136.5935	34.9365	89.7223	27.7113	13.1029	32.3316	30.1319
1992	61.7475	7.2184	24.2480	7.6132	29.1593	26.6290	56.1213	21.4645	42.4218	58.2258	17.3378	5.9326	21.4942
1993	19.9797	5.0039	2.5578	3.8856	14.1981	63.3096	40.9018	81.2636	120.1269	84.5552	17.4477	2.1097	29.0892
1994	3.5397	3.4349	6.7497	36.3270	80.7289	90.2441	35.3030	37.4539	46.9477	65.7129	7.9685	7.3540	31.2421
1995	3.0496	6.5763	6.2845	1.7166	10.2241	6.8922	46.3760	187.3495	20.4740	13.1166	13.1227	6.7283	20.3215
1996	0.6540	4.2864	1.9363	24.8591	6.6759	47.5330	41.0837	67.7822	99.5495	41.0253	7.2887	3.6710	25.7578
1997	9.2937	8.2827	46.2876	92.1144	79.1488	50.6178	45.9177	22.6799	19.9934	40.7910	13.1081	11.7502	32.5224
1998	0.9604	0.5897	3.3826	4.4975	7.8449	104.7572	26.9989	92.5650	230.0134	133.5637	27.6504	5.1790	37.2090
1999	1.0059	5.3541	35.9021	5.1704	18.8055	67.5239	78.8080	55.2046	130.0592	20.3178	4.9095	5.5859	26.0645
2000	8.6655	3.3010	4.5542	28.1044	39.2572	82.9365	15.2229	31.9436	42.7488	55.0570	22.3194	15.0118	23.2584
2001	6.8707	6.1103	6.4416	13.7037	30.3266	80.6002	139.0594	142.6584	136.4682	52.7284	20.6955	9.3075	44.5523
2002	49.2496	23.0181	2.8238	5.2872	25.3647	95.1038	75.9756	121.4667	139.4345	91.7882	33.7641	3.8727	48.4622
2003	20.7230	5.8502	2.8650	9.8345	11.8240	82.9365	243.9780	73.2342	146.0100	173.5617	11.4404	2.8925	54.4440
2004	23.6515	5.7129	21.4354	4.8134	67.3719	134.0933	67.1316	61.4779	108.7938	31.8604	4.6640	8.1144	37.5278
2005	18.3111	33.1083	7.3540	6.8081	43.0544	28.8425	113.4433	161.2261	52.5687	31.5016	9.1101	7.4141	34.2864
2006	5.6494	3.9100	4.8924	40.6348	61.2968	19.1694	85.5719	109.8800	246.5023	85.9200	24.9604	30.8321	52.6024
2007	11.9914	36.8900	23.1400	39.7336	44.8603	191.2222	226.7793	117.6893	46.6773	36.2549	26.6650	3.5010	51.7583
2008	6.0905	11.5374	5.4726	14.8427	25.0814	31.2870	152.1547	479.5859	152.4284	21.6534	6.8974	1.0128	65.9583
2009	10.4885	4.9953	9.5478	6.5489	25.6325	82.2876	39.4813	54.4450	91.6466	157.9714	15.9868	20.5496	36.3066
2010	19.9900	69.3624	3.9276	18.6742	11.3983	25.6737	235.5761	87.0615	89.7806	3.0436	1.9587	2.4462	41.1203
2011	0.4978	0.0360	0.6128	0.8223	6.3034	45.2087	84.2583	69.3478	123.2924	37.6265	0.6266	0.2506	21.5316
2012	7.9239	52.9043	9.5186	2.8908	25.7183	74.8547	141.2533	61.2299	119.1622	44.6852	8.5573	0.2335	30.6068
2013	30.7832	0.0206	0.7227	7.4278	52.0718	91.4689	131.9183	23.8300	134.6255	87.6417	137.1145	90.1720	50.2809
Media mensual	16.2768	13.7128	11.6108	24.7648	38.0457	64.7865	93.8429	84.9447	91.8989	55.2887	18.7037	14.4030	44.0233

Precipitación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 220-1013

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media mensual
1979	2.8822	15.5611	10.6894	22.6936	23.3356	52.9464	87.4108	28.7318	41.2966	4.2469	17.6399	32.4251	28.3216
1980	18.5360	10.5786	2.1509	20.2303	15.6941	33.3864	26.1440	56.9555	50.3208	66.6990	7.2690	10.6361	26.5501
1981	41.7961	20.9822	16.7653	66.1841	25.9183	42.1549	172.3531	46.0396	33.0019	64.1756	2.6608	12.5313	45.3803
1982	0.8034	12.4772	11.4043	48.3193	50.0547	13.3209	18.3746	15.8606	53.1361	81.7125	16.0881	63.9937	32.1288
1983	33.3555	0.0515	1.3304	0.5424	23.8352	24.4514	65.3395	58.0868	71.6747	42.6158	33.8714	13.0394	30.6828
1984	54.7119	16.5018	14.1964	2.1458	97.0943	68.6543	125.6235	53.4116	128.9169	102.5033	4.8821	16.0366	57.0565
1985	13.8393	13.5243	43.1265	83.0069	92.7246	218.8605	139.4560	22.7357	85.8444	24.3304	14.9397	18.3798	64.2307
1986	2.0342	9.4946	1.6582	38.1260	18.3455	130.4901	44.1719	40.4984	36.0455	92.8843	35.1477	5.6803	37.8814
1987	4.5799	6.2442	3.8066	43.7316	47.8317	34.8438	62.3637	39.6933	104.4654	4.2546	19.0870	5.2460	31.3457
1988	16.3447	3.4676	30.7240	30.1678	31.1359	32.0930	201.2163	191.7766	33.8259	14.0359	2.0479	3.4521	49.1906
1989	4.0409	7.4038	0.6592	26.5268	14.7509	32.3831	45.1092	213.1708	8.4663	4.8391	10.7280	17.7060	32.1487
1990	5.0623	17.6159	17.2296	7.5823	44.7624	11.2112	28.9953	42.9085	54.9394	89.6673	17.7670	2.8393	28.3817
1991	15.5766	15.5251	1.9621	5.5275	27.2015	57.2611	130.4919	44.0758	102.0329	34.4370	11.3571	35.2498	40.0582
1992	57.8546	8.3513	12.0008	9.4191	39.0787	43.1188	45.4765	22.5151	35.4730	48.0369	10.3477	3.4916	27.9303
1993	22.2731	3.6392	2.2522	4.9885	10.6276	75.5679	38.8847	61.5243	71.8060	70.1786	16.6683	1.1038	31.6262
1994	5.1275	1.0643	3.2993	31.1832	92.0345	105.5014	36.8926	51.7516	40.5962	42.1875	4.4580	4.8666	34.9136
1995	1.2463	6.8562	1.9784	0.2661	17.8905	9.4482	48.9698	160.3558	23.2103	8.6097	12.6334	6.1832	24.8040
1996	0.1545	2.3312	0.7021	15.3809	13.3673	35.3159	45.0525	61.4754	127.2277	45.3195	4.9181	1.7252	29.4142
1997	7.5874	6.0408	27.5388	111.5147	83.4884	58.8155	42.2768	24.1150	26.1372	40.5018	16.2941	9.8662	37.8480
1998	0.7175	0.8909	1.8969	1.6445	6.7085	101.5840	24.7227	83.5734	210.6406	99.6606	14.6504	1.8806	45.7142
1999	0.4910	10.3563	25.2514	5.7627	18.8167	56.0783	62.1878	56.9315	99.4727	15.8847	3.4349	3.3852	29.8378
2000	6.6072	1.6342	5.3095	10.1538	20.3316	70.5271	17.8245	29.8124	38.4487	42.7806	25.5243	14.6461	23.6333
2001	6.2476	4.0504	5.1361	12.8995	39.0693	95.5837	113.3325	137.3360	123.5653	47.2755	10.0130	5.8528	50.0301
2002	54.8801	30.1472	1.4420	7.1789	33.4087	95.9913	85.9337	122.2941	139.5513	110.2281	37.4273	1.1441	59.9689
2003	18.1120	5.2975	0.7914	9.0689	13.0643	123.2615	210.7779	74.1680	155.5535	143.3132	7.1857	1.8454	63.5366
2004	26.2565	2.9526	25.6831	2.4848	80.4491	117.0576	64.9850	63.4005	119.7021	44.0372	2.4393	5.6005	46.2540
2005	10.0645	25.0454	3.4744	7.7711	38.5826	17.0340	129.7906	177.0961	66.0931	23.6893	5.3713	11.4241	42.9530
2006	5.4863	1.8655	2.7569	20.5745	73.8239	29.2442	85.6427	120.6543	256.3385	88.1807	20.6809	20.9856	60.5195
2007	10.7228	36.3399	11.4017	23.4708	30.8527	190.3896	241.1619	91.6226	57.2568	45.8439	28.1070	2.8290	64.1666
2008	2.8873	8.4912	2.6505	13.1501	19.2638	32.7890	155.5441	457.2175	114.8500	15.1182	4.5053	0.7725	68.9366
2009	6.2905	3.0212	6.1369	5.8090	39.0272	130.8446	41.9935	51.2959	109.3088	172.9145	8.6878	27.5551	50.2404
2010	18.3523	70.5708	1.6445	7.8784	11.5477	33.7641	201.0584	61.5869	81.0774	2.3088	0.8583	1.4540	41.0085
2011	0.0343	0.0395	0.0532	0.5064	2.3792	24.3399	79.4878	82.3837	126.1145	23.9193	0.1047	0.0292	28.2826
2012	2.3792	35.1185	12.4369	2.2367	25.3698	64.1018	117.8472	60.0042	110.8709	29.1309	2.5372	0.2644	38.5248
2013	30.8587	0.0034	0.7021	1.2171	36.0678	64.6425	132.2857	21.0766	118.1889	91.2449	89.4716	77.5240	55.2736
Media mensual	14.5198	11.8153	8.8641	19.9813	35.9410	66.4874	90.5480	83.6039	87.2986	53.6219	14.8516	12.6184	41.6793

Precipitación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 223-1013

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media mensual
1979	3.3028	11.8575	6.7274	28.3173	18.5394	32.6526	63.4461	22.3864	27.4796	5.9120	25.8840	24.0335	22.5449
1980	14.5878	10.2078	2.0668	20.2681	16.8820	18.6407	29.3884	49.3595	39.6898	52.4906	4.8065	9.6474	22.3363
1981	39.5851	19.5093	14.0410	80.4697	34.0980	32.6088	115.9230	40.1756	33.4225	43.3497	3.5877	12.5055	39.1063
1982	1.0574	12.4609	10.8087	38.7182	50.3122	8.9187	27.1791	13.2651	43.8681	74.5422	13.3347	52.3190	28.8987
1983	26.4771	0.1614	2.1080	0.9647	18.9978	29.1172	49.4350	50.5011	46.9382	52.7275	32.4208	5.1498	26.2499
1984	45.7769	11.6112	11.7142	2.7225	50.9534	53.1790	103.5839	35.4395	89.7291	108.1080	5.4691	16.9722	44.6049
1985	12.8746	10.2945	30.3824	75.1980	106.7734	160.4305	122.7877	16.1920	66.3712	11.8635	9.8259	17.7790	53.3977
1986	3.4950	13.6402	2.7466	35.9390	35.7897	81.2370	40.1602	27.7868	27.5886	86.7268	29.1670	5.2803	32.4631
1987	9.3847	6.8604	3.3946	35.9167	40.9962	30.7033	61.6668	37.1827	108.6187	4.7361	7.5394	4.0907	29.2575
1988	14.8577	5.4039	23.5022	34.7717	26.9028	29.5910	151.6988	162.7788	39.7619	9.4611	2.6994	4.6125	42.1702
1989	7.9565	7.3540	0.6763	25.3664	24.0815	38.0178	36.0034	150.9573	9.9795	4.2692	9.7075	19.1368	27.7922
1990	6.1077	20.6766	14.5294	7.6527	37.0325	8.0372	18.9506	42.0433	47.5639	71.8351	12.4970	2.7122	24.1365
1991	9.7624	10.0765	3.3500	3.9997	20.9616	41.8631	82.0198	45.0611	81.4164	20.6766	12.5656	29.8296	30.1319
1992	54.5308	9.9186	11.4902	7.3162	25.9707	21.5547	36.5673	13.3733	23.8532	43.1462	5.9292	4.2795	21.4942
1993	23.2241	3.0170	0.8360	5.4537	9.6354	62.1543	28.4245	53.8630	74.5972	64.5550	21.8319	1.4780	29.0892
1994	4.4580	1.7612	4.5473	35.5348	87.8314	87.0976	32.7109	38.4813	32.0440	40.9515	4.1413	5.3455	31.2421
1995	1.5038	5.2580	3.8143	0.8326	21.3169	5.0451	46.2318	119.5158	15.9491	8.0346	12.0197	4.3362	20.3215
1996	0.5150	2.3767	1.2119	9.3650	16.1945	31.3505	27.9533	45.0877	120.7724	47.1700	5.6047	1.4917	25.7578
1997	5.0005	7.6887	25.5166	99.7190	76.2614	41.1979	41.6365	19.1291	17.4391	29.1927	16.7421	10.7451	32.5224
1998	0.8944	1.7612	2.1930	2.4582	10.3340	71.5390	19.0647	49.0136	200.2722	77.1970	9.1959	2.5852	37.2090
1999	0.6832	7.0055	27.9954	5.1687	19.8492	57.3306	42.4536	46.0138	84.1759	14.0565	3.9113	4.1302	26.0645
2000	6.9729	2.3930	4.3980	17.4640	26.6830	67.8440	14.0591	20.9753	37.8342	45.1675	18.8583	16.4520	23.2584
2001	4.5138	3.1560	5.7155	10.9709	29.9026	81.6456	98.4839	114.1119	127.7624	40.3876	9.5066	8.4715	44.5523
2002	50.1148	31.1136	1.6308	8.8371	21.9177	65.8579	68.2517	93.6524	110.6572	91.0698	37.1458	1.2969	48.4622
2003	22.5237	7.3540	1.6685	8.9178	23.5665	106.6154	183.3215	60.2720	98.0341	132.6204	6.7283	1.7063	54.4440
2004	18.3549	3.4006	30.7171	2.8324	52.7378	115.9023	47.5202	56.6234	77.5300	37.2857	2.9655	4.4641	37.5278
2005	7.4638	22.7537	3.2101	4.6246	31.3651	16.1353	115.9547	119.3373	49.6531	22.1495	6.9497	11.8395	34.2864
2006	4.9919	2.4397	2.9560	21.6637	69.4147	25.1793	112.3129	66.9540	222.0414	63.2821	18.6991	21.2946	52.6024
2007	10.4413	26.0076	7.8372	22.8039	23.6034	158.9584	197.0887	77.3395	36.0068	33.5598	24.6600	2.7929	51.7583
2008	3.3302	9.3607	3.4607	6.7866	20.3436	27.9568	111.6992	491.0923	97.7371	13.8385	4.9087	0.9853	65.9583
2009	5.2992	3.7388	7.2596	3.8881	25.9415	86.6478	35.5828	43.0947	65.9969	116.9168	12.4532	28.8597	36.3066
2010	20.6131	58.3048	1.7475	11.4781	6.6244	32.8388	242.0966	55.4604	59.5476	2.0977	0.9304	1.7046	41.1203
2011	0.0738	0.1219	0.3553	2.3964	1.4282	21.7409	86.8418	43.3497	81.5186	19.9917	0.3828	0.1785	21.5316
2012	1.1124	24.2489	22.0259	2.1217	13.6196	44.4878	90.0931	40.4760	111.3035	13.2608	3.9242	0.6077	30.6068
2013	39.3156	0.0378	0.3897	0.9167	41.7978	40.8760	99.8160	17.7258	100.5798	100.6228	75.7112	85.5818	50.2809
Media mensual	13.7473	10.6666	8.4864	19.4816	32.5331	52.4272	76.5831	67.9449	71.6495	45.8072	13.5058	12.1342	44.0233

Precipitación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 223-1009

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media mensual
1979	6.8347	16.9138	16.7130	58.3717	47.9536	56.9341	80.1178	43.8792	47.9493	10.6739	25.3733	38.7972	37.5426
1980	22.6198	15.2083	6.8974	31.9702	58.9502	36.0927	38.8247	69.0903	63.2212	67.4011	9.4113	14.5054	36.1827
1981	56.0800	34.6910	17.2322	85.9817	60.3793	59.2386	106.6257	49.9517	47.1725	49.6599	6.2450	17.3962	49.2212
1982	2.2093	15.6452	15.2281	51.4237	95.1639	9.5452	29.3489	28.7378	46.9580	68.2294	23.1022	61.0677	37.2216
1983	35.7090	1.8471	6.5901	2.0222	20.0741	35.5459	82.3168	84.1673	62.5963	75.2564	39.7293	5.4605	37.6096
1984	59.8652	23.5537	13.4171	5.1361	68.4474	59.2180	141.0730	51.0401	132.9775	92.8971	10.5864	28.7773	57.2491
1985	15.5508	15.1929	35.0996	102.5282	149.9265	189.4052	190.0618	23.4713	68.8001	12.5785	10.0370	20.8345	69.4572
1986	5.9052	15.7070	5.7352	47.7665	27.4693	91.4011	54.1145	34.1160	32.0329	114.0141	46.1228	11.6206	40.5004
1987	9.1049	7.7411	5.7086	50.3929	76.4168	22.6421	88.7352	46.6353	126.8827	7.4681	18.5497	6.4081	38.8905
1988	16.6400	8.6946	33.7315	39.8915	39.5439	37.6496	141.0645	174.7890	55.9530	12.0386	4.4134	8.3273	47.7281
1989	19.5196	13.0840	1.7475	44.2509	32.0990	56.4191	53.5824	125.2974	15.7774	7.7557	15.5354	26.7886	34.3214
1990	14.5569	28.3997	25.7938	18.0468	55.3024	9.5478	30.6793	59.1236	48.7063	79.8328	14.8530	3.7354	32.3815
1991	13.0051	14.0745	6.4476	6.8939	43.7187	53.0365	107.1759	47.1125	99.7533	29.3558	21.6843	34.7674	39.7521
1992	65.8528	15.2470	25.8368	13.8634	31.5256	25.1793	55.9822	18.4673	37.5286	59.5159	16.5413	7.5960	31.0947
1993	23.7064	6.0725	2.5449	6.0167	14.1724	75.0177	37.5003	89.5609	137.1506	86.7079	20.4226	3.4676	41.8617
1994	6.8338	4.8357	6.6021	49.4917	104.8654	117.1520	41.2726	39.9220	47.7073	76.1472	9.0620	8.5367	42.7024
1995	3.8383	5.9378	8.6818	2.2642	18.9806	6.6141	46.4602	164.9031	17.0443	11.6086	14.8384	6.2828	25.6212
1996	1.3561	5.2485	2.7826	19.6647	10.1864	49.7320	31.0329	68.8766	125.0090	43.9110	8.5814	4.1679	30.8791
1997	7.8724	10.4370	55.2930	102.0149	92.7958	50.0762	54.5403	29.9335	21.4972	38.0367	19.6183	11.2661	41.1151
1998	2.0565	2.2325	4.8589	7.3299	12.0884	93.7846	26.4513	69.3358	242.4150	140.8439	23.9605	6.3652	52.6435
1999	1.3699	8.5951	39.6666	6.2399	40.3696	88.0829	67.8595	56.2019	125.7660	21.2860	6.0596	6.7343	39.0193
2000	9.3521	4.4821	11.7863	37.2033	57.7623	100.6983	18.6510	33.8551	48.8428	62.0933	29.1927	17.5987	35.9598
2001	6.6759	6.9454	9.4457	13.3793	40.8812	96.1167	151.0757	175.7014	159.5163	50.7989	25.8625	9.7572	62.1797
2002	51.2547	35.5219	3.2315	10.4748	19.0716	75.3731	99.5430	150.8621	140.8113	122.5388	39.7722	4.4031	62.7382
2003	29.5773	8.4063	10.6327	11.5013	17.0013	112.2871	201.9639	77.2974	129.4687	156.6805	13.8033	4.5988	64.4349
2004	20.7084	5.4262	31.3231	11.8498	57.8568	152.4181	65.4674	68.4182	87.6718	29.9506	6.2038	6.6939	45.3323
2005	14.0797	37.2660	8.0063	9.2594	53.5077	28.1748	128.1839	118.6798	62.2839	39.7276	10.3469	14.0831	43.6333
2006	6.9780	3.8259	7.5256	53.0382	79.4299	26.6659	122.3976	94.5292	261.2103	78.1111	26.7002	37.3226	66.4779
2007	15.2212	34.5975	17.5515	56.1826	56.0972	190.2643	242.4254	127.7092	43.5428	39.8907	33.5512	3.6967	71.7275
2008	6.1523	14.7320	6.6519	16.9704	32.7805	42.9771	149.1437	522.2644	143.3905	20.2020	7.3248	1.6651	80.3546
2009	10.9726	5.9944	13.3261	7.1943	31.9376	67.1865	43.9256	50.1474	74.1680	156.4968	21.9538	31.4312	42.8945
2010	22.2096	62.9911	4.9164	24.3373	20.3710	48.8977	287.9036	79.4398	78.4922	3.1199	2.0874	2.5457	53.1093
2011	0.5236	0.1665	1.2308	2.3088	3.2358	32.5144	99.9378	50.0839	101.6939	40.5825	1.7166	0.7227	27.8931
2012	8.5899	38.0299	13.0943	3.2804	21.0457	68.3590	119.4901	47.5519	101.6115	32.0904	15.1560	0.7313	39.0859
2013	41.2348	0.1820	0.5716	6.4648	59.2077	81.1194	109.5062	23.7820	114.7213	106.1640	122.0581	115.4165	65.0357
Media mensual	18.1148	15.0836	13.5972	29.0002	47.1604	67.0105	95.5553	85.5695	90.0093	58.3904	20.5845	16.6734	46.3958

Precipitación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 223-1006

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media mensual
1979	10.0370	24.4901	26.2161	106.1846	76.4872	79.8775	83.9398	95.7836	81.1263	14.8624	44.7144	66.4072	59.1772
1980	36.5519	24.8446	11.7434	33.6268	118.0610	54.6827	62.8727	92.3367	103.5170	74.9165	19.3411	24.8686	54.7802
1981	74.9010	38.7714	24.5888	108.5724	113.8690	118.4258	115.7152	68.4448	80.7684	57.0105	10.0302	26.3483	69.7871
1982	4.6143	30.2656	31.2922	94.4429	166.5047	7.7136	30.5729	50.8667	54.7668	84.4454	36.0043	64.8837	54.6978
1983	46.4018	9.5615	8.1968	3.7560	39.8598	53.4313	186.0123	134.7885	101.2502	111.3396	55.0432	12.1433	63.4820
1984	88.0760	45.3100	27.3422	7.6115	138.4603	91.6225	234.9959	112.1155	195.2150	100.1301	16.8383	48.8420	92.2133
1985	21.9297	27.5173	54.2948	146.7911	148.9609	218.0563	238.8823	57.7615	78.3677	22.5623	16.8022	24.8377	88.0637
1986	9.4757	18.2905	11.1116	75.8606	40.2872	107.3553	71.3116	49.0848	51.0804	141.8524	64.7824	25.0557	55.4624
1987	11.4567	14.4796	11.2936	71.6901	110.0882	29.6940	128.0774	67.6346	155.7329	9.9718	36.2652	8.7942	54.5982
1988	27.0950	16.7095	43.8698	69.2851	59.7124	69.2911	148.2931	221.4346	62.5002	16.9636	7.7050	12.5648	62.9520
1989	35.0927	22.1495	2.3003	49.0849	32.2620	77.0631	77.0717	151.8414	24.1519	11.9030	18.1935	34.5820	44.6413
1990	25.8711	41.9789	30.6707	39.8478	56.1642	15.5937	54.3068	93.0422	54.0038	82.6481	23.3923	3.7765	43.4413
1991	24.1888	31.6458	8.8157	20.3522	62.0813	78.3531	142.9364	57.7194	111.7576	33.9100	38.4710	58.6112	55.7369
1992	78.6630	21.6928	60.1399	27.9310	55.8835	27.8658	103.0191	33.9435	55.1016	74.4890	34.1915	10.5228	48.6203
1993	25.6514	11.1013	14.6676	24.1330	39.9353	108.9346	61.4350	109.9517	204.9706	90.4312	28.6520	6.8098	60.5561
1994	9.8602	8.8509	10.2121	66.8467	123.6537	134.9001	45.4843	52.5910	70.6953	114.9453	13.7475	12.0197	55.3172
1995	7.1136	7.7333	17.5507	5.4520	22.7451	20.4397	45.2259	204.4264	17.8202	18.9592	25.3527	9.6920	33.5426
1996	2.7346	9.5504	15.5096	39.3225	4.4666	71.9441	35.6455	103.1659	135.5108	43.1153	11.4979	7.9308	40.0328
1997	11.0138	13.5029	101.0416	119.8806	111.4512	50.9371	81.6799	47.6326	32.2672	58.0241	23.2996	14.4539	55.4320
1998	5.3498	10.5091	14.4805	17.5747	10.9520	104.3804	41.2262	106.4807	242.1327	193.6435	47.0601	10.6619	67.0376
1999	2.9663	18.4811	51.2496	7.0433	75.5687	91.7796	106.3597	71.1107	124.5858	35.1528	12.7072	11.8000	50.7337
2000	11.1460	7.6956	11.8652	51.4057	105.5340	128.5126	17.4760	56.2719	59.4266	72.2712	34.1314	17.8493	47.7988
2001	8.5951	13.5630	23.2215	21.8594	69.6945	122.0512	143.0832	245.9333	190.2798	67.0449	15.3620	12.8420	77.7942
2002	49.4299	36.0455	5.3455	18.6596	15.0049	127.4723	143.8385	179.3389	176.6361	167.3647	42.5446	9.2122	80.9077
2003	35.3537	11.9236	10.3340	32.4749	26.1423	89.1575	229.6032	96.3329	164.5795	157.3311	18.3875	7.4175	73.2531
2004	24.5570	10.0096	32.2183	43.3110	114.3368	196.1368	72.9776	74.3895	111.7430	34.6636	7.6913	8.6097	60.8870
2005	18.2768	47.0026	14.6667	14.5569	63.0907	26.1569	133.4419	139.2861	77.9042	79.2543	15.3354	14.5964	53.6307
2006	8.0544	6.6995	17.7086	64.6657	91.8895	39.1027	98.6229	134.3757	244.4261	83.2232	39.2418	51.4143	73.2854
2007	20.2088	40.7310	41.5815	75.2212	92.2079	235.2156	269.5522	190.2763	67.5599	55.6320	44.9118	5.5567	94.8879
2008	9.6405	18.7892	8.1968	38.6212	50.2127	75.7301	190.1047	481.1789	165.8627	32.8320	10.7409	3.7216	90.4693
2009	16.5971	8.1539	12.8900	24.7913	46.3812	80.2860	43.0123	57.5555	107.4755	177.8034	22.2336	34.4542	52.6362
2010	24.8188	71.3202	7.7831	56.4843	43.8784	61.7972	300.7945	102.3445	93.5074	6.2794	2.5921	2.9835	64.5486
2011	1.8848	0.4669	2.6127	0.8137	3.9877	26.8427	88.2426	23.1022	72.9698	36.9638	5.6768	3.2375	22.2334
2012	15.6950	34.0782	7.6149	3.0144	16.2701	44.8671	87.5525	32.1728	64.9859	21.1470	21.7907	0.7330	29.1601
2013	29.3747	0.9922	0.6369	6.8956	46.4996	55.8809	62.2925	18.4845	93.6962	70.0327	104.4508	107.5974	49.7362
Media mensual	23.7908	21.5688	22.0932	45.3733	68.3596	83.4729	113.5902	108.9486	106.5250	70.0891	27.6909	22.1666	59.4724

Precipitación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 226-1006

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media mensual
1979	9.0852	21.9057	25.6788	91.2037	79.0707	58.2524	64.6460	74.9697	67.3471	6.5437	39.0195	52.3928	49.1763
1980	27.2890	27.8615	8.2380	29.0983	84.2626	28.4829	47.5717	89.1712	88.2511	66.6321	24.9673	21.3598	45.2655
1981	77.1892	37.9715	26.7912	87.0340	97.2942	92.7710	80.6534	53.0314	77.6648	29.8038	15.7328	26.1131	58.5042
1982	5.9258	26.5414	23.9983	76.4031	122.9216	4.9687	30.4270	45.0817	60.4712	51.8872	24.0789	64.5601	44.7721
1983	33.4268	9.0732	9.9049	5.0383	34.1555	43.5282	130.6360	104.4697	57.4980	114.8784	54.0871	12.5605	50.7714
1984	80.6483	28.9043	22.0276	16.2151	86.4504	53.8519	162.6492	67.7625	137.3428	71.3030	18.4948	39.7396	65.4491
1985	22.4876	17.7850	37.5629	117.7958	129.7399	179.4986	156.7697	47.6172	40.3876	24.6634	13.3364	23.2138	67.5715
1986	9.6903	15.3208	11.9966	64.8331	40.7850	72.3072	39.4152	33.2199	43.8955	100.8013	40.5318	22.2405	41.2531
1987	14.3440	13.4505	11.1374	84.0458	100.4906	34.2070	89.6802	39.4916	106.2172	13.9492	26.2814	9.3006	45.2163
1988	29.8768	20.0183	37.7278	78.0819	64.6683	58.5468	110.7508	178.1966	49.2531	20.9805	8.3144	14.7800	55.9329
1989	42.7008	20.5856	2.3106	55.5393	16.7790	83.6669	42.4270	92.7830	19.1454	15.1319	13.8840	41.1112	37.1721
1990	26.3689	42.5334	27.4847	50.8684	55.4741	13.4351	26.2736	63.9816	48.1596	80.6397	18.8433	2.4239	38.0405
1991	18.3000	20.6303	7.2209	24.6162	60.2188	44.6817	77.7137	43.5162	89.2459	30.9042	46.4378	46.8318	42.5265
1992	81.4898	24.6849	48.3381	20.9581	41.8519	24.9141	62.3337	32.8302	42.9257	58.1391	32.5213	12.4540	40.2867
1993	26.0565	12.0609	20.1771	22.3495	38.1174	91.6697	46.4078	87.2074	136.7609	75.8383	19.7119	9.9915	48.8624
1994	13.5063	9.2371	10.8318	68.4088	126.5531	99.1362	23.2601	41.7987	47.3030	89.9549	13.6600	11.7571	46.2839
1995	8.4286	8.5075	20.2037	6.8493	22.5117	19.4149	30.2399	144.5801	11.9116	17.2683	27.9671	7.7574	27.1367
1996	3.2839	9.6474	7.0793	32.4303	6.7060	61.6015	15.7997	78.0725	112.6129	40.7833	9.3126	6.4219	31.9793
1997	9.7469	16.1104	83.7630	108.8350	91.9753	36.1750	58.5005	33.1015	35.5013	54.8261	25.5132	17.6416	47.6408
1998	6.2047	14.8830	17.6734	20.9736	7.0278	70.2086	25.3286	70.1975	179.0051	145.9388	32.4715	11.8644	50.1481
1999	2.5887	15.1817	35.1082	11.3211	69.4713	107.6025	64.6065	73.9157	79.7977	29.3936	16.9061	11.6455	43.1282
2000	10.9606	10.6859	9.7933	43.4578	81.5100	95.6222	12.5433	40.8580	39.7911	52.5267	32.1144	18.6630	37.3772
2001	9.0474	10.9983	30.8819	25.3449	60.6977	90.4819	115.9316	223.9794	198.7058	47.2232	15.7602	13.1965	70.1874
2002	53.2674	46.9631	4.8803	31.2561	20.1960	79.2440	100.6313	173.9084	141.0490	131.3596	35.8137	9.3761	68.9954
2003	40.3336	12.9004	8.1522	29.6150	25.6222	67.1247	133.7362	76.4236	119.2454	93.2156	15.6306	9.8036	52.6503
2004	22.7383	8.9230	40.1010	30.7059	94.7451	153.0567	59.7605	72.2420	86.1217	51.7190	7.7024	7.0038	52.9016
2005	11.8618	43.9161	15.0135	13.5269	42.9711	20.2775	106.3391	73.7492	68.9332	58.6567	17.8373	15.3414	40.7020
2006	8.6792	6.2008	11.3434	69.5958	101.9154	47.9278	92.0053	82.2494	176.5452	48.9913	36.3441	47.3734	60.7643
2007	23.0112	29.7816	36.9535	67.8655	107.2987	167.6290	141.5013	144.8908	38.8556	50.5886	38.7886	7.3342	71.2082
2008	8.1676	20.3908	8.5470	39.1122	48.7106	62.8126	128.7743	337.0262	117.8936	26.2187	8.2028	4.7791	67.5530
2009	13.3801	9.4637	13.4050	26.4822	47.8815	64.3335	27.1517	42.4716	75.3181	145.9911	15.3749	36.3750	43.1357
2010	21.9263	65.1841	8.6809	46.2430	23.5399	74.8315	234.8859	63.3791	69.4439	4.6606	2.0170	2.1526	51.4121
2011	2.0943	0.6935	1.9741	0.8514	3.4401	11.9459	75.2444	4.7842	45.9623	13.4377	5.3661	4.5216	14.1930
2012	9.6165	16.9138	5.2151	2.0531	23.9004	15.6898	41.6845	23.3271	28.6125	5.5223	11.8687	0.7536	15.4298
2013	23.8421	1.2772	0.9476	1.3750	26.9182	17.1370	27.8057	11.2095	63.6520	38.0625	47.3167	93.8662	29.4508
Media mensual	23.0733	19.9196	19.7469	42.8681	59.5963	64.2010	76.6882	81.8713	80.0236	54.5267	23.2060	21.0486	47.2308

Precipitación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 226-1009

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media mensual
1979	6.1026	18.7995	16.1688	56.1951	52.6365	46.2301	65.9523	35.8549	37.5286	10.7254	30.9952	34.5374	34.3105
1980	21.7821	15.6795	6.2725	32.6912	58.1383	30.9557	42.9428	72.3381	67.6243	57.6267	10.2044	15.2744	35.9608
1981	63.2555	38.2736	23.0945	87.6211	79.1016	54.6227	79.5462	41.8476	60.6154	24.8943	12.8145	16.4949	48.5152
1982	3.4487	14.1681	27.0392	62.5371	96.0789	8.9350	39.0813	26.3020	54.5231	71.5991	18.7042	54.8613	39.7732
1983	27.4057	3.0247	10.4937	2.5337	26.8066	37.2333	66.6681	78.2261	32.7041	84.5913	44.8723	6.7995	35.1133
1984	55.8372	20.7161	20.0569	11.6867	74.3637	55.2750	118.3227	39.8975	92.0637	79.2586	12.0618	27.9070	50.6206
1985	15.8924	10.9340	28.6211	123.5550	165.1382	143.0342	143.8162	20.8783	37.6659	13.5930	9.4980	19.7205	61.0289
1986	9.4088	17.7532	5.4142	50.4719	34.6687	66.8398	32.5470	30.5609	30.7154	87.2263	30.4235	10.8808	33.9092
1987	13.5046	10.0104	5.4228	64.2846	94.8738	32.7942	80.7778	33.6362	92.9667	9.5006	10.3580	7.7488	37.9899
1988	20.2101	16.0143	27.2719	51.5885	59.2575	37.7715	126.9693	162.6200	52.6537	13.8110	4.8898	9.6130	48.5559
1989	26.6316	13.7501	2.1801	47.5124	26.5449	86.4392	28.5670	93.3392	10.2671	8.4698	12.6411	34.5537	32.5747
1990	17.2666	37.2359	21.4422	24.5287	51.3611	10.3306	21.5409	48.4532	57.0817	74.1388	11.1846	2.2900	31.4045
1991	13.3570	14.9740	6.2365	5.2237	42.5171	43.9608	69.0388	49.4393	80.5950	25.3372	29.0400	30.1360	34.1546
1992	67.7500	20.7281	22.2113	22.1134	37.5157	20.9272	46.1821	30.3068	26.2299	58.6919	17.1455	9.5375	31.6116
1993	26.0582	7.3334	8.8912	7.5110	22.7812	74.7070	32.4054	96.2942	105.4979	76.4648	22.5168	4.6623	40.4270
1994	8.9830	5.5721	7.8690	71.6661	106.9777	113.2725	27.5233	37.4986	33.4165	76.2391	9.3049	8.8251	42.2623
1995	5.4408	6.4030	11.8052	3.2135	36.3819	14.4651	49.0265	122.3070	12.8763	11.3511	14.2857	6.4699	24.5022
1996	1.9089	5.7412	3.6221	24.3038	13.8539	53.9463	24.7089	55.7127	146.3427	44.7796	7.1016	4.1242	32.1788
1997	8.0492	14.1312	52.9532	96.6136	85.2488	42.1901	53.6339	33.0920	27.0710	35.0884	23.4927	15.7980	40.6135
1998	3.5285	5.2159	8.4337	12.6240	8.3359	84.6488	26.1732	48.3622	192.4847	125.7677	13.4608	8.0604	44.7580
1999	1.7750	15.5148	35.7914	7.3505	44.0672	93.3066	43.0784	66.3557	77.2811	19.1557	8.2904	7.2390	34.9338
2000	7.8346	5.0056	10.2774	40.4211	60.9295	82.8009	12.9458	25.9423	47.3339	48.1888	24.9021	22.2439	32.4022
2001	7.3995	7.9951	16.8846	19.0493	46.0405	81.6602	120.9680	194.0907	166.9853	39.0942	14.1054	13.9801	60.6877
2002	47.7339	42.5686	3.4770	22.3366	13.8393	67.7290	86.6770	149.9797	120.2128	102.0012	36.0420	5.5764	58.1811
2003	36.4077	9.5615	12.0197	12.8540	24.5218	76.8888	159.6726	73.7182	99.7979	125.5377	11.6781	4.6314	53.9408
2004	20.1779	5.2048	54.0965	24.7621	69.7580	142.5836	67.2913	59.7622	84.4385	42.9145	6.8673	5.7824	48.6366
2005	8.5556	43.4561	7.7042	7.2098	44.2912	26.3861	116.5770	79.5994	55.7865	41.1902	10.9958	15.1062	38.0715
2006	6.3051	3.3628	9.1461	53.3249	97.7573	30.8785	138.3913	69.4310	220.8733	59.0550	25.5432	34.5177	62.3822
2007	18.0210	24.6102	19.7840	64.5258	64.3215	158.3147	174.8646	100.7000	26.8753	36.1141	32.2277	4.7979	60.4297
2008	5.4691	16.2014	7.0999	22.4164	32.0629	41.5764	116.5323	446.8629	112.8347	14.9277	6.9986	2.6711	68.8045
2009	9.1315	7.0484	8.6878	9.5083	40.1464	39.1088	24.2652	32.5461	67.8080	118.8789	22.5932	38.9174	34.8867
2010	21.1967	57.9666	5.6065	38.7285	20.2921	67.0029	254.4124	60.1982	49.6942	2.5972	1.9260	2.1509	48.4810
2011	0.4463	0.4927	0.9682	0.6763	1.2943	14.9483	89.2296	12.8008	75.7215	21.8061	2.4633	1.3802	18.5190
2012	8.1934	22.5700	8.0423	2.1458	20.1462	31.6818	67.1059	34.7992	69.7014	14.2101	17.2571	0.5802	24.7028
2013	39.9619	0.3021	0.3965	1.7424	44.0895	51.4280	74.1199	14.4213	78.4183	81.6730	71.2335	107.8737	47.1384
Media mensual	18.6980	15.9520	14.7281	33.8722	51.3183	58.9964	77.7587	73.6621	74.4196	50.1857	18.2320	17.0212	42.0704

Precipitación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 226-1013

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media mensual
1979	3.1011	12.6120	7.2750	24.8703	18.5240	22.8971	53.1464	15.4212	18.9823	5.9790	27.0350	19.2450	19.0907
1980	13.4600	9.4345	2.0771	24.7227	12.9630	15.4676	37.0986	51.9087	39.9095	35.9459	4.8735	10.3083	21.5141
1981	43.9951	25.0351	20.1324	83.1064	40.9636	29.9189	79.7333	32.4509	35.9785	22.7829	9.0157	12.5673	36.3067
1982	1.5827	10.3400	8.6217	38.8933	45.9417	15.7731	37.6883	11.6069	45.3461	68.3513	14.7663	38.3921	28.1086
1983	18.6459	0.7124	5.4039	1.5518	19.3462	31.5582	35.4635	46.2078	25.7346	52.0271	31.0381	4.0512	22.6451
1984	39.2529	8.9024	13.4377	8.0406	32.5599	53.6923	94.4258	30.2579	54.6690	83.6506	6.6527	16.4949	36.8364
1985	9.7469	7.7771	18.1223	80.0097	115.9470	125.2904	95.5725	9.2405	30.6922	12.5433	7.9239	14.2633	43.9274
1986	7.8999	14.2582	3.7113	41.3515	28.4460	50.1097	28.1748	25.2703	21.9787	72.9973	21.8113	5.4545	26.7886
1987	15.3053	6.5892	3.8967	42.7325	50.0942	34.1984	56.8688	33.7709	93.2104	7.0158	4.5954	3.9757	29.3545
1988	13.4196	7.2630	17.4992	44.5478	32.1796	23.0661	111.9318	147.9360	39.0993	11.2481	3.5045	5.5610	38.1047
1989	11.4996	6.9592	0.9750	30.3171	23.5382	67.3479	18.8218	101.0674	6.1472	4.9490	9.3221	23.7296	25.3895
1990	9.8353	24.4411	11.9820	9.8791	33.7280	6.5884	14.1166	35.3005	53.0691	55.6389	8.9144	2.1080	22.1334
1991	7.9651	6.0150	3.9585	3.2358	24.5613	27.9430	52.9490	52.1876	63.8014	13.1681	15.2487	24.8197	24.6544
1992	50.6504	13.4497	9.0989	6.3618	21.7538	12.3287	26.5183	14.0737	14.1827	41.6974	6.3824	5.6356	18.5111
1993	22.5340	3.3139	1.4531	5.2443	7.9702	65.5214	21.9881	72.1459	68.8071	63.4615	26.3603	2.0325	30.0694
1994	4.3482	2.7895	4.7876	46.2130	70.9399	95.2583	27.2890	28.6889	16.7936	55.9359	4.4898	7.1085	30.3869
1995	2.3200	4.6967	4.4117	1.2617	18.4073	4.7911	51.2718	99.0349	9.2096	5.3292	9.8036	3.0916	17.8024
1996	0.8995	2.7869	2.0325	13.0214	17.9506	28.4271	24.1768	34.1743	132.4530	48.5785	5.2271	1.9509	25.9732
1997	5.1636	10.5228	24.3587	79.7393	67.9839	29.6459	35.6300	21.5804	24.1528	22.3186	20.1307	13.9029	29.5941
1998	1.5827	1.8359	3.2298	4.5696	7.5291	62.2238	17.2176	33.3092	162.4964	82.1039	7.6750	3.5371	32.2758
1999	1.0197	9.3384	23.8034	3.7594	18.1635	59.5399	27.9465	42.8055	55.8277	8.3942	4.7404	4.7207	21.6716
2000	6.1678	2.6024	3.1208	24.6137	25.7767	62.8641	9.1616	13.8449	29.0837	39.5680	12.8411	21.4285	20.9228
2001	4.2838	3.5002	7.6183	11.9820	24.0704	74.5911	78.0321	134.1843	130.2516	29.7541	9.8877	11.6695	43.3188
2002	41.6227	29.7549	2.5320	14.1380	14.9380	37.0428	58.9228	60.7904	91.2354	72.5801	32.9332	1.9097	38.2000
2003	25.8702	8.0303	3.1294	7.7763	22.5949	93.3907	148.6561	49.5398	69.6053	110.2650	6.7326	1.8213	45.6177
2004	15.7594	2.9560	33.8593	4.9241	45.9280	110.8641	42.0012	43.0973	70.5442	33.4379	3.8993	4.5344	34.3171
2005	4.4460	26.4135	3.6186	4.3070	19.2836	16.6975	102.3531	78.7565	40.3112	18.3197	7.1531	9.2731	27.5778
2006	3.5053	2.4058	3.5671	30.0296	64.4344	23.6549	141.8609	42.5115	194.5997	44.4818	16.3834	19.2226	48.8881
2007	11.8987	17.2142	7.3780	23.2451	22.4430	118.9802	135.7781	61.7560	22.4327	30.9299	22.6267	3.4761	39.8466
2008	3.2753	11.6738	4.3499	4.7061	17.0700	19.6398	95.3648	440.8512	78.6072	10.1898	4.4297	1.3252	57.6236
2009	4.9619	4.3207	4.9404	3.2907	29.5532	40.2143	29.4966	26.8221	48.9046	75.8348	15.9276	32.8594	26.4272
2010	18.6235	48.7553	2.3552	9.9255	8.8680	45.7212	239.5904	37.7878	42.0158	1.6368	1.3407	1.5947	38.1846
2011	0.4755	0.4086	0.4412	2.1235	0.4292	9.6903	89.4201	23.9880	76.7000	17.3584	1.0574	0.5768	18.5557
2012	3.6684	20.2818	12.7373	2.1372	17.1455	33.7778	73.0505	48.8737	99.1173	12.3339	7.0673	0.7347	27.5771
2013	48.2643	0.0790	0.2558	1.7252	33.2697	43.4192	105.9580	15.3345	80.7444	102.8028	58.4078	89.2365	48.2914
Media mensual	13.6300	10.4991	8.0049	21.0958	30.1513	45.4896	65.6479	57.6165	59.6198	39.2460	12.8628	12.0747	31.3282

Anexo 2. Temperatura media mensual para el período de años de 1979-2013 de los nueve puntos de referencia climática.

Temperatura media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 220-1006													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	13.0169677	14.7783036	17.6982258	20.69515	21.1932581	19.56825	20.9041935	18.549	17.8135167	17.9585968	14.2089333	13.6107258	17.5156932
1980	14.6630806	15.3281207	19.7054355	19.61025	23.4407903	20.048	20.4011613	20.3528065	19.5730167	17.1282419	14.54345	13.3438226	18.1908538
1981	10.7012419	14.2129821	17.8109355	19.7341333	22.1588226	20.5907	19.3277742	19.2789032	18.5441667	18.0984516	15.3179333	15.2930161	17.6063425
1982	15.3971452	15.5576607	19.7004839	21.7878	22.0394677	21.4386	19.3061935	19.0917097	18.3013833	15.8125645	14.6255333	13.0096935	18.0144904
1983	11.8634355	14.2905179	16.6899032	19.1092833	22.2780806	21.1941167	17.4652903	18.2277581	17.51975	16.1899355	16.6493833	14.3032097	17.1557712
1984	12.5959516	14.5506724	17.9712258	20.7573	19.1536129	19.0945167	16.8737742	17.6175484	15.8228167	17.904129	14.5396	13.9214032	16.7365123
1985	12.6467742	14.6528214	17.6345161	18.5648167	20.9890484	18.5762667	17.4512258	18.6896613	17.9055	16.7117097	16.28525	13.1527581	16.9473438
1986	11.8647581	15.770875	15.2252903	20.2076	20.7431613	18.98665	17.3074839	18.7496129	18.4091167	15.863129	15.36765	13.989	16.8677548
1987	12.6495806	15.3229643	17.3108226	18.4710333	19.805871	19.6874667	17.2925968	18.9485806	17.2862333	14.7735645	14.7845333	14.7321774	16.7584384
1988	12.2475323	15.5114483	17.3798226	21.2466333	22.0239839	18.9131167	18.8397742	18.1681774	17.5167	17.1008065	14.40845	14.9231452	17.3594522
1989	14.3190806	14.0962857	17.4685484	19.2604333	22.1544677	19.7646833	18.9832258	18.8020968	17.03695	15.6277419	14.6191667	13.4895	17.1542945
1990	15.204	15.4043571	17.9630968	20.4679333	22.3927581	19.6149333	18.9555645	18.6462097	18.9958333	16.0837258	13.00265	14.3886129	17.6066178
1991	14.2488387	17.1064107	19.5961613	22.5984667	22.7462742	19.2019167	17.8757581	19.2467258	16.0017	15.6993871	13.7708	13.8987581	17.6680411
1992	11.4550484	16.168069	18.050371	18.2569	20.5126613	19.8266667	19.2459839	18.5590645	16.5257	16.3545323	14.6554833	14.8821129	17.0428128
1993	13.6233065	16.3562857	17.6860645	20.6815667	21.0117419	17.7610333	18.7823548	18.0334677	16.5901667	16.6146774	15.29645	14.168371	17.2201973
1994	15.2048548	17.1750714	18.7488065	21.0641667	21.5841935	20.1027667	19.4309516	18.7917742	18.3622333	18.6502419	16.31135	14.3217258	18.3145932
1995	14.6539677	17.2613036	19.8472903	21.5146667	23.6987742	19.5277333	19.7224516	18.5923226	19.4867167	17.2625806	16.0141833	12.6950968	18.3568836
1996	14.0126613	16.0749655	16.3252581	20.41335	20.7206129	19.9669333	19.9482258	18.5561774	18.2898833	16.7834194	13.82355	14.4506613	17.4472486
1997	13.3371129	15.7181429	18.617	19.26675	20.7743065	20.2405167	19.708629	19.0865323	19.1489833	16.3134194	16.2567167	12.2542903	17.5625397
1998	14.4045	16.3725893	18.5069355	22.0062167	22.504871	20.9608667	19.8467258	19.1800161	19.0727667	16.4321774	16.44635	13.4442419	18.2655397
1999	14.9919839	16.082375	19.6280323	21.6288167	21.5271613	20.0737167	18.7523548	19.1924032	17.70285	14.0722097	13.23815	12.8345	17.4810151
2000	13.4431452	18.3791724	19.0389677	21.2289333	21.3277742	19.8580167	19.2161935	19.046	17.19745	17.4249839	15.3993167	12.7435806	17.849638
2001	14.6563871	16.7124464	19.2560161	20.2392333	21.0745806	19.2841667	20.3907903	19.7034194	17.1173	15.7256935	15.3664167	13.7239032	17.7770315
2002	14.8619516	14.2743036	19.4073065	21.0428667	21.1250645	20.4932667	19.691871	19.8649032	18.8110833	18.8757903	14.1573	14.3970806	18.1089288
2003	13.7256129	19.1031964	18.2408387	23.6712167	22.0417581	20.4428333	19.8299677	19.537	18.3490667	17.7709032	15.0775833	12.8193226	18.3672274
2004	13.3077903	16.2186897	18.4978871	20.0355	21.3133871	20.7879167	19.7838387	19.5652742	18.1749167	18.0577097	17.25705	12.7655323	17.9782445
2005	13.7280806	16.3097679	19.5603387	21.5312333	22.8835484	21.0532333	19.6697419	18.9303065	18.9685167	16.7853226	15.0548667	14.4935645	18.253389
2006	14.3841613	17.3230536	19.7649516	22.9191833	20.8214032	20.1775	19.4027903	19.5385645	18.40975	18.5407097	13.1014667	14.5363387	18.2464082
2007	13.9736774	16.8089821	19.0379839	22.3858167	21.5218548	20.3511167	19.825	18.5254516	18.6663	15.6122903	15.5859333	14.9875161	18.1049959
2008	15.3150968	16.7612586	19.2277419	21.5245667	21.5489516	19.4071667	19.7549032	18.9584839	16.23485	15.4100484	14.2962333	15.3255968	17.8189249
2009	13.6168226	16.587625	19.7169839	21.9718667	20.9560161	20.5951833	20.6257097	19.4132742	19.61735	16.3811774	15.30045	13.1000484	18.1564658
2010	13.2952258	14.37525	18.3604194	20.9264333	23.582	20.8059167	19.3181935	19.5729194	17.44005	16.0985161	14.3866833	13.5380806	17.660289
2011	12.9303065	15.6001964	18.0001774	20.4193	21.4790323	18.7021833	18.4110645	17.9991935	16.7674	14.4063548	13.1988833	12.6363065	16.7155452
2012	13.2374194	14.8446034	17.0779032	19.6058333	19.7863226	18.5191	17.8964516	17.8258871	15.64485	15.6213226	13.89165	12.9701129	16.4131544
2013	13.3036452	14.6500714	16.763371	18.9767667	19.9988871	18.3048333	18.4618548	16.9523387	17.11795	15.2732097	13.4806667	10.1798387	16.1247562
Total general	13.6251756	15.8792523	18.3290032	20.680629	21.5118429	19.8263395	19.1057161	18.8512447	17.8406519	16.5548364	14.8491448	13.6949613	17.5669705

Temperatura media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 220-1009

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	12.3428065	13.9778214	16.7898548	19.7307833	20.3009839	18.6469833	19.8073548	17.562129	16.6902667	16.9068226	13.3328667	12.7872903	16.5885493
1980	13.3392258	14.5671552	18.3069677	18.5554333	22.1361452	19.2300667	19.3162581	19.2508871	18.5757833	16.2749677	13.87965	12.464871	17.1678811
1981	9.65777419	13.4412679	16.6229677	18.75575	20.8747903	19.5485667	18.1124839	18.3723065	17.3675833	17.1924194	14.4038667	14.1135	16.5533205
1982	14.3248548	15.0092857	18.5006613	20.5491	21.2756452	20.597	18.1504677	18.2373387	17.36035	14.9491935	13.6296	11.8647419	17.0431
1983	10.9085161	12.8195	15.3899355	18.1457833	20.7171613	20.2271167	16.4214032	17.1810484	16.4816333	15.3519516	15.5866667	13.5127419	16.071637
1984	11.9714677	13.7469828	16.8793387	19.1093167	18.0471452	18.2272167	15.844129	16.6878387	14.7967333	16.9839194	13.7881333	12.9764032	15.757929
1985	11.9247258	13.8816964	16.6363387	17.47445	19.9539032	17.4439667	16.3460323	17.6488548	16.9643333	15.8536935	15.3874167	12.4694839	16.0071685
1986	11.1892097	14.5981786	13.9985645	19.1222833	19.666371	18.0335333	16.2018871	17.8210161	17.5384667	15.0611935	14.6140167	13.3620161	15.9296055
1987	11.7772581	14.3181429	16.4609839	17.5227667	18.9405161	18.87015	16.1035484	17.9633226	16.4198333	14.1398871	14.0964	14.0431613	15.8917027
1988	11.7924032	14.4028103	16.4890968	20.0733167	20.8397419	18.0610667	17.7343226	17.0975484	16.47965	16.1973548	13.4557833	14.1308226	16.4002623
1989	13.7682097	13.3981607	16.2577742	18.2070333	20.9584839	18.8509667	17.8628226	17.7639839	16.10075	15.0336452	13.89335	12.6955484	16.2500438
1990	14.1560484	14.2828036	16.9211613	18.95435	21.2927742	18.7367333	17.8634194	17.6587581	17.8591333	15.1741129	12.40615	13.5689194	16.5871247
1991	13.1543387	16.2653929	18.1285161	21.0966167	21.5415323	18.15825	16.7958871	18.3229516	14.9927	14.8902419	13.0829333	12.9697581	16.6171123
1992	10.4127742	14.951431	17.0473548	17.0357833	19.2303548	18.6724167	18.1150645	17.5564677	15.48725	15.3554032	14.0507	13.622	15.9631093
1993	12.8297581	15.2347143	16.4895161	19.3972167	19.9083226	16.7663667	17.7407419	17.1011613	15.5071667	16.1754839	14.8458833	13.4040484	16.2881945
1994	14.3688548	16.1568571	17.6136935	19.8744333	20.3439839	18.97825	18.4549032	17.7838871	17.36395	17.6910484	15.52325	13.8610968	17.3376164
1995	13.7079516	16.2866964	18.2892419	19.81465	21.941129	18.5456333	18.4828871	17.3344194	18.3772833	16.1553387	15.0702667	11.9024355	17.157474
1996	13.2598226	15.2797586	15.338629	18.98425	20.0207419	18.8517167	18.8114516	17.5381129	17.21545	15.8908065	12.96495	13.5782581	16.4786243
1997	12.5265968	14.8614286	17.2707581	17.8537	19.5763387	19.2905667	18.6736935	18.1556452	18.0288333	15.2688226	15.2129667	11.5215968	16.5219151
1998	13.1242903	14.9769286	17.5551129	20.2235667	21.3720645	20.0741833	18.8073548	18.0866452	17.8733667	15.4766129	15.5568667	12.8922581	17.1724329
1999	14.0938387	14.9248214	18.1189032	20.3123	20.5657258	19.0774167	17.6624839	18.3678387	16.7260833	13.4029516	12.3232333	12.0216613	16.4720589
2000	12.5302097	17.2184483	17.8035806	20.17875	20.2707097	18.863	18.1740161	18.1194032	16.3361667	16.6845645	14.6460167	12.061129	16.8989208
2001	13.7820323	15.6514464	18.1363548	19.4123333	20.0464194	18.2475833	19.3365968	18.6044194	16.19	14.6162581	14.4047167	13.0779194	16.798574
2002	13.8624355	13.7190893	18.4800645	20.1944	20.092	19.4397	18.4691935	18.8834355	17.7956167	17.7455	13.4864333	13.4838065	17.1592562
2003	12.996871	17.6330714	17.0137419	22.2378	20.9971613	19.4449333	18.6950968	18.3824032	17.0422833	16.6804032	14.1188833	12.1018065	17.2655753
2004	12.3403871	14.9817931	17.2566452	18.70835	20.0484516	19.71605	18.5731935	18.5855323	17.0606167	16.9639516	16.19945	11.9826452	16.866888
2005	13.008	15.1215	18.1045645	20.3759	22.0314677	19.9428833	18.6822742	17.7429516	17.9594833	16.0527903	14.2757667	13.5013065	17.2406767
2006	13.5006129	16.3867143	18.6325	21.4390667	19.6799194	19.11735	18.3245484	18.438371	17.2866167	17.4534839	12.2418833	13.3698387	17.1582274
2007	13.1595968	16.0577321	18.3043065	21.0757333	20.3976774	19.3260833	18.9230645	17.6501774	17.7256667	14.7196774	14.70605	14.2053065	17.185689
2008	14.4992419	15.6893103	17.6819677	20.5600167	20.4694516	18.3951667	18.724129	17.9708226	15.2743	14.5201774	13.2268333	14.3351452	16.783903
2009	13.0969677	15.7321607	18.524129	21.0029333	19.9680323	19.5991333	19.7129516	18.4950161	18.4801333	15.4238065	14.1697333	12.3699677	17.2147274
2010	12.2604839	13.8219286	17.4772419	20.051	22.6783387	19.7298667	18.4939194	18.661629	16.5852	15.3179677	13.7045833	12.8367097	16.8182151
2011	12.545371	15.4669107	17.6294032	20.1024333	21.1911774	19.0200333	18.5415806	17.9906935	16.8909833	14.679629	13.0908833	12.4710323	16.6375863
2012	13.0476613	14.7921552	16.7389032	19.14115	19.8184355	18.5979167	17.8794516	17.8820806	15.8241167	15.7892419	13.8341333	12.9207097	16.3586421
2013	13.3289194	14.26975	16.1908065	18.6596667	20.050871	18.2234833	18.2385806	17.0278871	16.97325	15.3222097	13.2990667	10.5090484	16.0135205
Total general	12.8168433	14.9701694	17.2308452	19.5409262	20.4926848	18.9300386	18.1164912	17.940771	16.9037438	15.7541581	14.0716967	12.9425424	16.6472604

Temperatura media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 220-1013

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	11.9251613	13.3424643	16.2278387	19.2757333	20.0292581	18.3432	19.223871	17.3140161	16.2509167	16.4508871	12.9683333	12.4035161	16.1631384
1980	12.4940806	13.7150862	17.3833387	17.8469167	21.0980484	18.8407	18.7186935	18.7863871	18.1674833	15.9702742	13.5098833	12.0442581	16.5574713
1981	9.26924194	12.9915536	15.7909677	18.0922667	20.0450323	19.2762333	17.6766935	18.0360323	16.9524	16.8147903	14.1059667	13.3920484	16.0502425
1982	13.6085968	14.4736786	17.2389032	19.7382667	20.9433871	20.1617167	17.7191774	17.9381452	17.0620667	14.5979839	12.9625667	11.1023226	16.4674123
1983	10.341629	11.7584464	14.2390484	17.0612833	19.614	20.0565833	16.2193226	16.9169032	16.2817333	15.2010161	14.8600833	13.0159032	15.4767384
1984	11.6285	13.2280345	15.9119516	17.9504	17.4593387	18.2203667	15.7002419	16.5098548	14.5620833	16.5381774	13.3337667	12.4798387	15.2969303
1985	11.5175968	13.2678036	16.1440968	16.9669833	19.5093548	16.9735167	15.9834194	17.4291935	16.90225	15.6457419	14.83115	12.1090968	15.617011
1986	10.9845323	13.597625	13.3038226	18.4798333	19.1465	17.7924333	16.0166613	17.5654355	17.4217833	14.7078065	14.18675	12.8656613	15.5053712
1987	11.2263548	13.4081429	15.7278065	17.0968	18.5259839	18.7213167	15.9283226	17.795129	16.20985	14.0012097	13.4305	13.5369194	15.4744534
1988	11.5034355	13.6933276	16.0242258	19.3764667	20.3038387	17.7747167	17.4171935	16.659871	16.07215	15.794871	13.0511833	13.5836129	15.9432801
1989	13.2560968	13.0389464	15.6800484	17.4462667	20.1469839	18.3694167	17.5303226	17.4746935	15.9229167	14.7458065	13.5631	11.9587419	15.7773014
1990	13.6144839	13.5644643	16.2412581	18.28065	20.5858548	18.4808	17.5159355	17.366371	17.3233333	14.5793226	12.24185	13.031871	16.0838137
1991	12.3265645	15.6163214	17.2583065	19.8686333	21.1647742	17.6663333	16.4282258	17.804	14.6292667	14.6786774	12.71945	12.3509839	16.0441781
1992	9.7353871	14.1437414	16.2282258	16.4465833	18.5592258	18.28205	17.5271774	17.1997097	15.1226833	14.8491452	13.6357833	12.7584355	15.3752951
1993	12.3511935	14.0977143	15.4162097	17.9300167	18.9110806	16.5937833	17.426371	16.8156613	15.0935333	16.0065323	14.7113667	12.748371	15.6836575
1994	13.793871	15.41825	16.7381774	18.75005	19.811629	18.3896833	17.9807742	17.3084839	16.9527833	16.9750645	15.04595	13.4915484	16.7258932
1995	13.1389194	15.3411607	16.7775	18.5818333	21.1749677	18.2859333	17.9099839	16.7474516	17.8086167	15.5945323	14.4561	11.2005645	16.4175027
1996	12.6154839	14.6989138	14.4009355	18.1112167	20.0435161	18.4076667	18.3944355	17.1765161	16.6503	15.3915	12.4429667	12.9310323	15.9404071
1997	12.0052097	14.2266964	16.3117258	16.9351833	18.9123226	18.9834	18.2887742	17.8647581	17.5964	14.825	14.4777833	10.9013548	15.9466137
1998	12.0602903	13.8409464	16.5886774	18.3733833	20.7803387	19.80825	18.4714677	17.6972419	17.2817333	15.1279032	15.1167333	12.6091129	16.4885904
1999	13.5502097	14.1454464	17.0840645	19.2672167	19.9585484	18.7424667	17.3507903	18.0639194	16.4800167	13.285871	12.0295	11.5518065	15.9667123
2000	11.9388548	16.13	16.8642903	19.4234167	19.6076452	18.5061167	17.7928548	17.8127742	16.3059167	16.2435323	14.0677333	11.828	16.3704699
2001	13.1138226	14.922375	17.1147742	19.1543	19.4425161	17.8501833	18.8078387	18.1221935	15.8410833	14.2026613	13.8121	12.4082903	16.2387164
2002	13.271371	13.3234107	17.5945323	19.9627	19.7110323	19.0288833	17.9206935	18.3355806	17.4351667	16.9508065	13.1285167	12.7069516	16.6326945
2003	12.6919677	16.4925714	15.7640484	21.1779833	20.4043226	18.92265	18.1785	17.8617419	16.4462833	15.9979516	13.53055	11.7539677	16.5927219
2004	11.594871	14.0105172	16.6332581	18.1195	19.4605161	19.0653	18.0075484	18.1596935	16.5202167	16.5836129	15.31205	11.5536129	16.253015
2005	12.5866613	14.1705536	16.9958065	19.3635167	21.5335484	19.1849833	18.3464194	17.2793871	17.5462667	15.7475323	13.9181667	12.797129	16.6329986
2006	13.1095645	15.9070536	17.8992903	20.6731667	19.1174355	18.7937167	17.8019355	17.8301452	16.7990333	16.8267097	12.0279667	12.4622742	16.6046082
2007	12.6401774	15.5364286	17.6224194	19.7994667	19.8918065	18.7627667	18.4157742	17.3955968	17.4607667	14.5538226	14.2115667	13.6164355	16.6582849
2008	13.7928065	14.5971207	16.7366452	20.0523667	19.9136613	17.9701333	18.2290806	17.528871	15.0092	14.4386774	12.5448333	13.4905968	16.1985055
2009	12.8322903	15.1456429	17.6022903	20.0695333	19.4854032	19.2233667	19.1066129	18.0701613	17.9525	14.9163871	13.3353333	11.7257419	16.6230288
2010	11.4093387	13.3644643	16.6603226	19.0459667	22.2561935	19.1753833	18.360371	18.3914355	16.3807	14.9425645	13.3558167	12.4454677	16.3325411
2011	12.934629	16.068	18.2454194	20.6928	21.9308226	20.5425	19.7295323	18.9172419	18.1652167	15.9086613	13.7362833	13.2194194	17.5108644
2012	13.723871	15.5268276	17.3860806	19.7925833	20.7973871	19.9293667	19.0734355	19.0556613	17.1564333	17.0918226	14.7762667	13.4775806	17.3188484
2013	14.0558548	14.7684643	16.5735645	19.0774167	21.4493226	19.7188167	19.5025323	18.0542419	17.9497667	16.6753871	14.0451667	11.5542742	16.9618425
Total general	12.3612263	14.3314105	16.4688535	18.80802	20.0493028	18.7098495	17.8485995	17.6938429	16.67751	15.5103498	13.6995176	12.4887641	16.226543

Temperatura media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 223-1013

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	12.4408226	13.9506429	16.8305645	19.9508333	20.6312903	19.1061333	20.1059516	18.1076613	17.2010167	17.2770806	13.3778333	12.8535484	16.8365671
1980	13.0670645	14.2705	17.8670323	18.3047333	21.8099516	19.7144833	19.5731935	19.5922581	18.9103667	16.6729355	14.0167667	12.6498871	17.2143087
1981	9.48724194	13.5362143	16.2386935	18.73195	20.7734516	20.0999	18.5019677	18.8652742	17.7651667	17.5242903	14.63095	13.9668548	16.6902575
1982	14.0212258	14.907375	18.0015484	20.3871833	21.5867258	21.1946333	18.4705968	18.7524032	17.8951333	15.3784032	13.5238833	11.6459516	17.1534082
1983	10.7745806	12.2511607	14.6179032	17.2596167	20.3695323	20.7908833	17.2931613	17.9538226	17.3216167	16.0211935	15.6674833	13.6136129	16.1758315
1984	12.0880484	13.6170172	16.5134677	18.4824167	18.0716935	18.9196	16.5438226	17.506371	15.30105	17.3062258	14.0359333	13.0926452	15.9613497
1985	11.7652742	13.826625	16.800871	17.6001667	20.1894516	18.1405	16.9614032	18.4124194	17.7861	16.4160484	15.3959667	12.5921935	16.3345068
1986	11.4627258	14.3115179	13.6907258	19.07185	19.8748226	18.7602333	16.877371	18.4352581	18.1720667	15.5688387	14.9130167	13.3730161	16.2082274
1987	11.5072903	13.9484107	16.2049194	17.6711	19.3177581	19.6653	16.9640323	18.7851935	17.1525833	14.9103871	13.9670667	14.0401613	16.1859151
1988	11.9487258	14.346069	16.5632903	19.90425	20.8350161	18.6352167	18.3083065	17.6065806	17.0629	16.5457097	13.6107333	14.0951129	16.6268142
1989	13.7936935	13.4223393	15.8992742	18.0427833	20.9320161	19.2876	18.3556129	18.1955484	16.689	15.2565968	14.1241167	12.3508548	16.3792384
1990	14.2620484	14.0719286	16.8942581	18.67815	21.3582742	19.2616167	18.3178871	18.134371	18.1851667	15.1965161	12.71125	13.5054839	16.7310507
1991	12.8046129	16.1235357	17.7246935	20.47135	21.6252742	18.51305	17.4529355	18.7050161	15.5646667	15.4514839	13.2399	12.9069032	16.7176068
1992	10.1397742	14.7848103	16.9150323	17.0931167	19.328629	19.2951833	18.459871	18.1591129	16.0715167	15.6842903	14.1653667	13.4282097	16.128627
1993	12.9047097	14.6630714	15.8963387	18.6461333	19.7384677	17.38305	18.5164355	17.706129	15.98835	16.6439355	15.2079167	13.3143871	16.3935945
1994	14.1564677	15.8776786	17.0905	19.4149833	20.4635645	19.2885833	18.9314355	18.1522581	17.6876167	17.6804516	15.576	13.9085	17.3574493
1995	13.5740806	15.9130536	17.2938548	18.9916833	21.927871	19.13745	18.9709194	17.8221613	18.8232167	16.3627419	15.0357167	11.7744516	17.1362082
1996	13.0379839	15.0495862	14.7480161	18.4962667	20.7292258	19.3149667	19.2947903	18.080129	17.6750333	16.1618871	12.9634167	13.3569355	16.5781598
1997	12.307	14.7265357	16.9517581	17.6099667	19.7442419	19.9651833	19.2295161	18.7135161	18.2733333	15.5493548	14.9745667	11.0383548	16.5933712
1998	12.4435806	14.2630536	16.8836129	19.0942	21.2259355	20.6072833	19.4628226	18.6845161	18.2968167	16.0429677	15.85695	13.0473065	17.1685918
1999	13.9720645	14.6422143	17.6421452	19.9952833	20.7873065	19.5243667	18.2301935	18.827371	17.3757667	13.8913548	12.5610333	11.8337258	16.6147521
2000	12.3545968	16.7993621	17.2353387	19.9393833	20.3565806	19.4845667	18.7295161	18.568871	16.8987167	16.7761129	14.4969833	12.0023548	16.9631025
2001	13.5565323	15.5313214	17.5753387	19.6819333	20.2748871	18.5306667	19.6426613	18.9345806	16.5995333	14.9982581	14.5514667	12.7793226	16.8942301
2002	13.7429516	13.7035357	18.1715161	20.5372667	20.3434839	19.8567833	18.7580161	19.1292097	18.2338667	17.597871	13.6027667	13.1805	17.2582178
2003	13.2146613	17.0455536	16.3558226	22.0118333	21.1848387	19.7713	19.0804677	18.8439355	17.4740333	16.772	14.1390667	12.2054516	17.3329726
2004	12.2102903	14.5017069	17.1432258	18.8142333	20.2036935	19.8941333	18.8642581	18.936871	17.5064333	17.1265	15.8584333	11.9682419	16.9201967
2005	12.9410645	14.7736071	17.5705806	19.8882167	22.0455484	20.17125	18.9341935	18.2241452	18.3353333	16.3252742	14.43065	13.3500323	17.2590151
2006	13.3607419	16.4240179	18.4417419	21.1455833	19.8675968	19.5496833	18.6899839	18.8235161	17.6698	17.6360484	12.5373	13.0085323	17.2647027
2007	13.0727581	15.9890357	18.2869355	20.5213833	20.6254839	19.514	19.2888548	18.1331774	18.3796833	15.0797258	14.7752	14.0512419	17.3098205
2008	14.1281774	15.0477241	17.1188871	20.5344	20.5810645	18.6686333	18.9721452	18.2974194	15.9599833	15.1639194	13.22755	14.0669677	16.8204563
2009	13.2070968	15.6313929	18.1321774	20.64095	20.160129	19.9916167	19.9856129	18.9332258	18.7845	15.5701613	13.7185333	12.1813871	17.2466041
2010	11.9102581	13.8337143	17.047629	19.9319167	22.8208065	19.9359667	19.0575	19.2718871	17.1059	15.4898548	13.9086167	12.5379677	16.9206274
2011	12.1905323	14.9254643	17.1896774	19.5520167	21.0209677	19.5624333	19.5914194	19.0532258	18.0821167	15.5659839	13.1120333	12.6635323	16.8841274
2012	13.0490484	15.1543276	17.0651129	19.1953167	20.3769032	19.5172333	19.0704839	19.3225161	17.1119167	17.0515323	14.5850667	13.0071129	17.0464085
2013	13.6588387	14.1246071	15.5325484	17.5982833	20.9100645	19.45185	19.4923548	18.19	18.0186	16.4793065	13.9179	11.1414194	16.5551466
Total general	12.7016161	14.7434328	16.8610009	19.254021	20.6312157	19.4430095	18.6565627	18.5102843	17.4673971	16.1478641	14.1833552	12.8723475	16.7959711

Temperatura media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 223-1009													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	12.5604839	14.2140179	17.2487581	20.1445833	20.7844516	19.3330833	20.5454516	18.3675484	17.6007667	17.818629	13.6190667	13.1722903	17.1351877
1980	13.7583065	14.8943103	18.7547258	18.86795	22.6837097	20.0858	20.1232903	19.963129	19.2253333	16.8695323	14.2645833	12.9847258	17.7172268
1981	9.81577419	13.8438929	16.9163065	19.1936167	21.430371	20.3765833	18.9336774	19.1336613	18.1369333	17.8194839	14.9005333	14.5624677	17.1036247
1982	14.513371	15.1364821	18.9383226	21.0525167	21.6418065	21.6172	18.9361129	19.0702742	18.1150333	15.6286452	14.0575333	12.2829516	17.590263
1983	11.1650645	13.2266786	15.6732742	18.4208667	21.2942419	21.0690333	17.4574839	18.1715	17.5128833	16.1198871	16.2852333	13.9304032	16.7045342
1984	12.1479677	13.9888966	17.3140645	19.6193833	18.6290968	18.9823333	16.7307903	17.6568226	15.5265333	17.5870484	14.3288667	13.5194032	16.3402527
1985	12.1359677	14.2185	17.1228548	18.00025	20.5532742	18.4986667	17.2520968	18.665629	17.9001167	16.6509839	15.9727	12.8074516	16.6578247
1986	11.598871	15.0117143	14.343871	19.5945333	20.2522097	18.92155	17.1174194	18.7047097	18.2527667	15.7793387	15.1801167	13.7447581	16.5385575
1987	11.956129	14.5537321	16.689	17.87215	19.661	19.87735	17.1226774	19.0031129	17.38585	15.0101452	14.4115	14.2726935	16.4905959
1988	11.9964677	14.8541724	16.8631129	20.5971167	21.3838226	18.89335	18.5770161	17.927129	17.37395	16.8833065	13.97225	14.512629	16.9899426
1989	14.1281129	13.6588214	16.5943871	18.6781333	21.6543871	19.6993667	18.7388548	18.4779677	16.97955	15.5821774	14.2464	12.7835968	16.7871082
1990	14.634	14.658625	17.4364194	19.3759833	21.9458387	19.5633667	18.6901129	18.4275968	18.6104167	15.5622097	12.85085	13.8472742	17.1487863
1991	13.4504355	16.5873571	18.6183548	21.6217333	22.0677097	18.9271667	17.6924839	19.0417903	15.8223833	15.6070323	13.5543667	13.3162097	17.1940548
1992	10.6261774	15.3695517	17.5176129	17.67635	19.9379839	19.6565	18.8647419	18.5069839	16.3983833	16.0308387	14.3640167	14.1802419	16.5961107
1993	13.2226452	15.5986786	16.8700645	19.8122833	20.4930806	17.4820167	18.8001452	17.9359516	16.3547667	16.6799839	15.2234167	13.8231129	16.8644164
1994	14.6789032	16.5757321	17.8977258	20.4479167	21.0495	19.7798	19.2327903	18.5777581	18.0625667	18.2343871	15.979	14.1019839	17.8881192
1995	13.9235645	16.5533214	18.5532258	20.50885	22.9067097	19.3383	19.5049032	18.3327097	19.2996333	16.8935161	15.5501	12.2051129	17.7981137
1996	13.5211935	15.4331379	15.4531452	19.4155333	20.9661935	19.7334667	19.6946129	18.3499355	18.0831167	16.5430484	13.3938333	13.8522903	17.0386134
1997	12.7002258	15.1600179	17.6178387	18.40215	20.2850484	20.2122	19.6505806	18.9772258	18.6967	15.9034355	15.50635	11.567629	17.0596274
1998	13.3305	15.2446071	17.5445484	20.5524167	21.8380161	20.9440667	19.7460968	19.0625323	18.7177167	16.2906774	16.1883333	13.1979839	17.7267014
1999	14.3060323	15.2180893	18.6732581	20.9865833	21.2479355	19.7588667	18.5175645	19.0415806	17.5738333	14.0280968	12.8608667	12.3212419	17.0512822
2000	12.8611774	17.7132759	18.0320161	20.7122833	20.9443387	19.7384833	19.1112258	18.874	17.0175833	17.0455	14.9630833	12.2773871	17.4320847
2001	14.0294355	16.0322321	18.5179839	19.92965	20.7836129	18.8564167	20.0418548	19.3256613	16.7942167	15.3809516	14.9448833	13.3056774	17.3358849
2002	14.2117903	13.737	18.8451613	20.6919167	20.7364516	20.16795	19.2244677	19.5738226	18.4969	18.1857742	13.8524333	13.7826129	17.6500671
2003	13.3004516	18.034375	17.3836129	22.8275333	21.6235806	20.14865	19.4630968	19.2637097	17.8479833	17.3075968	14.5966667	12.4605806	17.8423808
2004	12.6122258	15.3472931	17.7315806	19.3532333	20.6038548	20.3988	19.2705645	19.1967903	17.8449167	17.474871	16.6436833	12.2329677	17.3909809
2005	13.2163871	15.4329643	18.500871	20.71735	22.3495806	20.89405	19.2281129	18.6302742	18.6725167	16.5517419	14.6656	13.8863387	17.7366329
2006	13.6288871	16.7206429	19.0805645	21.8874167	20.2355645	19.9236167	19.1462258	19.2646935	18.0555	18.1483548	12.7029	13.6819677	17.7096849
2007	13.3982258	16.3066607	18.6780968	21.6955667	21.0772581	19.9652167	19.6064516	18.3936129	18.5448833	15.2929839	15.1454833	14.5388065	17.7196425
2008	14.664629	15.8788448	18.0582097	20.863	20.9753871	18.9462667	19.2915	18.5871774	16.1909167	15.1732258	13.8239333	14.7165323	17.2696079
2009	13.2517097	16.05425	18.9140645	21.4053333	20.6724194	20.3542	20.4687097	19.2868065	19.2274667	15.9596774	14.36565	12.5804355	17.7130055
2010	12.5129355	13.995875	17.7089194	20.4460167	23.0713226	20.2617	19.1672419	19.5143871	17.3033833	15.8567419	14.1581167	12.951	17.2636164
2011	12.1409032	14.7795	17.0293548	19.43835	20.883129	18.6949333	18.6939677	18.185629	17.08135	14.7208387	12.8332	12.2167742	16.3979438
2012	12.759	14.5982069	16.7220968	19.0085667	19.7967903	18.6155333	18.1673548	18.1349032	16.2119667	16.0564194	13.90565	12.5811452	16.3834658
2013	13.176129	13.91025	15.6402419	17.6376667	19.7498871	18.4421833	18.5776774	17.2528548	17.26235	15.5175645	13.42095	10.2660806	15.9122603
Total general	13.026688	15.2166284	17.5281041	19.9272795	21.034559	19.661659	18.8967816	18.7108535	17.662319	16.3484184	14.4780614	13.2132788	17.1478569

Temperatura media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 226-1006

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	13.5177419	15.2979821	18.2160968	21.5733667	22.3256452	21.0419	22.4283871	20.2658065	19.47165	19.5958871	14.6834	14.2253065	18.5733534
1980	15.0529677	15.6900517	20.1483871	20.2014667	24.260629	21.9303833	21.9387742	21.7234839	20.6797	18.4197903	15.2289167	14.2744194	19.143709
1981	10.907629	14.8411071	18.292871	20.7163667	23.0943871	22.1619667	20.906629	20.9549516	19.9770833	19.2872097	16.1928	15.8894355	18.6200658
1982	15.8318065	16.0558929	20.4798871	22.5196667	22.5679839	23.3761	20.9036935	20.8098387	19.78755	17.1715484	15.4316667	13.5563226	19.0519671
1983	12.3722097	14.7402321	16.8737581	19.8118833	23.1642258	22.7987333	19.4825161	20.0409677	19.4808167	17.4943387	17.6957333	15.0682258	18.2622603
1984	12.8726129	14.7247414	18.8528065	21.57225	20.6255645	20.6752	18.6275	19.2974677	17.2082	18.971129	15.4005333	15.0153871	17.8274303
1985	12.9742419	15.3933036	18.783	19.5217	22.0622742	20.2989333	19.1024677	20.495371	19.7958	18.2296452	17.31155	13.907629	18.1672479
1986	12.6607903	16.2981964	15.9159355	21.0172833	21.9625645	20.5848167	18.9900323	20.569871	19.77425	17.1259677	16.3446167	14.6486452	17.9892233
1987	12.9870968	15.4705357	17.8634032	19.0702833	21.0813871	21.5128167	18.9676613	20.7229677	19.1447	16.3784516	15.4005667	14.851371	17.7957493
1988	12.5045	16.0775862	18.0226129	22.0476	22.9748065	20.64605	20.5725	19.6975806	19.3289333	18.3764516	15.2998667	15.5630645	18.4289085
1989	15.1989355	14.7143214	18.3794516	20.2542333	23.3338065	21.63275	20.5765968	20.210629	18.7847167	16.8544355	15.05595	13.6819516	18.2442205
1990	15.8593387	16.0322679	18.6869032	20.9415333	23.4495323	21.1712667	20.5396129	20.1350161	20.20165	16.9518548	14.0841	14.7797742	18.5844466
1991	14.5579355	17.548875	20.2551613	23.31605	23.8638387	20.6431	19.422871	20.6974839	17.5965333	17.1693065	14.61635	14.3188065	18.6722658
1992	11.5342903	16.9226552	18.5766613	19.4688333	21.7554355	21.5676167	20.6439516	20.3149677	18.13235	17.3239194	15.1277833	15.5948065	18.0812008
1993	14.4637419	17.0120357	18.3962097	21.59655	22.2785484	19.16015	20.578371	19.7536613	18.1569833	17.6552742	16.0934167	14.7172419	18.3279027
1994	15.5927903	17.7589464	19.1547258	21.8521167	22.7279032	21.6314	21.0172742	20.1708387	19.7146	19.7104194	17.3091333	14.9627903	19.3038548
1995	14.9393548	17.5552857	20.0872258	22.2889333	24.8430645	21.3108167	21.4631129	20.3480968	20.7645	18.5644194	16.8748833	13.1222742	19.3510027
1996	14.4705	16.5323621	16.9723065	21.0727167	22.7919194	21.5780833	21.6055968	20.115871	19.8925	18.0442581	14.6528333	14.6391935	18.5332008
1997	13.4873871	16.2257321	19.1852742	20.0208667	22.0335484	21.8581	21.6190645	20.8072581	20.4362333	17.513	16.6734333	12.4408871	18.5305712
1998	14.8922742	16.2850893	18.4711613	22.0841	23.3227742	22.70205	21.5670161	20.9505484	20.5298	17.8378226	17.6590333	13.8612581	19.1869055
1999	15.3731935	16.5693036	20.2449355	22.4824833	23.0301129	21.4535667	20.3524032	20.7755323	19.4633667	15.4483548	14.1994167	13.3045161	18.5652219
2000	14.1125484	18.8080172	19.7348226	22.1654333	22.568	21.6012	20.8614194	20.5282742	18.7654833	18.0756774	15.9759667	13.2168226	18.8598347
2001	15.0334355	17.3279821	19.9149032	21.1110667	22.3133548	20.6401167	21.6166613	20.9261129	18.1929833	17.0421935	15.8250667	13.9909194	18.669111
2002	15.4100806	14.4970357	20.1164677	22.2922167	22.4816613	21.9220667	20.9211774	21.2951774	19.9991833	19.6038226	14.83425	14.6292258	19.0288616
2003	14.1365645	19.6003393	18.9792581	24.5433167	23.1363871	21.7002667	21.1686129	20.9758387	19.60715	18.6810484	15.8912333	13.4062258	19.3043027
2004	13.6076129	17.0111724	19.1530484	20.76145	22.202129	21.9206667	21.0604516	20.6890484	19.3696	18.8159677	17.6512	12.9975806	18.766974
2005	14.192371	16.6494821	19.9423065	22.3367167	23.7995484	23.0251167	20.8071613	20.7211452	20.58795	17.8749355	15.8527667	15.2464677	19.2612712
2006	14.6563871	17.8965536	20.582129	23.3976	21.8501774	21.9151667	20.9920161	20.8240968	19.7756833	19.7020968	13.9724833	14.8302258	19.2040616
2007	14.2598548	17.0236071	19.533129	22.9950333	22.4814194	21.4806333	20.8989516	19.9299516	20.1132833	16.9101129	16.4974	15.4519355	18.9662397
2008	15.5049032	16.9903276	19.9682581	22.1906	22.6755484	20.3601167	20.900371	20.0411129	17.9537833	16.573871	15.2479	15.8637581	18.695776
2009	14.0794355	17.3635357	20.0513387	22.9182	22.2134516	22.0327167	22.1533226	21.0586613	21.0060167	17.3303065	15.69705	13.341129	19.1037137
2010	13.4905323	14.4385536	18.7418871	21.3756167	24.2554677	21.8612333	20.8543065	21.2769677	18.9167833	17.3680968	15.3312333	14.1257903	18.5269315
2011	13.4232097	16.3820179	18.9620806	21.1124667	22.7326129	20.3797167	20.5305968	20.0786935	18.6515667	16.1791935	14.1104333	13.6976613	18.0275274
2012	14.2370323	15.9805517	18.5577581	20.97465	21.526129	20.4031833	19.9512581	19.8227097	17.8997833	17.5617258	15.3995	13.6214839	17.9982801
2013	14.3560484	15.5380893	17.3701452	19.6279333	21.6330484	20.4233333	20.4955161	18.7770968	19.07505	17.143629	15.004	11.2013387	17.5596096
Total general	14.0728959	16.3800233	18.9561802	21.4637881	22.6691111	21.4114667	20.7005101	20.4515171	19.3781776	17.7996046	15.6750419	14.2298249	18.606004

Temperatura media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 226-1009

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	12.758129	14.445375	17.4932097	20.5716833	21.2730968	19.9759333	21.2874839	19.0991613	18.3520333	18.499629	13.88025	13.4717097	17.6115685
1980	13.9820645	15.176431	19.0005161	19.1535667	23.0748226	20.8526167	20.7862581	20.5417419	19.6984	17.4169839	14.6068833	13.3760806	18.1502541
1981	9.96164516	14.1162679	17.1455161	19.5654167	21.9653226	21.0257333	19.6612258	19.8696935	18.8177833	18.2541129	15.3202167	14.8875323	17.5650041
1982	14.7322419	15.2803393	19.4029032	21.3399667	21.9590645	22.3988167	19.5644355	19.7710968	18.7607667	16.2264516	14.4472167	12.5938226	18.0493233
1983	11.3595484	13.5157321	15.8922581	18.74015	21.8416935	21.7695	18.3485161	18.9217419	18.3451833	16.6465484	16.7718667	14.2405968	17.2110123
1984	12.2605	14.1190517	17.6799032	20.0945833	19.2960968	19.6712	17.4710968	18.3750323	16.1067667	17.9578065	14.6571167	13.9461774	16.8085451
1985	12.2590484	14.5370357	17.5024839	18.4045333	21.0647419	19.177	17.9779032	19.4560645	18.7517	17.2718065	16.2956167	13.0444677	17.1555466
1986	11.8813226	15.294375	14.7461452	20.01505	20.8263548	19.6127167	17.7817581	19.4441935	18.7691667	16.3404032	15.5637667	14.0093387	17.0218589
1987	12.0718065	14.7705179	16.8367581	18.1168833	20.0912581	20.4964333	17.8551935	19.7126129	18.06685	15.6409355	14.7224833	14.3146774	16.8982863
1988	12.0805	15.1049138	17.1459839	20.9992833	21.8042097	19.54725	19.334629	18.6268226	18.08995	17.4968387	14.3270833	14.779129	17.4488005
1989	14.3710323	13.9256071	17.0945968	19.1815333	22.1838065	20.4542333	19.3740161	19.0770323	17.7865167	16.021	14.4376167	12.8517903	17.2490014
1990	14.9265323	14.9361786	17.7988065	19.7154667	22.3980968	20.2033333	19.3277903	19.0116613	19.1941833	15.991129	13.3226667	14.0635645	17.5899384
1991	13.5797419	16.7264286	18.9540161	21.95845	22.548	19.5600667	18.3755323	19.616	16.5327167	16.1931452	13.8421833	13.4254355	17.6125767
1992	10.6537258	15.6686379	17.7785968	18.2403333	20.4591129	20.5079833	19.4565968	19.2221452	17.1026833	16.5195645	14.5402667	14.5339194	17.0586393
1993	13.5129516	16.0422321	17.1176129	20.1571667	20.9437742	17.9983667	19.5093387	18.6277903	17.0914167	17.159629	15.5617	14.1004355	17.3248205
1994	14.9136129	16.8901786	18.1016935	20.7541167	21.6160484	20.4370833	19.9135968	19.1602097	18.6648667	18.7431774	16.3900667	14.2772742	18.3254877
1995	14.0626129	16.6987679	18.8488871	20.8600333	23.4744516	20.21385	20.241	19.1220161	19.9488167	17.5602581	15.9619	12.3716935	18.2827726
1996	13.6774194	15.6483276	15.6192097	19.8954	21.6708871	20.5288667	20.5358548	19.0239194	18.85895	17.0150323	13.7439	13.9066129	17.5123825
1997	12.6944032	15.3169643	17.99	18.8297167	20.9	20.9719667	20.4464839	19.747629	19.2635167	16.4343548	15.6854	11.5588226	17.4912753
1998	13.482129	15.2798929	17.5023226	20.5903667	22.1132581	21.7051833	20.5021129	19.8218065	19.4218833	16.93	16.73065	13.2903387	18.1210425
1999	14.4029516	15.3722321	18.9639677	21.4645167	21.8539516	20.3838167	19.2150645	19.6227903	18.4005	14.4976452	13.1933167	12.4759516	17.4950384
2000	13.1574032	17.9496379	18.3275484	21.0938167	21.526871	20.5066667	19.7866129	19.4382903	17.7417333	17.3958387	15.2208667	12.4639194	17.8754727
2001	14.2589839	16.3807143	18.7345	20.2323667	21.2648387	19.4260333	20.6313065	19.855629	17.3078167	15.9876935	15.04965	13.4522258	17.7229493
2002	14.4711935	13.9279821	19.092871	21.1876333	21.3229032	20.8230333	19.7135323	20.1166613	19.0032	18.4929839	14.0847667	13.8455645	18.0319712
2003	13.5025968	18.3795	17.6665645	23.3093833	22.1991452	20.6440333	20.0800645	19.8796129	18.4525333	17.750129	14.9284833	12.6866613	18.2777178
2004	12.7306452	15.6421207	18.0535968	19.82855	21.1648065	20.89505	19.8974839	19.5799032	18.3743167	17.8107581	16.83725	12.4099032	17.7670396
2005	13.3903065	15.6884464	18.7662903	21.0296333	22.7969677	21.6875	19.6603871	19.4407581	19.4382333	17.0266935	15.0760167	14.3953065	18.2082082
2006	13.7831452	16.9618393	19.5146935	22.21955	20.7589677	20.6321333	19.7703226	19.8277903	18.6758667	18.617629	13.1437333	13.7864677	18.1449301
2007	13.5214677	16.4458036	18.8572097	21.9873167	21.5095645	20.4389333	19.9594032	18.9170645	19.3033667	15.9469516	15.5542667	14.7123387	18.0962822
2008	14.7764677	16.113569	18.3776452	21.2078	21.4586129	19.3565833	19.8247419	19.1503387	16.9011	15.7137581	14.2704167	14.9143871	17.6777732
2009	13.5341452	16.3841786	19.2002742	21.772	21.272629	20.9245833	21.0946129	19.9622581	19.80895	16.3469839	14.6302333	12.7235323	18.1397192
2010	12.5647581	14.0044643	17.8101452	20.59565	23.4160323	20.7104833	19.7800806	20.2697097	17.8962167	16.4041613	14.5525667	13.2550161	17.6253959
2011	12.4280161	15.5179286	17.936871	20.04165	21.5757903	19.6286667	19.6715806	19.2187258	17.9195167	15.5111452	13.3238167	12.8533387	17.1423863
2012	13.3543065	15.1543103	17.4392258	19.9178333	20.5995161	19.5012333	19.1235645	19.0159839	17.1654833	16.9288548	14.6450833	12.9191613	17.1507186
2013	13.6338871	14.5271071	16.1822258	18.1477167	20.6031774	19.4211	19.5231452	18.1647097	18.2135667	16.3175323	14.0511667	10.653129	16.6278836
Total general	13.2208926	15.485322	17.8450014	20.3205462	21.5665106	20.345371	19.5852207	19.3916742	18.34933	16.8876447	14.8391567	13.4454378	17.6133911

Temperatura media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 226-1013

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	12.6345806	14.120375	17.1722258	20.1927	21.0358226	19.7156833	20.796871	18.6827581	17.921	17.9317581	13.5954333	13.0614839	17.2572479
1980	13.3245806	14.6228621	18.2154839	18.53455	22.3380484	20.3601833	20.2697903	20.1927258	19.3561	17.177371	14.29305	12.9760645	17.6494413
1981	9.60420968	13.7748393	16.4434194	19.0718667	21.1481452	20.6553	19.1900968	19.5164355	18.3895	17.9802742	14.99005	14.2368226	17.0975301
1982	14.1991935	15.1332143	18.4629355	20.7238333	21.7991129	21.94275	19.0140323	19.4146613	18.482	15.9514194	13.9508167	11.9955806	17.5963205
1983	11.0065645	12.527625	14.9142097	17.4587167	20.8286452	21.3381	18.0463065	18.5585968	17.9994833	16.5000161	16.0386333	13.8565	16.605089
1984	12.2005	13.7377586	16.8587903	18.8767667	18.5937581	19.52265	17.1545645	18.1158226	15.8414167	17.6470484	14.3614	13.4097581	16.365709
1985	11.8925484	14.0930179	17.1311613	18.0092833	20.7075161	18.8010333	17.5841129	19.0728548	18.5014667	16.988629	15.7873167	12.8140484	16.7931356
1986	11.6692258	14.6925	14.0602419	19.35225	20.3691935	19.3777	17.427871	19.0519355	18.5837833	16.1076774	15.2189333	13.5736935	16.6230822
1987	11.5903065	14.2663036	16.3428387	17.8049333	19.7133871	20.2235	17.6424355	19.368371	17.7289167	15.4365806	14.2028333	14.2321129	16.5544356
1988	12.1271774	14.6548103	16.7311452	20.31325	21.1649032	19.21295	18.9212581	18.2699516	17.6488833	17.1420484	13.95	14.3997097	17.0496831
1989	14.0694839	13.5145714	16.1004516	18.2763667	21.4720968	19.9568167	18.8846613	18.6303226	17.4379167	15.6552903	14.1443	12.4275	16.7323397
1990	14.5314355	14.3247143	17.2485645	18.9460167	21.8336935	19.7434667	18.8509677	18.6522097	18.6984333	15.6304355	13.13985	13.7607097	17.1306123
1991	13.0780323	16.3788214	17.9985806	20.8221667	21.9060806	19.0813167	18.1051129	19.1826613	16.1592667	15.9350968	13.4739833	13.0918065	17.103911
1992	10.2637419	15.058431	17.2208548	17.6369333	19.8614677	20.065	19.0365161	18.845629	16.6839333	16.2180968	14.3494	13.8076935	16.5891434
1993	13.1747581	15.0649107	16.1622903	19.1361	20.2609677	17.7485667	19.1677742	18.2405323	16.6467	17.0548065	15.56435	13.6201774	16.8296151
1994	14.4417258	16.189375	17.1960645	19.7740333	21.1032742	19.8317	19.5758548	18.7115645	18.2449	18.1558065	15.9754167	14.0031774	17.7723164
1995	13.7528065	16.0699643	17.6549516	19.1147833	22.3243871	19.7874833	19.7122903	18.6805484	19.48035	16.8458387	15.3609333	11.9289677	17.5620795
1996	13.1699516	15.2533276	14.9383387	18.9202667	21.2962258	20.0748833	20.1256452	18.6626935	18.4876833	16.6457903	13.2997667	13.5700323	17.0395997
1997	12.3265161	14.834	17.3602419	18.0479167	20.3643226	20.6069167	19.9051935	19.3063548	18.7655	15.9882419	15.20975	10.8279839	16.9662986
1998	12.4976613	14.3556071	16.7860968	19.3364667	21.4649677	21.2791333	20.0797258	19.3746774	18.9651333	16.6019355	16.27685	13.1546935	17.5244849
1999	14.0143226	14.8159643	17.941129	20.5463333	21.430129	20.1184333	18.8570161	19.2795	18.0619667	14.3406129	12.8532167	11.9679677	17.0273877
2000	12.6082419	17.1747931	17.4528548	20.4071167	20.9807581	20.1483833	19.4022581	19.1318387	17.4328333	17.2089677	14.6993833	12.1387742	17.3916257
2001	13.7926613	15.787625	17.8299355	19.98765	20.8051452	18.9771	20.1775323	19.4099839	17.065	15.5561613	14.74715	12.9169355	17.2616425
2002	13.9835161	13.9182321	18.4317258	20.8966833	20.8936935	20.4240667	19.1628065	19.6877581	18.6844833	18.0065645	13.74855	13.3315645	17.6184945
2003	13.5013387	17.4811964	16.8034516	22.4363167	21.8310484	20.2321167	19.6781129	19.4327097	18.0608667	17.3203387	14.50155	12.3889032	17.7973479
2004	12.4225161	14.7152069	17.4899677	19.2985167	20.733129	20.4322	19.4070806	19.2304839	18.0804	17.4619355	16.09615	12.1874032	17.2974508
2005	13.1337097	15.0814286	17.8806613	20.1547833	22.559371	20.9992667	19.2629194	18.8869194	19.0418333	16.8126129	14.7997167	13.8120806	17.7121767
2006	13.4344032	16.6747857	18.756871	21.4697	20.3425645	20.0739167	19.2841935	19.3983548	18.22035	18.0695161	12.8935833	13.123371	17.6474192
2007	13.1401774	16.1374107	18.5770645	20.9192333	21.1312097	19.9470833	19.6635806	18.6368387	19.0507333	15.6542581	15.0548167	14.2093871	17.6777849
2008	14.1978871	15.3403448	17.3697581	20.7103667	20.9747742	19.1114	19.5068548	18.8845	16.5340167	15.5198871	13.64495	14.2936613	17.1804891
2009	13.4227903	15.9809821	18.4691774	21.1349833	20.8237097	20.49805	20.6402581	19.5233548	19.2835667	15.9075323	13.98555	12.4082903	17.675563
2010	12.0298871	13.9236429	17.2144032	20.2682667	23.2394194	20.3861833	19.4942581	19.9134677	17.60605	15.9447097	14.2212667	12.7996935	17.2713041
2011	12.2350161	15.3706607	17.7448871	19.9656	21.2907419	19.9951167	19.8737581	19.4872742	18.2231333	15.7984516	13.26855	12.8392097	17.1816438
2012	13.2831774	15.2056724	17.3186452	19.7904833	20.7173065	19.82585	19.4087903	19.4630484	17.3362667	17.222	14.8726667	12.946629	17.2865301
2013	13.6590484	14.3925714	15.8372258	17.7800333	21.0292742	19.6628167	19.7669839	18.5415806	18.2526	16.5306935	13.97825	10.9640484	16.7106781
Total general	12.8689627	14.9913595	17.1461899	19.6032933	21.0962369	20.004489	19.2307853	19.0696834	18.0273276	16.5985258	14.4728119	13.0593267	17.1879231

Anexo 3. Datos de radiación media mensual para el período de años de 1979-2013 de los nueve puntos de referencia climática.

Radiación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 220-1006													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	16.9930219	17.5324843	21.112348	22.4317726	23.3503749	23.0955309	25.8900527	18.5118592	20.3755341	22.5924759	15.2187226	13.1867823	20.0419198
1980	15.9524074	19.3232929	23.9530686	24.6267141	22.6341159	25.7905597	25.4029101	21.9589687	20.6738155	17.6586024	17.3506218	14.9498834	20.8509166
1981	14.0141344	16.8750162	20.8384276	23.5455202	23.6820615	21.2153509	21.6755145	20.4330048	19.1095573	18.8054172	18.7118922	14.5228147	19.4605005
1982	17.8077716	18.6753588	24.3501785	22.866603	22.8243302	28.3041933	24.2577074	22.8559642	18.017096	18.2349885	16.0315927	13.9038209	20.6870471
1983	13.7828054	21.5005509	24.4423422	28.2006363	24.8480538	27.4084937	15.4606465	20.1295359	15.8178132	17.8465354	17.9469056	16.1143168	20.2591293
1984	14.1048303	18.5735956	23.6579151	27.0733139	24.2502908	23.9698993	16.1512228	18.4021572	11.7332984	17.2906367	16.8249533	13.5530456	18.7879543
1985	16.0122577	17.7655621	20.7495157	21.8032039	26.7451005	20.3248388	19.69197	23.7523344	20.133266	17.9797126	18.6004372	14.130506	19.8197025
1986	17.0950294	21.4355001	25.2428187	24.3246307	23.0902933	23.0824466	19.9373345	22.5343911	18.7370413	15.418793	15.4145278	14.9671525	20.09264
1987	16.8971814	20.4064148	22.7685728	23.4880607	25.1575953	25.2210264	15.9137628	22.1005614	21.2363773	19.4717498	15.921855	14.2150388	20.2182398
1988	16.9645391	18.5032727	20.7236127	25.6494651	26.0358518	22.029968	20.9539084	16.8723177	20.8426976	19.6046182	15.3869528	16.5559982	20.0079335
1989	14.2462965	21.1452908	24.9845509	24.5088933	27.7981083	25.830056	22.4657451	19.7636333	20.6134348	18.9425975	14.2915447	16.5951487	20.9262041
1990	14.7102851	21.2967315	22.3237924	22.5977921	27.1983868	22.4004218	21.656858	21.1612391	18.8679054	16.9800711	15.6590398	15.6569302	20.0339115
1991	16.5103333	21.8683658	24.1648129	24.694503	26.3392761	21.7956183	19.189214	23.0341839	13.9482212	18.0901081	16.0472305	11.991848	19.7966972
1992	13.9263746	19.8224464	19.0638581	24.6072391	22.7967477	26.3471868	23.0247963	22.3706688	16.8449261	16.2509784	16.4018511	15.4890459	19.7308295
1993	15.6796016	22.1928508	24.6281708	25.4920177	26.3625808	15.2971683	24.4123305	18.4497614	15.4461789	17.2684741	16.7640369	17.1869486	19.9315227
1994	18.2468338	21.5848462	25.2216042	25.2851881	24.5116971	25.6162396	24.9500245	21.2226747	19.4629752	19.4790911	17.0754211	15.0011286	21.4662879
1995	17.1326431	20.5753261	24.7425451	26.9504968	28.1869453	23.3181841	22.7304268	16.9974869	21.7499496	19.0519343	16.8425062	14.9722587	21.0963964
1996	19.6536521	21.3448954	24.2900953	25.2146454	28.2493417	23.5029603	24.756907	18.9911815	17.6638164	20.3221993	16.1727064	16.6234919	21.4074283
1997	16.2678822	21.4024457	20.6028445	23.5088798	25.3698353	25.4742599	25.5400476	21.6832197	20.9451077	17.9851287	16.7273381	16.9724399	21.0301353
1998	19.2738589	23.545912	24.7891565	27.9494032	27.6689981	26.189899	22.2551034	17.4819076	15.322677	14.0312213	15.6064614	17.1243092	20.9115067
1999	19.6414083	20.6559362	24.9286427	26.1355359	28.0047835	21.2615922	23.639941	19.232776	18.9980343	19.3412482	17.8094365	15.7621304	21.2920083
2000	17.6179603	21.7685505	24.9581432	25.9136996	24.6267538	24.8041563	24.5437493	23.3904492	17.10009	18.6187859	16.1504453	15.4417365	21.2444389
2001	17.9843494	20.4141372	25.8946208	23.9335699	26.2140736	22.9729039	24.9245076	20.5081872	16.5881846	18.2030116	16.9628836	16.4921424	20.9374514
2002	16.7636588	20.4013369	24.1074328	27.1330718	24.9785709	24.7419954	23.7766637	21.8439232	18.9421965	17.5561221	15.9514113	16.1277057	21.0248605
2003	15.5704302	22.3675598	23.6432362	26.1616983	26.5150604	21.8705033	26.2133377	19.7748908	15.5654666	17.698974	16.8117341	16.7173807	20.7361818
2004	16.0514405	21.1159841	22.4886416	23.6503627	22.5830699	26.7596575	24.5746199	21.6774173	15.8818317	19.587739	17.3699217	15.4136893	20.5898685
2005	16.9548453	17.4467269	26.0316471	25.4648096	25.6903148	26.0327744	19.9843659	16.0909429	19.9089459	17.2022557	15.6328073	17.6459702	20.3487646
2006	18.448445	21.7925215	24.1009787	26.7694253	24.943001	25.5346142	20.161128	20.4818277	16.1718493	16.5199089	16.1776282	15.7063074	20.5507003
2007	14.0749145	21.7312381	22.4382356	25.3645307	25.5353946	23.2303758	22.7271329	16.2846003	19.1375191	20.4084192	15.8045397	16.1797786	20.2237983
2008	18.3578753	22.2501433	25.637354	25.3508237	23.49793	20.0581743	23.2022825	15.3761647	15.412496	15.3799249	17.3925339	17.4172171	19.9360825
2009	17.5987894	22.2898634	23.9163456	26.7694434	26.1184356	22.5626912	26.2814711	21.1456569	17.2311189	16.6375022	14.5229168	14.0299784	20.7514379
2010	16.4280849	19.9396827	24.6072588	25.7506094	25.4514018	22.4652971	20.078025	19.803855	18.8797901	21.2398587	18.6898132	17.4321695	20.8990046
2011	19.6023387	23.7306138	25.4676234	26.7469189	29.5976406	23.783649	24.0188456	23.3255843	21.1775079	19.9040009	18.112006	16.7156555	22.6757315
2012	16.8531666	19.361055	23.439058	26.7955008	26.9279031	25.1893687	23.3538854	21.4564458	19.4089534	19.2240057	17.1682075	15.5855097	21.230521
2013	19.1319178	22.8145606	25.8437066	27.5992249	24.6604108	22.9559793	26.3555574	19.5408417	16.5798543	16.1890833	15.661692	12.6973989	20.8210866
Total general	16.7528961	20.6659911	23.7186616	25.2673772	25.4984208	23.726801	22.5757713	20.2468747	18.1293008	18.2004621	16.5489878	15.5165051	20.5661501

Radiación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 220-1009

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	17.4660675	17.9318936	21.9212807	22.1314629	23.922778	23.394656	25.5112632	19.0179489	19.863065	22.8160205	16.2618302	13.9149644	20.365215
1980	16.1415295	19.6334407	24.1803743	24.8069879	22.8269016	25.392881	24.9433292	21.31309	21.1640859	18.099879	17.7699191	15.1747412	20.9466153
1981	14.3831828	17.2171736	21.4549228	23.8010125	23.498627	20.7268479	21.8682126	21.0078257	19.112934	19.1656454	18.7994973	14.6979653	19.653856
1982	17.9035006	19.8265471	24.2173559	23.0388235	22.5088752	28.2683203	24.4592196	23.5054326	18.8526433	18.5083561	16.3108152	14.3117285	20.9783833
1983	13.8445024	22.1144902	24.7574301	28.7804956	25.0707709	26.6130261	15.6576805	20.0192126	15.3239672	18.1638962	17.9782743	16.7814578	20.3923893
1984	14.7060299	18.9307725	23.6211538	27.0947411	23.7232356	24.4360307	16.3530261	18.6151456	11.8454212	17.6128812	17.7414525	14.1101782	19.053314
1985	16.2571516	18.3350763	21.6003104	21.5035619	25.4654543	20.4592757	19.1947071	23.7705563	20.1898845	18.7533547	18.9487299	14.5751404	19.9302537
1986	17.4671494	21.6796844	25.36192	23.2438947	22.6361503	23.4127395	20.5712581	23.2786475	19.6300215	15.6813105	16.0012339	15.397816	20.3503826
1987	17.6761406	20.8249561	24.0541869	23.9235616	24.2816007	25.7735137	16.177614	22.8617489	20.6932607	19.7704933	16.5270562	14.8115535	20.6006959
1988	18.098222	18.5670222	20.8283362	24.8369409	24.6820131	22.4994179	20.3958922	16.3264319	21.6066482	19.8364333	15.3856524	17.0645056	20.0068041
1989	15.1180404	22.2276562	24.699709	24.2141104	27.3045294	25.3841247	22.278704	19.0104551	21.2271099	19.2865076	14.7434345	17.112904	21.0371893
1990	14.8988235	21.0446514	22.6766153	22.2544677	25.9099068	22.6578022	21.7708948	21.3879331	18.4799942	16.9590358	16.1558506	15.6519979	19.97974
1991	16.7481213	22.4891298	24.6011913	24.3941396	24.6896599	21.7033559	19.4676407	22.2311358	13.7484411	18.1627637	16.5611159	12.0907343	19.7250298
1992	14.2572233	20.1390131	20.1203376	24.2799315	21.4330192	26.9757051	23.2013233	22.2380147	16.9408033	16.367975	16.848029	15.7573246	19.8633803
1993	16.0621146	22.3914837	25.0385794	25.9317872	25.3115699	15.6823504	24.7367999	18.96978	15.5686017	17.0240952	17.5530186	17.5527343	20.1495895
1994	18.5714563	21.9698155	25.539812	25.3047272	22.4670245	24.6693408	24.5121979	20.7581844	19.148256	18.9437727	17.2512277	15.5317804	21.2120889
1995	17.0393151	21.4384184	25.0963215	27.1026721	26.9216844	23.4133163	22.2494175	16.1997101	21.8494894	19.0048394	17.379535	15.1968967	21.0563831
1996	19.9857982	22.1019071	25.199774	25.0229433	27.6015103	22.2522272	24.4334556	18.7501161	16.9304707	20.7104273	17.2723863	16.9091762	21.4387818
1997	16.8724867	21.8918423	20.6852481	23.8142012	24.2948142	25.4418105	25.0902275	21.7015948	20.9072345	17.7597079	17.4069567	17.5216866	21.1007573
1998	19.6449545	23.9909961	25.9917714	28.4449221	26.8711242	25.9962728	22.8814618	17.3388604	15.1444714	14.3606465	15.8530027	17.7947026	21.1679373
1999	19.9631519	20.5431481	25.2540623	26.4803379	26.5818345	21.1835823	24.5316425	19.3665814	19.8398161	19.8591371	18.2490663	16.1810071	21.5113757
2000	18.4227241	22.0029221	24.8967098	24.7392402	24.5356313	24.2786918	24.4209731	23.3844602	17.0615824	18.8617695	16.8493395	15.612792	21.2572055
2001	18.4064946	20.6579084	26.2062861	24.3399694	25.0873604	22.6460182	23.8201859	19.9719113	17.0499339	18.7124757	17.5073214	16.4361611	20.9111941
2002	16.886472	20.8936059	24.2463911	26.2860479	23.4270611	23.2400876	23.0139465	21.2955534	18.5406186	17.1777211	16.5175925	16.5205047	20.6634206
2003	16.188745	22.777404	24.0923792	26.4796801	25.7637103	21.3356662	25.8189826	19.4914853	14.4516099	17.5697706	17.1764604	16.8310567	20.6561913
2004	16.93891	21.5278679	23.0062513	23.3341923	22.4549465	26.2740461	24.4151184	21.9124215	15.5731133	18.9506622	17.5112373	15.7537701	20.6324599
2005	17.7158139	17.6954732	26.3854228	26.117144	25.2642745	25.7000374	20.4978439	15.7007037	19.9038454	18.3428558	15.7052029	17.9758448	20.593495
2006	18.8344032	22.3885717	24.9395782	26.2793794	24.2504576	25.3958782	20.5958761	19.9226518	15.9411679	16.6485914	16.4725165	15.8975748	20.611812
2007	14.5510944	22.2914335	22.5955568	25.4760597	24.3584567	21.6557883	22.1915161	16.7693938	19.2141053	20.3730552	16.3507497	16.5477068	20.1754833
2008	18.6933949	22.5711286	26.0265932	25.9070333	23.1894553	20.1316961	22.3985036	14.9848348	15.2079633	15.6283153	17.7747453	17.7908625	20.014417
2009	18.0323183	23.1468937	24.1082117	26.2926768	25.850762	22.2164797	26.0097988	21.1726673	17.1211524	16.8084963	14.6595585	14.6419635	20.8278351
2010	16.9959654	20.2566228	25.4876828	26.3331387	24.3472342	21.9709207	21.5221688	20.2617022	19.6327366	21.0119648	19.0865577	17.6833017	21.2177991
2011	19.8590711	23.8578947	25.4766265	26.7686667	29.6517796	23.8229578	23.8955242	23.1970427	21.5596156	20.6015446	18.904308	17.1110385	22.8856409
2012	17.1594421	19.4365769	24.215771	26.7918187	26.3069035	24.7272633	23.2951636	21.6549284	20.9229786	19.2732389	17.3751734	15.8297309	21.4152139
2013	19.2191036	23.2523276	25.9158434	27.7660399	24.4289019	22.5828698	25.9059741	20.5424552	16.9510146	17.4762572	16.547472	13.2788573	21.1404828
Total general	17.1716833	21.0820947	24.1285713	25.2376231	24.7691434	23.4947142	22.516787	20.2265891	18.2056588	18.4081113	17.0124663	15.8872046	20.6719692

Radiación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 220-1013

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	17.9134437	18.4820799	22.6895087	23.0954383	25.6594221	23.8595049	25.1946217	20.6464712	19.7382387	22.8920611	17.6654417	14.8088673	21.074502
1980	16.4694484	20.2282385	24.628266	25.1940372	24.0263375	25.4225815	23.9115559	20.9979745	21.5780963	18.899615	18.1814064	15.5854615	21.2513141
1981	15.2935584	18.0653583	22.0174523	23.6236804	24.6203209	21.0671873	22.2013983	21.9184835	19.3362359	19.5169794	18.9245367	15.4252597	20.1785651
1982	18.0712657	21.0640857	24.1778868	23.7426229	23.0873819	27.5411993	24.9660118	23.6850217	19.9431215	18.7875027	17.0438333	14.9176216	21.4147703
1983	13.9036382	22.3162819	25.0681587	29.0409224	25.1009264	25.7557046	17.5136948	20.582269	16.1873864	18.9492396	18.0110904	17.1221837	20.7675409
1984	15.3893227	19.5844154	23.6735195	27.541824	23.9185738	24.778031	17.4375434	19.7894678	12.9870193	18.6012348	18.3789973	15.1340206	19.756225
1985	16.7593362	19.199849	22.4497832	22.1288118	24.2308807	20.7591835	19.8487725	24.5226448	20.2595198	19.7779841	18.71966	15.1413028	20.3240078
1986	18.0052348	21.6575609	25.4844361	22.6186102	22.5637227	23.8752104	22.1783856	23.8624995	20.6103026	16.4719922	16.7568571	15.8599996	20.820426
1987	18.1952869	21.2731399	25.027002	24.41985	23.811514	26.1229387	17.6608588	23.7673559	20.4369461	20.1593977	17.2818688	15.021129	21.0860682
1988	18.9795848	18.7889665	21.6559389	25.1117847	24.1035004	23.4738609	20.6736723	16.3125033	21.9684487	19.7343074	16.1156778	17.4997703	20.3625978
1989	16.6862647	23.0269872	24.9520428	24.6585806	26.9836583	24.5917834	22.2267804	19.0362071	22.2390153	19.7197358	15.1860676	17.4781608	21.3824312
1990	15.889485	21.1185467	23.1637523	22.8005063	24.0752039	23.4184079	21.9142071	21.8433709	18.4269366	17.0788934	16.6480684	15.7686062	20.1695232
1991	17.0784106	22.7255749	25.2280191	24.8793841	23.7272904	21.7968487	20.2554783	21.5256317	14.1293427	18.5645229	16.8571558	12.4281281	19.9156985
1992	14.889775	20.8714231	21.3930322	24.5252346	20.8435776	27.6538595	23.8121319	22.1364284	17.3284442	16.9345373	17.5491043	15.8276085	20.2948644
1993	16.6117921	22.5892273	25.4859257	26.71891	24.7151798	17.5492357	25.6642946	20.0799056	16.1436488	16.8692681	18.3362859	17.7164857	20.7023813
1994	18.849417	22.3134631	25.5694492	26.0871268	20.9943998	23.9893531	24.0732801	20.3362158	19.3170494	18.8387683	17.6701323	16.1577404	21.167354
1995	17.3842685	21.8397659	25.5413456	27.4224176	25.7742581	24.091531	21.7120168	16.589574	21.7912321	19.4563955	17.513866	15.2455982	21.1750466
1996	20.1268095	22.7300673	25.8316925	25.2510171	27.1180592	21.2518075	24.0200876	18.7373944	16.4090232	21.0710387	17.7444578	17.2494183	21.4689908
1997	17.7497944	22.5597528	20.936077	24.5604044	24.1061434	25.4665999	24.9962376	22.2180167	20.735043	18.3326872	17.8764522	17.6006463	21.4108377
1998	19.804184	24.1157579	26.8446106	29.1188692	26.4236367	26.107228	23.6242122	18.0633079	15.7461181	15.0955324	16.3388492	18.1573666	21.5971822
1999	20.1620243	21.0292991	25.3897794	27.2847474	25.5590284	21.4515349	25.6053532	20.0336258	20.7197759	19.6159566	18.6864762	16.9423612	21.8784888
2000	18.8529821	22.3174233	25.2681498	24.5304894	24.1462734	23.7922331	24.4528508	23.6615938	17.7324731	18.4136073	17.3427727	15.9091853	21.3688203
2001	19.0478984	21.0466695	26.6088359	24.7625425	23.4167906	22.9114902	23.4702912	20.0419187	17.689227	19.3603769	18.0652709	16.5406416	21.0828823
2002	17.2795431	21.3740066	24.4293158	26.0088221	22.3510246	22.3058861	22.1456117	21.1963831	18.6393179	17.0176593	17.0563617	16.7331117	20.5329204
2003	16.9107262	23.1624221	24.5663029	27.1777711	24.9385229	21.4896982	25.2933224	19.5807551	14.0950537	17.794649	18.0086643	17.1661848	20.8368433
2004	17.2792814	22.0594238	23.3993632	24.399747	22.774238	25.4132286	24.0714586	22.3328661	16.135119	18.7895382	17.4775912	16.0544529	20.8421612
2005	18.1289547	18.4178428	26.6951922	27.0855981	25.8726339	25.403064	21.5739628	16.3155334	20.2086631	19.3404116	16.2601292	18.2035821	21.1355113
2006	19.1111534	22.9200292	25.6469634	25.9534238	24.2661054	25.2083942	21.1279735	19.4294313	16.5589184	17.0748087	16.8119593	16.1455883	20.8345327
2007	15.4426486	22.7679617	23.2158482	26.0979261	23.6112286	20.8152593	21.3183819	17.3488365	19.9571774	20.3253542	16.9384062	17.0183169	20.3793563
2008	18.8973633	22.8987032	26.624593	26.9641676	23.5561537	20.4938722	22.5690542	14.937074	15.8978185	16.4769901	18.271802	18.1060845	20.4619642
2009	18.3351262	23.6102853	24.6185553	26.4038257	25.4119378	22.3101699	25.8964882	21.290875	17.6997771	17.0516563	15.3083739	15.3023914	21.0900557
2010	17.2105743	20.4498253	26.0087006	26.9918678	24.2829503	22.414278	23.1551626	20.926919	20.877735	20.8661473	19.3632618	18.0990387	21.7234073
2011	19.9029333	23.8375078	25.8847042	27.5230135	29.7891612	24.549089	24.2445696	22.8687981	22.137667	21.272924	19.2300392	17.6306691	23.2330165
2012	17.8381126	19.8365476	25.5596447	27.7180929	27.0755968	24.8944425	22.9191334	22.5569914	22.5355372	19.6227501	17.9485464	16.1094368	22.0499729
2013	19.425265	23.4109805	25.9558081	28.3122568	25.4090656	23.1820767	25.2043322	20.8997256	18.3809345	18.6438765	17.6406719	14.0881603	21.6969832
Total general	17.6535688	21.5294443	24.6197045	25.7072664	24.5241342	23.5773364	22.7695197	20.5734877	18.7021818	18.7833828	17.5202896	16.2912737	21.013251

Radiación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 223-1013

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	17.7119702	18.581316	22.7004641	23.4931106	25.8186088	24.7321965	25.2791609	20.9278139	20.2739048	22.709411	17.156083	14.7164589	21.1937431
1980	16.4838543	19.9149764	24.3758661	25.7449868	24.4668786	26.272567	24.872846	21.632002	21.5804427	18.9717207	18.1673026	15.2221064	21.4679694
1981	14.4863131	18.0871067	21.9820599	24.0135615	25.2766827	22.2101515	22.6135033	22.3087696	19.4694867	19.6359228	18.5732808	15.7094364	20.3748677
1982	17.9182284	20.8554731	24.2425866	23.96894	23.7492166	27.7372088	25.0392161	23.8279712	20.2946612	18.8636985	16.8444244	15.0663517	21.5321524
1983	14.2783056	22.1426183	25.1698144	29.0083053	25.7581226	26.0154217	19.2433216	21.0880957	17.8602273	18.7645363	18.1180873	16.9377154	21.1739502
1984	15.5074136	19.5408087	23.9397016	27.6615586	24.7486598	25.0384031	18.2788679	20.5719586	13.4030075	18.4627212	17.7353518	14.7261371	19.959378
1985	16.5078366	19.0702987	22.6550977	22.8494526	24.7535253	22.7191912	20.7003746	25.5545865	20.8373715	19.9760648	18.6815771	15.1410743	20.7960041
1986	17.6037878	21.7602965	25.4150744	23.4111737	23.1399279	24.6923262	22.3719693	23.8685444	20.2444646	16.4688335	16.7127205	15.8323796	20.9502051
1987	17.841868	21.0400634	25.1102987	25.2676226	24.5295366	26.0351017	18.7416793	23.695705	20.3693762	19.9302751	17.0377712	14.8950322	21.1986142
1988	18.5173491	18.8764194	22.2581782	25.8506139	24.6639481	24.2138168	21.551839	17.5235295	21.8059951	19.5274448	16.0665818	17.1748383	20.6646375
1989	16.3226412	22.6332306	25.1291481	24.9117411	27.2168835	25.4360021	22.9713593	20.0512756	22.6965777	19.6785889	15.5183845	17.2522533	21.6380774
1990	15.9753657	21.1720767	23.0712508	23.2432614	24.7187613	23.976103	22.6901133	21.5756574	19.2576882	17.3093173	16.3794317	15.5472256	20.4000852
1991	17.0563463	22.5977336	24.8118521	24.8912174	24.520216	22.8961378	21.382555	21.6110462	15.2242898	18.650042	16.7358132	12.4826497	20.2222362
1992	14.5826219	21.0320721	21.1576816	25.1330177	21.781258	27.766302	24.2956336	22.3437133	18.2404515	17.4703605	17.3145607	15.7630151	20.5540515
1993	16.4341558	22.5117861	25.362168	26.9777287	25.2300244	18.1930876	25.702669	20.5571326	16.3237978	17.1143332	17.9693417	17.6783754	20.8347761
1994	18.4737135	22.065062	25.5535536	26.3045706	22.0389162	24.567405	25.0094636	20.804514	19.4698413	19.2412902	17.4935653	16.032066	21.4099787
1995	17.6436995	21.7138118	25.2965026	27.6602835	26.4380833	24.2982706	22.2753215	18.0723292	21.98761	19.7216983	17.5786508	15.6094091	21.5082179
1996	19.935425	22.4688343	25.6665365	25.7997186	27.3650093	21.8936431	24.8236897	19.0063524	16.9177316	20.9284697	17.6715155	17.1858556	21.6456993
1997	17.432732	22.3804765	21.3971393	24.6776476	24.7740512	25.9919157	25.0658171	22.6016111	20.6668536	18.929667	17.7145353	17.2963388	21.5632876
1998	19.8038485	23.8419519	26.5956552	28.9285378	26.8324833	26.4592387	24.2519779	18.8556568	16.3734936	15.8456373	16.3440947	17.866009	21.8145888
1999	19.9569054	20.8299181	25.3340868	27.20689	25.9108891	21.4530606	25.1250703	20.4654643	21.0760549	19.9095821	18.552244	16.6088497	21.8754013
2000	18.4967824	22.1969461	25.1768638	25.1309218	24.5426388	24.639468	24.5586115	23.7357159	18.3706445	18.4915814	17.097831	15.5973864	21.5012688
2001	18.7706261	20.819721	26.4540424	24.6613701	24.4282812	23.115109	24.0805155	20.2514489	17.8458932	19.3283073	17.6623242	16.5020976	21.1664876
2002	17.0246578	21.4815802	24.4062389	26.2238384	24.0875066	23.4827577	22.7534349	22.035381	19.1583742	17.4838449	16.8782922	16.6623725	20.9639415
2003	16.9831171	22.8532087	24.339587	26.8888152	25.3885465	21.8480824	25.4451561	20.6876656	15.9634485	18.0665186	17.8268783	17.0479752	21.1025264
2004	17.2226881	21.8175083	23.3958175	24.4848931	23.2297041	26.027283	24.748945	22.4915785	17.9663973	19.1022906	17.3376678	15.5825909	21.1097733
2005	17.6824919	18.4043571	26.6379595	27.0557573	26.1333139	26.0046457	21.6174083	17.4624344	20.8418278	19.2726251	16.2943747	18.0167402	21.2951571
2006	18.9347508	22.8352909	25.2602254	26.3918119	24.9232309	25.5033027	22.1330096	20.6916987	17.7792061	17.5694696	16.8117146	16.0039539	21.2191115
2007	15.0662728	22.5079617	23.4414427	26.0979928	24.8396574	22.6753388	22.0757559	18.0266511	20.7421293	20.4377804	16.828348	16.8585206	20.7771663
2008	19.0302687	22.8089715	26.4391329	27.0823043	23.8595305	20.5963487	22.7958644	15.5875273	16.3722431	16.8339251	18.2562733	17.9417851	20.6224161
2009	18.1878751	23.4167422	24.7144942	26.5118903	26.1294193	23.4687184	25.8895599	22.0023008	18.4415644	17.6812194	15.0181006	15.1712326	21.3751675
2010	17.2902467	20.6898897	25.7913367	27.1238714	25.3624584	22.5049456	23.3010769	21.5579417	20.7573869	21.2370776	19.1736039	17.9226012	21.8971399
2011	19.7190292	23.7341266	25.4055028	27.2285072	29.9171816	24.7019279	24.4577991	23.3598968	22.1144965	21.1103965	18.683203	17.2761275	23.1370507
2012	17.4814295	19.8512316	25.1007495	27.2307297	27.7547582	25.6158063	24.1116103	22.9850185	22.875471	19.4923574	17.524912	15.7821761	22.1503945
2013	19.1772833	23.2467521	25.863777	28.1624816	24.8867426	23.6254167	26.29852	21.7047315	18.6924545	17.9319474	17.211792	13.7616055	21.6987294
Total general	17.4726257	21.4179627	24.5614825	25.9222607	25.1204186	24.1830486	23.3301062	21.1292491	19.2084247	18.9185416	17.3420181	16.1391641	21.222589

Radiación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 223-1009

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	17.2610559	17.8945593	21.5710078	22.6958709	24.230679	23.8101463	25.452549	19.595787	20.1757891	22.5886615	15.8809749	13.7786006	20.4294785
1980	15.9420635	19.2573382	23.7425875	25.3944013	23.2153142	26.1920768	25.201502	21.4737492	21.0358537	18.080241	17.5049153	14.7568026	20.9755745
1981	13.6825385	17.2992856	21.112955	23.809871	24.2271272	21.7211451	22.2163288	21.4549435	19.0980191	18.809217	18.4505484	15.0048854	19.7493572
1982	17.5916448	19.4119617	24.264043	23.0841399	23.3341854	28.2054057	24.4319007	23.3478782	19.2088948	18.405081	16.2769588	14.4555226	21.0069447
1983	14.0724262	21.9025409	24.8467118	28.6455641	25.3022162	26.8227476	17.7649902	20.7386466	16.9694031	17.988942	17.9648408	16.6184538	20.7743885
1984	14.4094504	18.8537298	23.7465759	27.1269001	24.3046467	24.6425152	17.17935	19.3924379	12.1785474	17.2903123	16.8998092	13.5381013	19.1198864
1985	16.0738967	18.1380988	21.5574582	22.0103368	25.6253366	22.0294841	20.2734472	25.018739	20.7227158	19.3296836	18.6461285	14.361416	20.3275781
1986	17.0714088	21.6028258	25.1737787	23.9056182	23.0938202	24.1465749	21.0313613	23.211931	19.1726689	15.8873019	15.9020207	15.2921138	20.4446542
1987	17.1132446	20.3042867	24.0216494	24.3645366	24.8380017	25.8073424	17.2572484	22.8265194	20.5483499	19.5772479	16.1221468	14.2319129	20.5743338
1988	17.4602331	18.3984649	21.0743832	25.5514613	25.2792535	23.6064311	21.1193122	16.9618211	21.9167993	19.5629157	15.4200885	16.5655594	20.2380511
1989	14.5704815	21.4066599	24.9582699	24.415372	27.3853767	25.9776001	22.9218899	19.7681762	21.6421204	19.0624392	14.7034625	16.6787347	21.1157522
1990	14.9689227	21.061097	22.5639765	22.8187946	26.2258644	23.1167657	22.1144328	20.9257197	18.9685049	17.027572	15.8986433	15.2561966	20.0694663
1991	16.5384982	22.218113	24.1990782	24.2351623	25.3832436	22.4556947	20.2712902	21.9615733	14.6183307	18.1990702	16.4332487	11.7106162	19.8371088
1992	13.7752063	20.118547	19.6934211	24.8111307	22.267252	26.9470596	23.4774143	22.3969128	17.4259253	16.5601417	16.5913501	15.4218777	19.9400569
1993	15.8775254	22.2333942	24.8265438	26.2524545	25.4961037	16.0236329	24.6663256	19.4444886	15.6391381	17.1134934	17.1670637	17.3130705	20.1695008
1994	18.1835664	21.5822713	25.2906501	25.5930852	23.5384002	24.9689092	24.9972842	21.2628605	19.4176702	19.2840498	17.1264268	15.4791053	21.3879445
1995	17.2767729	20.8539877	24.7233264	27.2162721	27.4594784	23.3748156	22.6074453	17.4908648	21.8698818	19.1897509	17.0870985	15.3115861	21.1950402
1996	19.6998076	21.7894799	24.8818927	25.2173661	27.5867642	22.7027068	24.9602542	18.9122031	17.1348702	20.4148022	17.0021299	16.7447646	21.4284761
1997	16.7403992	21.8055923	20.5675242	23.9422063	24.6811946	25.8959127	25.0178138	21.8036494	20.3408625	18.2401883	17.0085198	17.0921003	21.0811249
1998	19.5187812	23.5222365	25.527464	28.284461	27.1291624	26.2996595	23.7385255	18.2669572	15.5980782	14.8576709	15.9208267	17.3237663	21.3121796
1999	19.647862	20.4311987	25.0105121	26.4200309	26.6838926	20.9576893	23.6469935	19.7433947	20.2395404	19.8825425	18.1941271	15.8711852	21.4013508
2000	18.0639768	21.8317649	24.9000698	25.4096357	24.7182737	24.7245009	24.4889519	23.3756616	17.690693	18.3560203	16.440892	15.3151382	21.2755565
2001	18.1161228	20.2377818	26.1193471	23.9799885	25.7247201	22.7354597	24.1548938	20.2220469	16.9868891	18.79037	16.9188234	16.2961299	20.8696582
2002	16.6038877	20.8644097	24.1535461	26.4132989	24.7200078	23.8438298	23.2242451	21.9250404	19.0141595	17.3514498	16.3178687	16.3900472	20.8966935
2003	16.0188767	22.4289582	23.7143402	26.2491178	25.7661038	21.4976742	25.6365683	20.5372296	15.724978	17.4186911	17.1392771	16.6725087	20.7261263
2004	16.4998987	21.1832914	22.7337971	23.558551	22.7122596	26.3907543	24.8629803	21.6741488	16.7615967	18.9284952	17.1275645	15.169705	20.6270199
2005	17.2008337	17.3845263	26.2967737	26.0023882	25.3580403	26.2642729	20.2999163	16.4651181	20.2048155	17.8905992	15.7214398	17.7307965	20.5782428
2006	18.5061128	22.2729257	24.3682253	26.7077277	24.7417764	25.4411532	21.1719073	20.8787799	17.0452373	16.7473003	16.4540699	15.8167494	20.8280656
2007	14.1209035	22.0033778	22.5239662	25.4707861	25.2517253	23.1557636	22.5468232	17.1341798	19.8678788	20.3925547	16.3490919	16.41263	20.4144286
2008	18.6380918	22.4390882	25.904998	25.7888812	23.2289287	19.5057965	22.6324512	14.9432847	15.6951093	16.0063785	17.8497277	17.5777443	20.0076699
2009	17.7177715	22.7651846	23.9736956	26.2922595	26.3974994	23.1820718	25.9570776	21.5482107	17.6825128	17.1774727	14.4654934	14.2999676	20.9460763
2010	16.8516124	20.3432747	25.0751301	26.2686706	25.2596284	21.5643731	21.5411993	20.7157768	19.5826696	21.3118711	18.9788726	17.6342987	21.2644501
2011	19.6283476	23.7205172	25.3003865	26.8743191	29.8091025	24.277753	24.0196929	23.2600724	21.3696319	20.4473727	18.1715111	16.7644403	22.7974871
2012	16.9072368	19.3721023	24.4558342	26.8872118	27.2369757	25.7478627	24.0834318	21.9768	21.094334	19.4935376	17.0227689	15.3735899	21.6385406
2013	19.0982956	22.9223149	25.867848	27.7945217	24.5332043	23.189244	26.5269994	20.5502349	17.1559147	17.0203927	16.2540119	13.1349733	21.1570575
Total general	16.8985073	20.8485228	23.9640505	25.4140684	25.2213017	23.9207093	22.8998514	20.6058811	18.5656681	18.419538	16.7832212	15.6398597	20.7600276

Radiación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 223-1006

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	17.2610559	17.8945593	21.5710078	22.6958709	24.230679	23.8101463	25.452549	19.595787	20.1757891	22.5886615	15.8809749	13.7786006	20.4294785
1980	15.9420635	19.2573382	23.7425875	25.3944013	23.2153142	26.1920768	25.201502	21.4737492	21.0358537	18.080241	17.5049153	14.7568026	20.9755745
1981	13.6825385	17.2992856	21.112955	23.809871	24.2271272	21.7211451	22.2163288	21.4549435	19.0980191	18.809217	18.4505484	15.0048854	19.7493572
1982	17.5916448	19.4119617	24.264043	23.0841399	23.3341854	28.2054057	24.4319007	23.3478782	19.2088948	18.405081	16.2769588	14.4555226	21.0069447
1983	14.0724262	21.9025409	24.8467118	28.6455641	25.3022162	26.8227476	17.7649902	20.7386466	16.9694031	17.988942	17.9648408	16.6184538	20.7743885
1984	14.4094504	18.8537298	23.7465759	27.1269001	24.3046467	24.6425152	17.17935	19.3924379	12.1785474	17.2903123	16.8998092	13.5381013	19.1198864
1985	16.0738967	18.1380988	21.5574582	22.0103368	25.6253366	22.0294841	20.2734472	25.018739	20.7227158	19.3296836	18.6461285	14.361416	20.3275781
1986	17.0714088	21.6028258	25.1737787	23.9056182	23.0938202	24.1465749	21.0313613	23.211931	19.1726689	15.8873019	15.9020207	15.2921138	20.4446542
1987	17.1132446	20.3042867	24.0216494	24.3645366	24.8380017	25.8073424	17.2572484	22.8265194	20.5483499	19.5772479	16.1221468	14.2319129	20.5743338
1988	17.4602331	18.3984649	21.0743832	25.5514613	25.2792535	23.6064311	21.1193122	16.9618211	21.9167993	19.5629157	15.4200885	16.5655594	20.2380511
1989	14.5704815	21.4066599	24.9582699	24.415372	27.3853767	25.9776001	22.9218899	19.7681762	21.6421204	19.0624392	14.7034625	16.6787347	21.1157522
1990	14.9689227	21.061097	22.5639765	22.8187946	26.2258644	23.1167657	22.1144328	20.9257197	18.9685049	17.027572	15.8986433	15.2561966	20.0694663
1991	16.5384982	22.218113	24.1990782	24.2351623	25.3832436	22.4556947	20.2712902	21.9615733	14.6183307	18.1990702	16.4332487	11.7106162	19.8371088
1992	13.7752063	20.118547	19.6934211	24.8111307	22.267252	26.9470596	23.4774143	22.3969128	17.4259253	16.5601417	16.5913501	15.4218777	19.9400569
1993	15.8775254	22.2333942	24.8265438	26.2524545	25.4961037	16.0236329	24.6663256	19.4444886	15.6391381	17.1134934	17.1670637	17.3130705	20.1695008
1994	18.1835664	21.5822713	25.2906501	25.5930852	23.5384002	24.9689092	24.9972842	21.2628605	19.4176702	19.2840498	17.1264268	15.4791053	21.3879445
1995	17.2767729	20.8539877	24.7233264	27.2162721	27.4594784	23.3748156	22.6074453	17.4908648	21.8698818	19.1897509	17.0870985	15.3115861	21.1950402
1996	19.6998076	21.7894799	24.8818927	25.2173661	27.5867642	22.7027068	24.9602542	18.9122031	17.1348702	20.4148022	17.0021299	16.7447646	21.4284761
1997	16.7403992	21.8055923	20.5675242	23.9422063	24.6811946	25.8959127	25.0178138	21.8036494	20.3408625	18.2401883	17.0085198	17.0921003	21.0811249
1998	19.5187812	23.5222365	25.527464	28.284461	27.1291624	26.2996595	23.7385255	18.2669572	15.5980782	14.8576709	15.9208267	17.3237663	21.3121796
1999	19.647862	20.4311987	25.0105121	26.4200309	26.6838926	20.9576893	23.6469935	19.7433947	20.2395404	19.8825425	18.1941271	15.8711852	21.4013508
2000	18.0639768	21.8317649	24.9000698	25.4096357	24.7182737	24.7245009	24.4889519	23.3756616	17.690693	18.3560203	16.440892	15.3151382	21.2755565
2001	18.1161228	20.2377818	26.1193471	23.9799885	25.7247201	22.7354597	24.1548938	20.2220469	16.9868891	18.79037	16.9188234	16.2961299	20.8696582
2002	16.6038877	20.8644097	24.1535461	26.4132989	24.7200078	23.8438298	23.2242451	21.9250404	19.0141595	17.3514498	16.3178687	16.3900472	20.8966935
2003	16.0188767	22.4289582	23.7143402	26.2491178	25.7661038	21.4976742	25.6365683	20.5372296	15.724978	17.4186911	17.1392771	16.6725087	20.7261263
2004	16.4998987	21.1832914	22.7337971	23.558551	22.7122596	26.3907543	24.8629803	21.6741488	16.7615967	18.9284952	17.1275645	15.169705	20.6270199
2005	17.2008337	17.3845263	26.2967737	26.0023882	25.3580403	26.2642729	20.2999163	16.4651181	20.2048155	17.8905992	15.7214398	17.7307965	20.5782428
2006	18.5061128	22.2729257	24.3682253	26.7077277	24.7417764	25.4411532	21.1719073	20.8787799	17.0452373	16.7473003	16.4540699	15.8167494	20.8280656
2007	14.1209035	22.0033778	22.5239662	25.4707861	25.2517253	23.1557636	22.5468232	17.1341798	19.8678788	20.3925547	16.3490919	16.41263	20.4144286
2008	18.6380918	22.4390882	25.904998	25.7888812	23.2289287	19.5057965	22.6324512	14.9432847	15.6951093	16.0063785	17.8497277	17.5777443	20.0076699
2009	17.7177715	22.7651846	23.9736956	26.2922595	26.3974994	23.1820718	25.9570776	21.5482107	17.6825128	17.1774727	14.4654934	14.2999676	20.9460763
2010	16.8516124	20.3432747	25.0751301	26.2686706	25.2596284	21.5643731	21.5411993	20.7157768	19.5826696	21.3118711	18.9788726	17.6342987	21.2644501
2011	19.6283476	23.7205172	25.3003865	26.8743191	29.8091025	24.277753	24.0196929	23.2600724	21.3696319	20.4473727	18.1715111	16.7644403	22.7974871
2012	16.9072368	19.3721023	24.4558342	26.8872118	27.2369757	25.7478627	24.0834318	21.9768	21.094334	19.4935376	17.0227689	15.3735899	21.6385406
2013	19.0982956	22.9223149	25.867848	27.7945217	24.5332043	23.189244	26.5269994	20.5502349	17.1559147	17.0203927	16.2540119	13.1349733	21.1570575
Total general	16.8985073	20.8485228	23.9640505	25.4140684	25.2213017	23.9207093	22.8998514	20.6058811	18.5656681	18.419538	16.7832212	15.6398597	20.7600276

Radiación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 226-1006

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	16.5761223	17.6475975	19.8973701	23.7462221	24.8781291	23.7722135	26.102143	20.7867395	20.9182101	22.1176219	14.8905117	13.1349672	20.3896804
1980	15.3371014	18.7117076	23.2056842	25.3449671	23.9456755	26.7473116	25.9607572	22.2544624	21.2249788	17.648844	16.523801	14.0826229	20.910822
1981	13.0910695	16.8428985	20.1643406	23.4345372	25.1634408	23.1708402	23.3655043	22.5791647	18.906889	18.3601053	17.9993347	14.8571151	19.8409648
1982	16.8502901	18.3506303	23.9896858	23.1531857	23.2163906	27.8187966	24.6975056	23.3493561	20.3489857	18.1400456	15.6874679	14.152061	20.8228112
1983	13.923566	20.6366464	24.0477091	27.5091958	25.5501075	27.0413218	20.7775508	22.5222239	18.6012471	17.6442688	17.8150539	15.7288816	20.9667238
1984	13.303317	18.4673244	23.5248771	26.9057604	25.7132141	24.7323776	19.079056	20.7194305	12.6589433	16.7403624	15.7498554	13.207785	19.2292071
1985	15.6660114	17.6235607	21.6383448	23.2005595	26.2748024	23.6272474	22.270504	25.0843503	22.1077914	19.2991477	17.9576204	14.0194524	20.7454446
1986	16.3166917	21.1614801	24.4698419	24.9932206	24.2159228	24.1590859	21.4846687	23.2381343	19.0511017	16.5660988	15.1051308	14.6925793	20.4446018
1987	15.8109965	19.2291689	22.7327294	23.9112526	25.092347	26.5342558	18.5489534	22.7196089	20.8909071	19.1280599	15.2979605	13.0580109	20.2390682
1988	15.952836	18.0317787	21.597177	26.501678	26.3795616	24.7777347	23.1372149	18.3995027	21.7072554	18.9824302	15.6397924	15.6963881	20.5634257
1989	14.0363431	20.253607	25.5258764	25.0080256	28.0004755	26.6923056	23.7347078	21.5974007	21.8475016	18.4967394	14.184647	16.0283211	21.2851813
1990	14.5566668	21.3940388	21.719605	23.4269001	27.2740355	24.1613353	22.8683232	21.1327753	19.900348	17.1015664	15.4902239	14.8700707	20.3112648
1991	15.9806898	21.1513931	23.8626381	24.587988	27.0429979	22.8677019	21.466109	22.8607065	15.4289281	17.7256338	15.8850054	10.7538479	19.9610932
1992	13.0275857	19.7571692	18.5549355	25.2830514	23.8539045	26.2231184	24.06909	22.8666447	17.5315439	16.0729113	15.6001361	14.6439487	19.7755547
1993	15.3161987	21.4520966	24.1692275	26.0478071	26.4725415	16.6026015	24.7213928	20.170057	16.1312046	17.3141528	15.9963714	16.2417269	20.0563355
1994	16.9876991	20.8717285	24.5227111	25.9042256	25.2920094	26.1424805	25.9831659	21.9510972	20.2564621	19.3129531	16.747884	14.7781364	21.5605504
1995	17.4057412	19.3903404	24.1941274	27.5804354	28.603387	24.3002107	23.8110962	19.7475019	21.9152136	19.2508906	16.4842994	15.1718362	21.4933049
1996	19.1895771	20.6039293	24.1444007	25.5672806	27.8043349	24.0519708	25.7744053	20.2880333	18.5847291	19.7824442	16.2466983	16.2760443	21.5357124
1997	16.1381463	21.3731159	20.0788858	24.010686	25.8081839	26.3977989	25.6677667	21.9694439	19.9883168	18.5188038	16.0281711	16.1623272	21.0023198
1998	18.92091	22.1345633	23.8999982	27.9541223	27.777821	26.6962941	24.8337628	19.9365828	16.5801397	15.047507	15.9283389	16.0663527	21.302755
1999	19.050291	20.5153666	24.0250152	26.1523267	27.5176998	21.4450911	23.01244	20.1895897	19.8768558	19.124609	17.6858703	15.368123	21.167549
2000	16.6239921	21.0079893	24.9843872	26.5933817	24.6831323	25.5722846	24.8047851	23.6815199	18.1294496	17.1712682	15.5363207	14.9456755	21.141837
2001	17.506945	19.6146653	25.7999278	23.1372141	26.9093191	23.6731376	24.9010891	21.587596	16.6561122	18.4110553	15.9845731	16.0570539	20.8742584
2002	16.459644	20.5400045	23.9123878	27.3034275	25.8005704	25.1322503	23.7473463	22.8641429	19.7757053	17.2048084	15.6914076	15.7391893	21.1774647
2003	15.2122225	21.8137683	23.0255428	25.8859946	26.4937345	22.4466233	26.0472409	21.9274679	17.2550716	17.4564334	16.7882668	16.1751154	20.8726978
2004	15.5242963	20.6517486	21.7488996	24.6766969	23.4777113	27.0989305	25.5455453	21.9793228	17.5356557	19.0339146	16.6398392	14.8340737	20.7210138
2005	16.2966733	16.7965806	25.688592	25.0085758	26.623263	26.5701033	20.9226312	19.4572549	20.6197152	16.9524114	15.810615	16.904714	20.654209
2006	17.7286726	21.3682046	23.6448021	26.995611	26.0008359	25.5264513	21.6865827	22.1393921	17.8489701	16.5993557	15.7126199	15.860686	20.9158615
2007	13.5880696	21.2634388	21.9369714	25.7284506	25.9461048	24.2134085	23.3634445	18.0266939	20.9271125	19.893351	15.8072365	15.9908953	20.5391068
2008	18.0239443	22.1009642	25.1791319	25.3299745	24.0532675	19.4472337	23.9647503	15.94427	17.1243683	16.6518299	17.4334722	17.0949434	20.1892232
2009	17.0258283	21.5298669	23.4565758	26.7545764	26.435863	24.2774842	26.5685117	21.6551137	18.3033615	17.3949388	14.6779706	13.3996976	20.9514259
2010	16.1698203	19.6780355	23.9787415	25.1543094	25.894855	22.1491599	21.6597675	21.7900408	19.7281222	21.0900554	18.6396898	17.4598004	21.124545
2011	18.9606402	23.0893387	25.8226374	27.4532116	29.6575453	25.1250502	25.3889519	24.5689958	21.9461865	20.1679473	17.5054703	16.1398671	22.9843923
2012	17.3774771	19.889142	25.28308	28.2334918	28.5450667	27.337538	25.4060426	23.1291199	21.4522867	19.7237485	16.8793334	15.0560336	22.3606618
2013	19.0574187	22.3732185	25.653335	27.6241379	26.5548651	24.7094924	27.1714702	20.9109308	18.7357746	17.4019345	16.1427119	13.2648636	21.6254054
Total general	16.256957	20.2063708	23.4308627	25.602928	26.0843747	24.6068926	23.7869793	21.5435619	19.1570127	18.2150928	16.2341058	15.0832345	20.8495182

Radiación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 226-1009

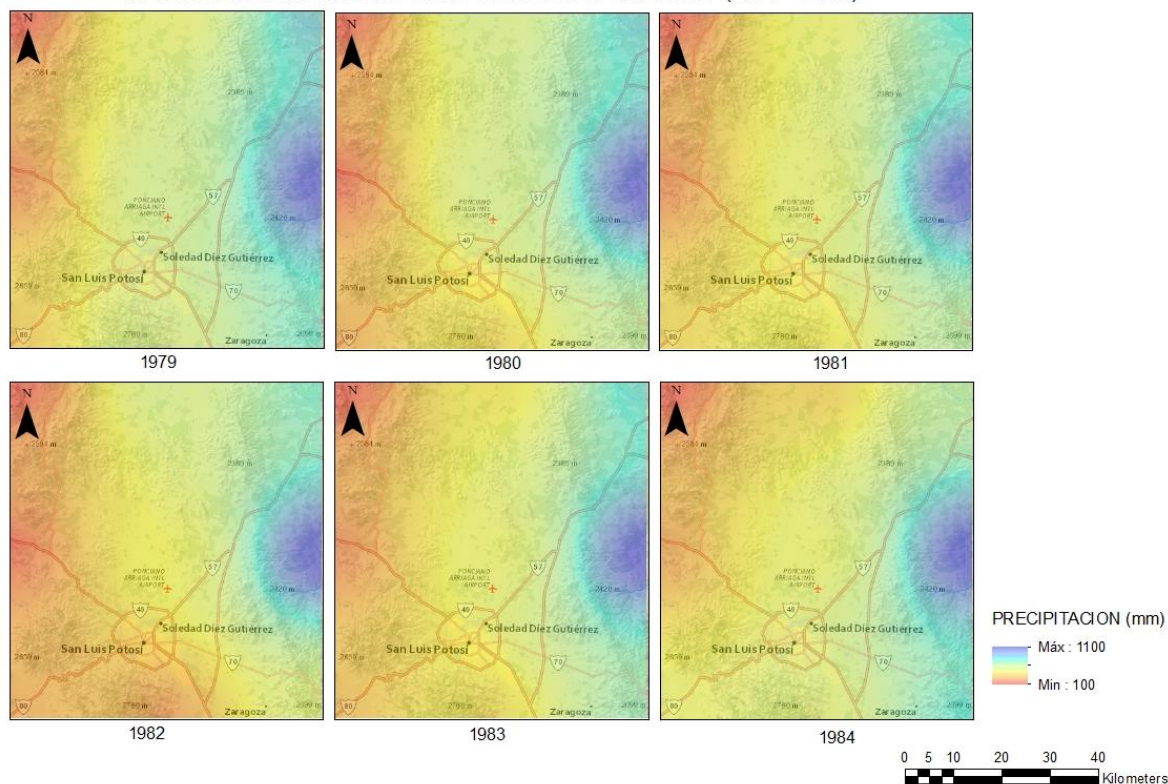
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	17.1281254	18.1223778	21.0752753	23.3057714	24.7189053	24.0834754	25.6178366	20.4634352	20.4846794	22.2597199	15.5924959	13.8015622	20.5710408
1980	15.6710355	19.1372048	23.5566134	25.7309121	23.7825763	26.4781438	25.6478759	21.8291995	21.2559552	18.387606	17.3324088	14.3190992	21.0872014
1981	13.4637905	17.4791647	20.8430366	23.646048	24.3836701	22.6575906	23.318637	22.2823142	19.2586351	18.5594043	18.1042213	15.114551	19.9351753
1982	17.2484808	19.3183593	24.0063356	23.0802443	23.6022093	27.780318	24.7833795	23.4596616	20.2136907	18.3697133	16.3903499	14.6329614	21.0795538
1983	14.2725218	21.4570428	24.8143476	28.4291608	25.4585703	26.4564252	20.141639	21.6834926	18.6143197	17.9666599	18.0774536	16.3808182	21.1243219
1984	14.000031	18.875555	23.763977	27.0051649	25.0424047	24.8809513	18.6963063	20.796593	12.6966947	16.9921491	16.3194772	13.6061181	19.3832915
1985	15.8615099	18.005664	21.9618908	22.421756	25.3294038	23.6947198	21.6564679	25.4521216	21.6087536	19.8049784	18.3748747	14.3719655	20.725343
1986	16.6544054	21.4524954	25.0648067	24.2455303	23.3385047	24.4629524	22.0359462	23.3775963	18.9596328	16.1841632	15.7321089	15.1998575	20.5484665
1987	16.68101	19.8791936	23.9244107	24.4444914	24.9239529	26.1547711	18.6323077	22.9197603	20.2619887	19.2358165	15.977765	13.8751427	20.5691845
1988	16.7071962	18.0339539	21.3796256	26.12992	25.1508271	24.7402655	22.4022557	17.874488	22.0112762	19.1888944	15.6817824	16.1679868	20.4505232
1989	14.3995203	20.8237557	25.1808414	24.7543518	27.4751681	26.4796975	23.3622386	20.8762406	22.6615012	18.6121307	14.536846	16.3188812	21.2849663
1990	14.9821219	21.128852	22.3334563	23.2342078	26.357919	23.9124543	22.7221062	20.8202896	19.5282147	17.2660866	16.0025141	15.1365721	20.2742594
1991	16.3081507	21.9189196	24.0964375	24.1434607	25.7670916	22.6721694	21.8023385	22.0964565	15.4785445	17.8998441	16.366788	11.1687149	19.9640238
1992	13.4778011	19.9323649	19.4288031	25.0726365	22.9643169	27.048679	24.0670065	22.6290054	17.9593243	16.6547265	16.2196725	15.1140428	20.0312971
1993	15.7038915	22.0105239	24.6551027	26.3069953	25.3656285	16.6527217	24.977043	20.3875773	16.3604281	17.3473141	16.8631336	16.8308545	20.2878981
1994	17.6496164	21.257343	24.9708947	25.8025977	23.7509254	24.8337726	25.3648766	21.5137448	19.7557072	19.2067994	16.8765792	15.3358745	21.355726
1995	17.4740853	20.3096078	24.5129191	27.4071917	27.7930241	24.0023228	23.2880448	19.2089163	22.0114728	19.3143964	16.8775234	15.5096177	21.4733026
1996	19.5067913	21.5318743	24.7824051	25.3215427	27.5931639	22.8580456	25.6677395	19.4533666	17.885687	20.1626607	16.8897405	16.5817986	21.5280342
1997	16.5748393	21.7631433	20.2268155	23.9274258	24.5945742	26.1862877	24.7246149	21.8624827	19.9863905	18.7522819	16.711591	16.6707117	20.9844241
1998	19.2728864	22.9546374	25.1569296	28.1056781	27.4374111	26.4961374	24.6373696	19.5268466	16.262192	15.5942749	16.1657814	16.9035255	21.5288495
1999	19.3454835	20.4926043	24.4433578	26.4101959	26.3880531	21.3290612	23.5790634	20.127576	20.5588168	19.7512189	18.0752703	15.8325109	21.3656943
2000	17.7326781	21.7172193	24.9608571	25.7058215	24.5272003	24.8842184	24.7334492	23.6345798	18.2208556	18.0678344	16.1477566	15.0266492	21.2779771
2001	17.9066964	19.9320803	26.063174	23.5293517	25.9796165	23.119523	24.4985851	20.6819119	17.3140534	18.8089471	16.3686081	16.2514637	20.8875248
2002	16.3380548	21.0119788	24.0577476	26.6281221	25.097279	24.4386365	23.6061406	22.4035708	19.3010907	17.1280696	16.0686593	16.2019358	21.0171162
2003	15.720764	22.1650838	23.4887814	25.9166656	25.7504665	21.8149654	25.7884274	21.2400101	16.8737399	17.5371111	17.1653057	16.3587857	20.8113901
2004	16.2971178	20.92	22.6141068	23.8565998	23.3453704	26.4843291	25.1472612	21.8466501	17.6807794	18.7645698	16.8576776	14.9934225	20.727664
2005	16.8892261	17.3226784	26.1209437	25.7973782	25.6668889	26.762964	20.8693338	18.4891768	20.6192908	17.8007039	16.0314433	17.4763934	20.833041
2006	18.3027838	22.2628488	24.018431	26.67263	25.3491225	25.5979906	22.0237277	21.8282607	17.8063049	16.9823283	16.4146242	15.845397	21.0765968
2007	13.8221455	21.8075311	22.3078416	25.6477095	25.3686119	23.7049341	22.8755968	18.093677	20.7508117	20.1024164	16.2038157	16.3546105	20.5657559
2008	18.6577039	22.3715646	25.6350475	25.7350358	23.5175929	19.5709146	23.236112	15.4230326	16.4736576	16.5457946	17.8095243	17.3315707	20.1836115
2009	17.3919162	22.3312295	23.8363306	26.2767328	26.6764554	23.8204949	26.3169987	21.853509	18.0832245	17.4818757	14.6274037	14.0114985	21.052428
2010	16.7583684	20.3822864	24.5998888	26.0030911	25.3975572	21.322588	22.4106119	21.90512	19.7463516	21.4123976	18.8551496	17.6027762	21.3731719
2011	19.5218046	23.5231268	25.5266688	27.5306915	29.886157	24.8169372	25.0306975	24.2971444	22.2129465	20.5392904	17.7218891	16.7344909	23.1088913
2012	17.2994092	19.7632444	24.9221861	27.6332002	28.2904011	26.823181	25.4474289	23.4426294	22.2023934	19.8987645	17.2231232	15.2849368	22.3545067
2013	18.9751239	22.693526	25.813585	28.073179	25.4967566	24.4816602	27.1721213	21.4045964	18.6190748	17.8392184	16.737312	13.4304055	21.7173741
Total general	16.685631	20.6843033	23.8326821	25.5408998	25.473365	24.3286943	23.6080453	21.291001	19.1348137	18.4691475	16.6685906	15.4793572	20.9295985

Radiación media mensual del periodo 1979 - 2013. Punto de referencia 226-1013

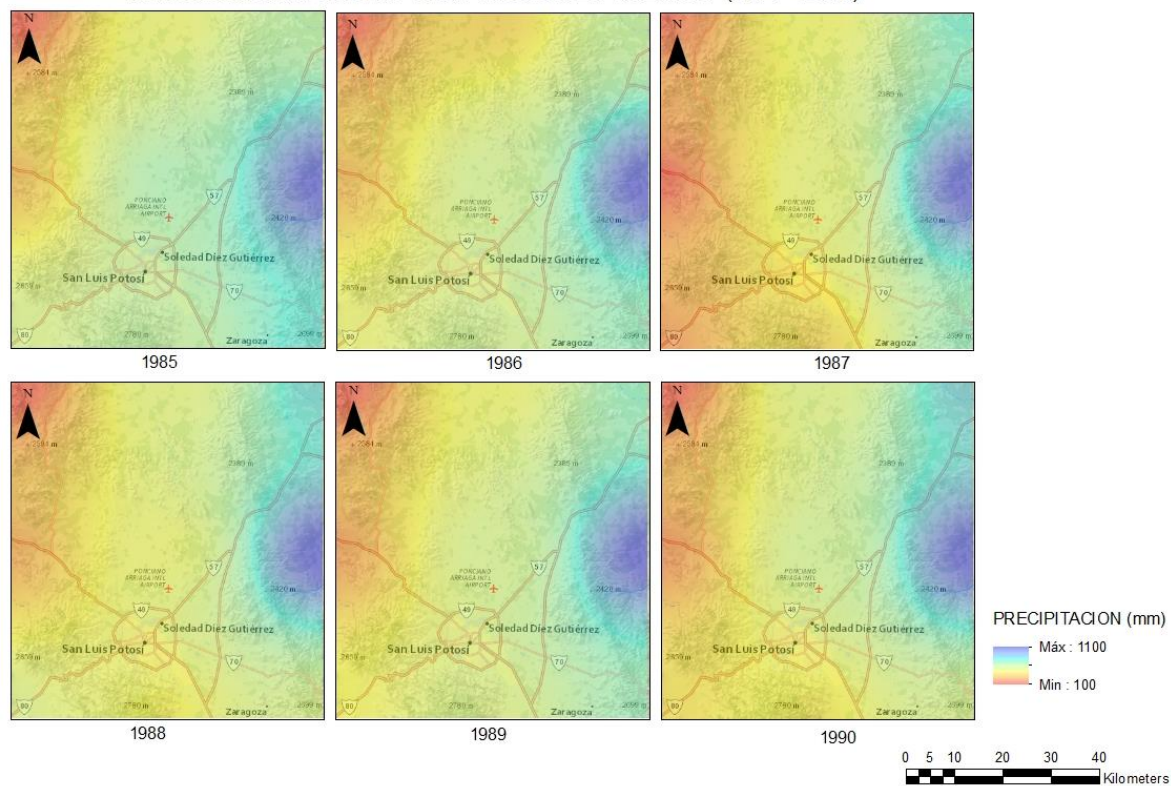
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1979	17.62814	18.7360033	22.597654	23.8069558	25.851279	25.1487559	25.2183357	20.9446313	20.4615199	22.338574	16.7292097	14.5566994	21.1840987
1980	16.4521357	19.7439276	24.1782367	26.0331322	24.5815006	26.4806865	25.4129334	21.9895868	21.4573684	18.9822683	18.116819	14.7187268	21.5054402
1981	14.2511828	18.0252748	21.7342488	23.9994585	25.1225122	22.6995112	23.7268127	22.6665762	19.6452138	19.514334	18.1187014	15.8337321	20.4573304
1982	17.6517919	20.5478917	24.1382663	23.8014519	24.0168005	27.3610776	25.222943	23.9038927	20.8252626	18.809251	16.9842551	15.1395608	21.5338632
1983	14.6632821	21.9153115	25.1968665	28.9036503	26.153893	25.8310816	20.7124617	21.6304542	19.361926	18.6554101	18.2565467	16.7572878	21.4824224
1984	15.2890483	19.5928585	24.0938589	27.621727	25.2686913	25.0466892	19.4538561	21.4157769	13.8289178	18.1855835	17.1161289	14.5263947	20.1142795
1985	16.1873289	19.0815727	22.9784124	22.9429734	24.7569354	24.0752353	21.780588	26.0147839	21.2493804	19.998498	18.5119503	15.2089044	21.0749567
1986	17.161745	21.6869398	25.362712	23.8558489	23.4121453	24.8921665	23.1320074	23.951874	19.6284514	16.3915418	16.6300822	15.7712635	20.9811308
1987	17.3886108	20.7608131	24.964225	25.5540792	24.7763931	26.1057543	19.9604296	23.3814623	20.0611325	19.4105785	16.8254608	14.7498452	21.1541738
1988	17.8439487	18.6448332	22.418722	26.1711303	24.7804369	24.6850145	22.3983947	18.1216728	21.4639001	19.1134211	16.2531646	16.7897955	20.7195481
1989	16.0403589	21.9129415	25.2327375	25.147018	27.1789427	26.0540105	23.2357039	20.8369666	23.2643083	19.2363345	15.4931667	16.923264	21.7028247
1990	15.9564876	21.2186576	22.9037497	23.4746108	24.9809554	24.3720265	23.1126224	21.3357652	19.6173731	17.5767877	16.4780265	15.5319311	20.5362487
1991	17.0077308	22.5036605	24.6619824	24.8130303	24.6348666	23.1919343	22.3933104	21.5489465	16.093828	18.4419658	16.6623382	12.3820399	20.3455686
1992	14.2132627	20.932127	20.9546883	25.3166361	22.4092536	27.6009113	24.6765144	22.2832193	18.6702274	17.6501057	17.0522544	15.5464666	20.5900858
1993	16.267308	22.4326101	25.2777714	27.0310894	25.2341656	18.2501941	25.8614939	21.1445836	17.0087461	17.2991792	17.5915384	17.3506786	20.8932896
1994	18.1224305	21.7339659	25.3745033	26.3333053	22.2650596	24.2611471	25.2299993	21.1441156	19.4844634	19.17085	17.2104134	15.7779876	21.3338746
1995	17.7658031	21.3343986	25.1671815	27.7729032	26.8210347	24.3419331	22.8260689	19.4447681	21.9328407	19.8514614	17.4561658	16.0276904	21.7191855
1996	19.7455913	22.203992	25.5858854	25.9245511	27.2409932	21.955969	25.5324427	19.3339272	17.6368982	20.7617582	17.5226306	16.9633201	21.7081931
1997	17.1250937	22.1525024	21.4286982	24.4134616	24.4880148	26.1415315	24.6276406	22.2569262	20.1758554	19.1880168	17.5972854	16.9244542	21.3625158
1998	19.6525911	23.4782964	26.2227563	28.6499785	27.3102368	26.6824841	24.880594	19.6854057	16.5810687	16.3576152	16.5283876	17.5006035	21.9467226
1999	19.7086532	20.8169424	24.9255499	27.1472031	25.7775036	21.6398426	24.6848087	20.294774	21.1645605	19.8301468	18.3170359	16.4272448	21.731624
2000	18.2230196	22.0703645	25.2286577	25.2527999	24.444978	24.8699656	24.6708624	23.9531336	18.7643672	18.4700988	16.7215727	15.2608835	21.492083
2001	18.4440999	20.5879149	26.3507143	24.0949665	24.7265465	23.2618391	24.4912986	20.1584575	18.1351121	19.4018656	17.0878787	16.5769852	21.1191904
2002	16.6550338	21.4406914	24.2923198	26.3635262	24.5959089	24.1246389	23.2897481	22.5863118	19.3503515	17.349209	16.7035385	16.5076878	21.0963392
2003	16.7726329	22.5672412	24.0974418	26.4952376	25.4218126	21.9218966	25.6888866	20.9813622	17.2609447	18.1658812	17.5073348	16.7438597	21.1273242
2004	17.0425699	21.5540137	23.3718451	24.2520226	23.6104658	25.8297436	24.784577	22.5036645	18.5560044	19.175912	17.2183729	15.289844	21.0926118
2005	17.321647	18.4067061	26.5590278	26.707851	26.0026825	26.6252563	21.8432427	18.6405202	21.1919056	19.0698624	16.4385582	17.7254627	21.3872074
2006	18.7411495	22.747305	24.8564326	26.3542232	25.1815158	25.5631043	22.7801162	21.495287	18.2619095	17.794248	16.7389949	15.8787834	21.3507534
2007	14.6538052	22.2402002	23.2788443	26.1082345	25.0825994	23.543886	22.5679866	18.7830979	21.259265	20.365746	16.7102452	16.7526004	20.9243825
2008	19.1364273	22.796646	26.1255077	26.8019092	24.0255649	20.4578059	23.3139872	16.1365186	16.6272933	17.0334488	18.1382388	17.7008262	20.6816963
2009	17.9061863	23.1065865	24.6092519	26.3751855	26.418699	23.7923096	26.0632635	22.4059629	18.5966792	17.8555122	14.9450891	14.9010273	21.4060803
2010	17.3126251	20.8722316	25.5040859	27.2344773	25.3868747	22.2188693	23.6910326	22.3944395	20.3996356	21.5298645	18.9947416	17.762005	21.9475697
2011	19.6179635	23.6009873	25.3178261	27.5874722	30.0351392	24.6741455	24.680682	23.8550835	22.3293469	20.995652	18.1399592	17.0204304	23.1505793
2012	17.3720363	19.8393107	24.7246492	27.2743502	28.5481403	26.1711142	24.8566636	23.632179	23.1084744	19.5298056	17.222994	15.4182879	22.3092421
2013	18.8170912	23.0244122	25.7360201	28.239935	24.7752083	23.9095643	26.8749739	21.7737697	19.0666149	17.9594119	17.077032	13.5222054	21.7169782
Total general	17.2611089	21.2619431	24.4414666	25.9387539	25.2947929	24.3937742	23.8193509	21.5037113	19.5006042	18.8988629	17.1741746	15.9562509	21.2821652

Anexo 4. Variación anual de la precipitación.

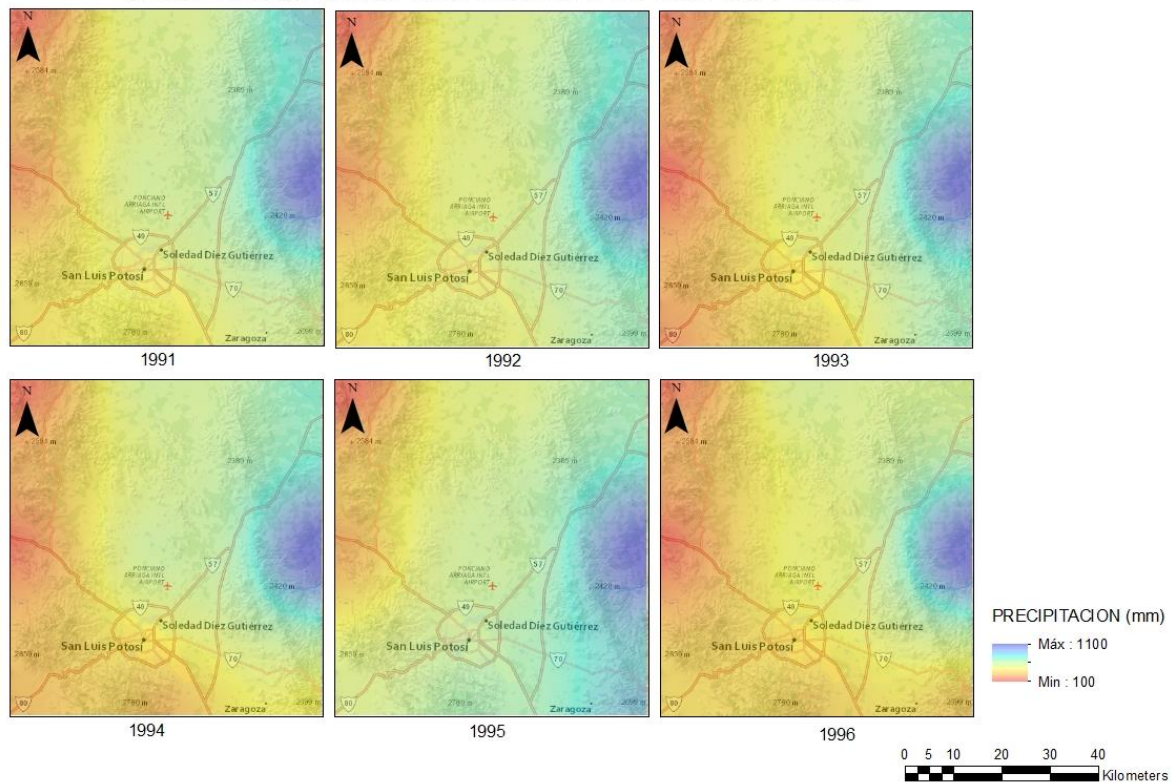
VARIACION ANUAL DE LA PRECIPITACION EN LA ZMSLP (1979 - 2013)



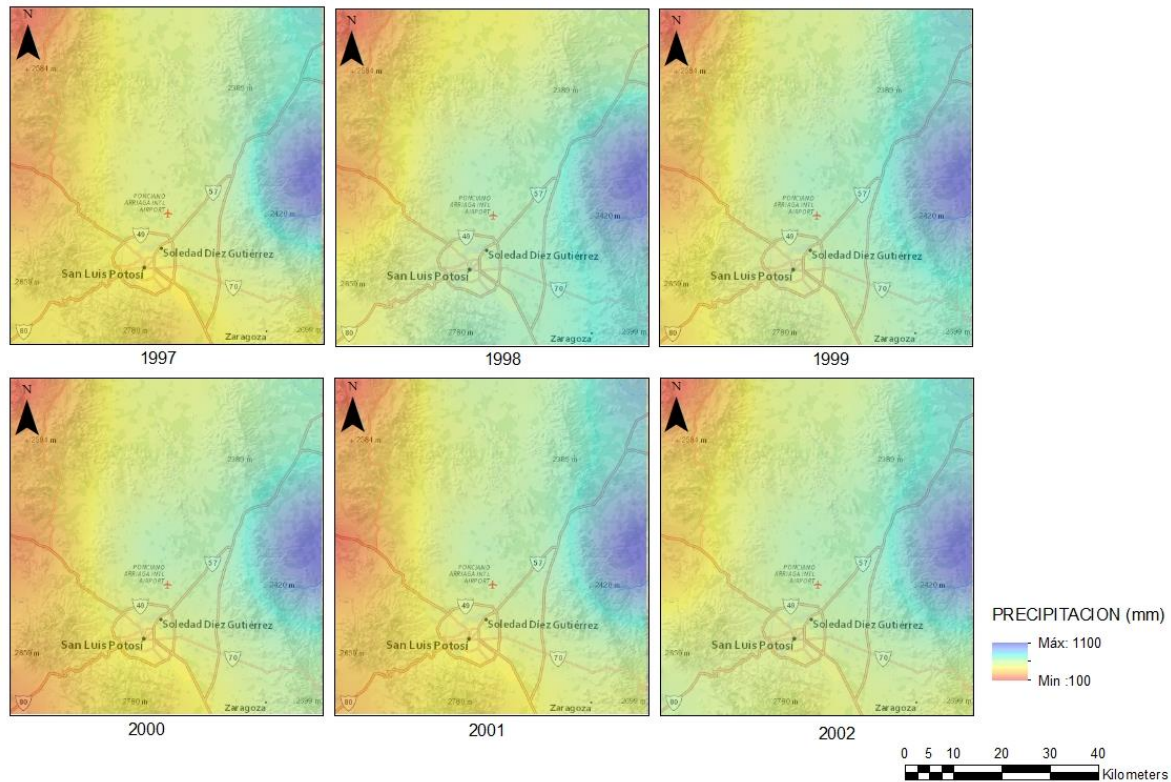
VARIACION ANUAL DE LA PRECIPITACION EN LA ZMSLP (1979 - 2013)



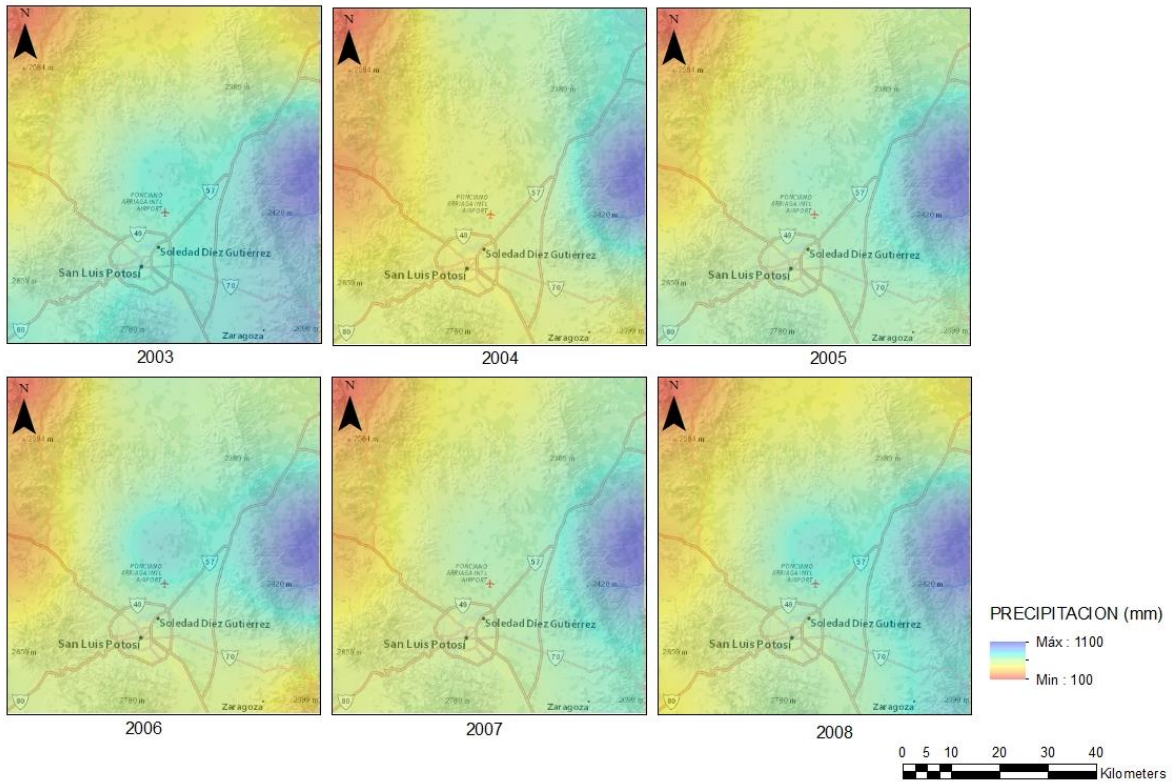
VARIACION ANUAL DE LA PRECIPITACION EN LA ZMSLP (1979 - 2013)



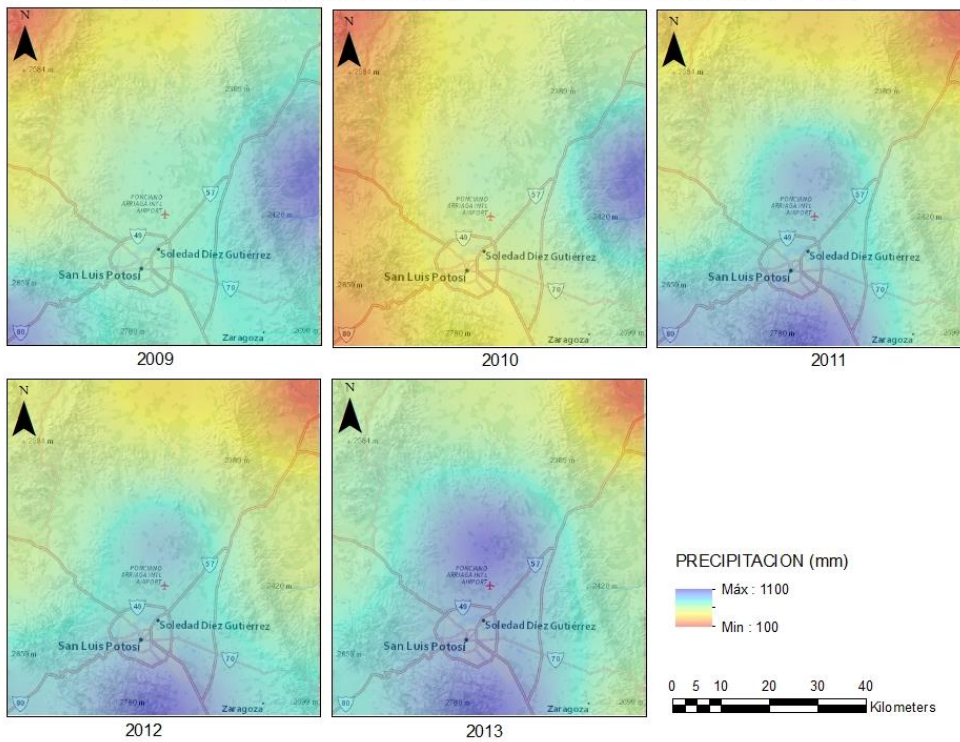
VARIACION ANUAL DE LA PRECIPITACION EN LA ZMSLP (1979 - 2013)



VARIACION ANUAL DE LA PRECIPITACION EN LA ZMSLP (1979 - 2013)



VARIACION ANUAL DE LA PRECIPITACION EN LA ZMSLP (1979 - 2013)



Anexo 6. Cálculo de los Niveles Potenciométricos.

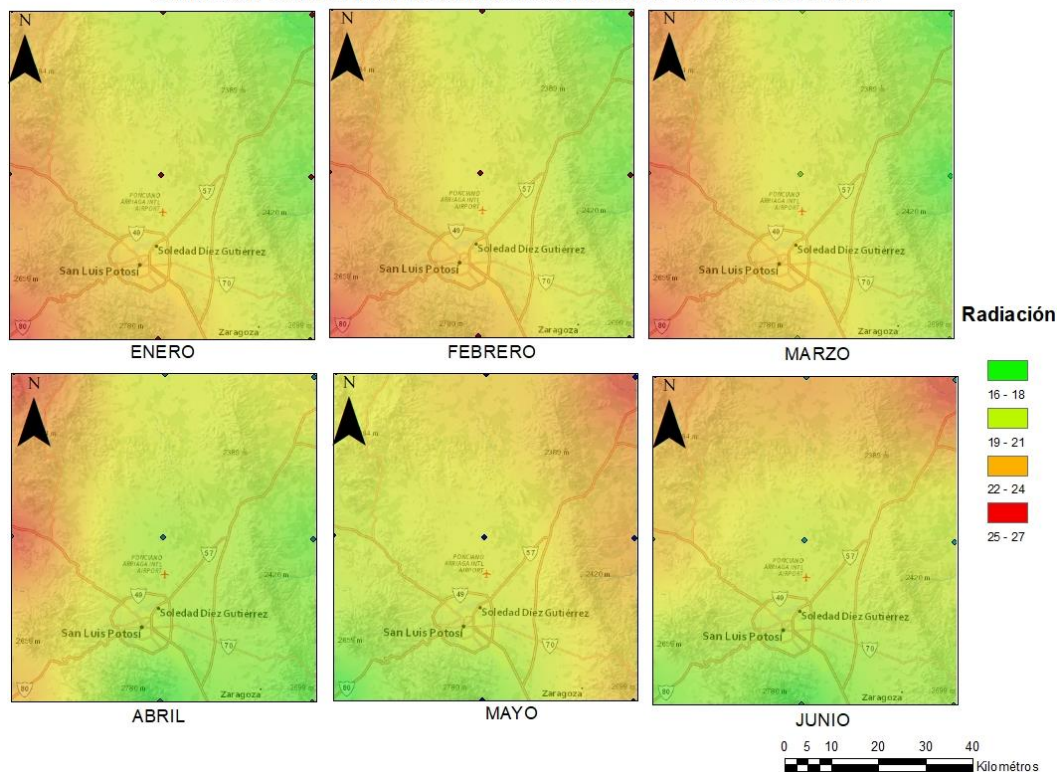
Año 1995						Año 1999						Año 2005					
ID	Longitud	Latitud	Nivel Estático	Cota Brocal	Nivel Potenciométrico	ID	Longitud	Latitud	Nivel Estático	Cota Brocal	Nivel Potenciométrico	ID	Longitud	Latitud	Nivel Estático	Cota Brocal	Nivel Potenciométrico
1	-101.018556	22.1453333	96.2	1895.2	1799.0	1	-100.98291667	22.15356670	152.9	1868.2	1715.3	1	-101.01627778	22.15600000	168.0	1878.4	1710.4
2	-100.97425	22.1385333	140.0	1870.3	1730.3	2	-101.01627778	22.15600000	128.1	1878.4	1750.3	2	-100.97133333	22.13905560	157.0	1870.3	1713.3
3	-100.9889	22.1981	147.0	1872.4	1725.4	3	-101.03743333	22.14951670	112.1	1920.5	1808.4	3	-100.93572222	22.11066670	144.9	1850	1705.1
4	-100.993306	22.1738333	170.0	1870.4	1700.4	4	-101.01855556	22.14533330	126.4	1895.2	1768.8	4	-101.00552778	22.16816670	145.6	1870	1724.4
5	-101.004583	22.17225	183.6	1888.4	1704.8	5	-100.97425000	22.13853330	151.6	1870.3	1718.7	5	-100.99451667	22.16775000	192.6	1867.4	1674.8
6	-101.023306	22.1721667	147.1	1899.3	1752.2	6	-100.98890000	22.19810000	145.8	1872.4	1726.6	6	-100.98730556	22.17277780	160.6	1866	1705.4
7	-100.947111	22.1385556	126.0	1859.2	1732.2	7	-101.00552778	22.16816670	143.5	1870	1726.5	7	-101.00458333	22.17225000	172.0	1888.4	1716.4
8	-100.947983	22.1540667	127.0	1855.4	1728.4	8	-100.99451667	22.16775000	162.3	1867.4	1705.1	8	-101.01991667	22.16650000	158.4	1897.2	1738.8
9	-100.972639	22.1871389	143.5	1859.5	1716.0	9	-100.98730556	22.17277780	173.2	1866	1692.8	9	-100.94780556	22.14530600	171.0	1851	1680.0
10	-100.954306	22.1706389	134.7	1854.7	1720.0	10	-101.00458333	22.17225000	190.6	1888.4	1697.8	10	-100.94822222	22.13452780	202.5	1863	1660.5
11	-100.931028	22.1159167	125.4	1850.5	1725.1	11	-101.01991667	22.16650000	151.0	1897.2	1742.2	11	-100.97413889	22.17872220	189.4	1859	1669.6
12	-100.982389	22.2026389	134.7	1868.4	1733.7	12	-100.97308333	22.12986110	151.1	1875.3	1724.2	12	-100.95430556	22.17063890	152.9	1854.7	1701.8
13	-100.894167	22.1971111	106.0	1841	1735.0	13	-100.95430556	22.17063890	143.5	1854.7	1711.2	13	-100.95036111	22.12655560	144.8	1864.3	1719.5
14	-100.919361	22.2089722	110.4	1842.5	1732.1	14	-100.91966667	22.15033330	124.9	1847	1722.1	14	-100.94805556	22.17180560	219.2	1851	1631.8
15	-100.925889	22.1805556	105.2	1846	1740.8	15	-100.93791667	22.12363890	139.5	1854	1714.5	15	-100.93102778	22.11591670	140.9	1850.5	1709.6
16	-100.86625	22.2463056	95.2	1833.5	1738.3	16	-100.95036111	22.12655560	136.8	1864.3	1727.5	16	-101.03225000	22.15200000	134.0	1885	1751.0
17	-100.861694	22.2399167	101.0	1833.2	1732.2	17	-100.93102778	22.11591670	131.0	1850.5	1719.5	17	-100.97536111	22.17380560	173.7	1837	1663.3
18	-100.852778	22.2363056	95.2	1836.6	1741.4	18	-100.88391667	22.18619440	109.8	1842	1732.2	18	-100.91936111	22.20897220	120.4	1842.5	1722.1
19	-100.854722	22.2158333	97.7	1835.3	1737.6	19	-100.89416667	22.19711110	119.9	1841	1721.1	19	-100.91927778	22.20816670	25.3	1848	1822.7
20	-100.859167	22.2301667	99.7	1834.6	1734.9	20	-100.91936111	22.20897220	113.5	1842.5	1729.0	20	-100.86761111	22.23950000	41.7	1840	1798.3
21	-100.969583	22.1637222	160.1	1859.5	1699.4	21	-100.92588889	22.18055560	65.9	1846	1780.1	21	-100.85277778	22.23630560	84.6	1836.6	1752.0
22	-100.854139	22.1904444	113.7	1849.4	1735.7	22	-100.86625000	22.24630560	102.6	1833.5	1730.9	22	-100.86144444	22.23355560	43.6	1835	1791.4
23	-100.896389	22.1401667	111.3	1845.4	1734.1	23	-100.86169444	22.23991670	100.3	1833.2	1732.9	23	-100.85916667	22.23016670	97.3	1834.6	1737.3
24	-100.858258	22.1153	113.5	1849.9	1736.4	24	-100.85277778	22.23630560	100.2	1836.6	1736.4	24	-100.89800000	22.11061110	131.0	1865.3	1734.0
25	-100.846306	22.1415556	111.6	1849.5	1737.9	25	-100.84630556	22.21583330	74.5	1835.3	1760.8	25	-100.97830556	22.16700000	161.0	1865	1704.0
26	-100.834944	22.1095	113.6	1851.5	1737.9	26	-100.96958333	22.16372220	158.9	1859.5	1700.6	26	-100.97200000	22.15863890	168.0	1863	1695.0
27	-100.873389	22.0976111	116.3	1854.5	1738.2	27	-100.97625000	22.16680560	156.8	1860.4	1703.6	27	-100.84558333	22.14852780	131.0	1849.8	1718.8
28	-100.855556	22.1022778	108.2	1848.1	1739.9	28	-100.97200000	22.15863890	160.2	1863	1702.8	28	-100.85716667	22.15019440	125.1	1850	1724.9
29	-100.869917	22.042	129.6	1867.1	1737.5	29	-100.85413889	22.19044440	114.7	1849.4	1734.7	29	-100.85883333	22.13863890	115.7	1846	1730.3
30	-100.830694	22.0359722	117.6	1849.6	1732.0	30	-100.89638889	22.14016670	116.7	1845.4	1728.7	30	-100.83530556	22.12975000	109.3	1873	1763.7
31	-100.854639	22.0993333	116.0	1848.5	1732.5	31	-100.84630556	22.14155560	115.8	1849.5	1737.3	31	-100.87338889	22.09761110	128.5	1854.5	1726.0
32	-100.845694	22.092	104.0	1847.5	1743.5	32	-100.83494444	22.10950000	115.8	1851.5	1735.7	32	-100.85555556	22.10227780	121.2	1848.1	1726.9
33	-100.860472	22.1201111	102.5	1841.4	1738.9	33	-100.87338889	22.09761110	122.0	1854.5	1732.5	33	-100.86825000	22.08988890	132.3	1855	1722.7
34	-100.99175	22.3458333	76.6	1823.5	1746.9	34	-100.86991667	22.04200000	132.3	1867.1	1734.8	34	-100.86991667	22.04200000	140.9	1867.1	1726.2
35	-100.992472	22.3345833	81.1	1828.9	1747.8	35	-100.83069444	22.03597220	118.2	1849.6	1731.4	35	-100.83069444	22.03597220	128.9	1849.6	1720.7
36	-101.004833	22.3561667	73.6	1823.6	1750.0	36	-100.86213889	22.09727780	121.3	1853.4	1732.1	36	-100.83030556	22.03877780	126.7	1850	1723.3
37	-101.004306	22.3626944	72.3	1820.6	1748.3	37	-100.85463889	22.09933330	112.8	1848.5	1735.1	37	-100.86213889	22.09727780	137.7	1853.4	1715.7
38	-100.957694	22.3230833	83.5	1826.4	1742.9	38	-100.84569444	22.09200000	108.0	1847.5	1739.5	38	-100.86402778	22.09180560	127.9	1849.4	1721.5
39	-100.971139	22.3016944	92.5	1835.5	1743.0	39	-100.86047222	22.12011110	108.3	1841.4	1733.1	39	-100.85708333	22.08933330	126.7	1854.4	1728.7
40	-100.985	22.2988889	95.5	1838.5	1743.0	40	-100.97788889	22.15631110	153.3	1864.7	1711.4	40	-100.85588889	22.09538890	124.6	1848.4	1723.8
41	-100.972806	22.3070556	87.0	1838	1751.0	41	-100.99175000	22.34583330	75.6	1823.5	1747.9	41	-100.85463889	22.09933330	121.5	1848.5	1727.0
42	-100.999167	22.3075278	91.8	1836.4	1744.6	42	-100.99247222	22.33458330	85.2	1828.9	1743.7	42	-100.95769444	22.32308330	93.9	1826.4	1732.5
43	-100.897167	22.278	82.4	1833.3	1750.9	43	-101.00350000	22.34902780	80.5	1825	1744.5	43	-100.96719444	22.32263890	95.7	1830	1734.3
44	-100.916611	22.2373056	100.6	1839	1738.4	44	-101.00430556	22.36269440	76.8	1820.6	1743.8	44	-100.98500000	22.29888890	109.7	1838.5	1728.8
45	-100.920667	22.2428333	96.5	1837.2	1740.7	45	-100.95769444	22.32308330	88.0	1826.4	1738.4	45	-100.98155556	22.30669440	105.9	1836	1730.1
46	-100.949	22.2541944	98.7	1841.5	1742.8	46	-100.96055556	22.28377780	121.0	1838	1717.0	46	-100.97280556	22.30705560	99.6	1838	1738.4
47	-100.988472	22.2132778	127.7	1866.5	1738.8	47	-100.97113889	22.30169440	96.1	1835.5	1739.4	47	-100.99916667	22.30752780	71.1	1836.4	1765.3
48	-101.001278	22.2554167	122.3	1861.2	1738.9	48	-100.97280556	22.30705560	88.1	1838	1749.9	48	-100.99252778	22.30055560	96.4	1847	1750.6
49	-100.952	22.2115833	108.8	1871.7	1762.9	49	-101.00505556	22.28375000	106.1	1925	1818.9	49	-100.89166667	22.26730560	49.4	1832	1782.6
50	-100.882917	22.0649444	137.6	1870.9	1733.3	50	-100.89716667	22.26700000	87.7	1833.3	1745.6	50	-100.89777778	22.23155560	21.7	1848	1826.3
51	-100.963833	22.16775	159.9	1858.2	1698.3	51	-100.92066667	22.24283330	99.1	1837.2	1738.1	51	-100.89716667	22.26700000	74.9	1833.3	1758.4
52	-100.896389	22.0851667	135.1	1864.3	1729.2	52	-100.94900000	22.25419440	102.6	1841.5	1738.9	52	-100.92019444	22.22966670	70.1	1840	1769.9
53	-100.916694	22.1226667	118.3	1846.2	1727.9	53	-100.98847222	22.21327780	135.1	1866.5	1731.4	53	-100.98847222	22.21327780	146.0	1866.5	1720.5
54	-100.896583	22.1026667	118.5	1849.8	1731.3	54	-100.95200000	22.21583330	122.4	1871.7	1749.3	54	-100.88988889	22.09425000	137.0	1864.3	1727.3
55	-100.917639	22.0996667	120.0	1849.9	1729.9	55	-100.88291667	22.06494440	138.9	1870.9	1732.0	55	-100.91669444	22.12266670	141.3	1846.2	1704.9
56	-100.9195	22.1130833	116.1	1848.2	1732.1	56	-100.89638889	22.08516670	134.8	1864.3	1729.5	56	-100.91358333	22.11994440	134.8	1847	1712.2
57	-100.926333																

Anexo 7. Datos utilizados para el cálculo de la ETR por el método de Turc.

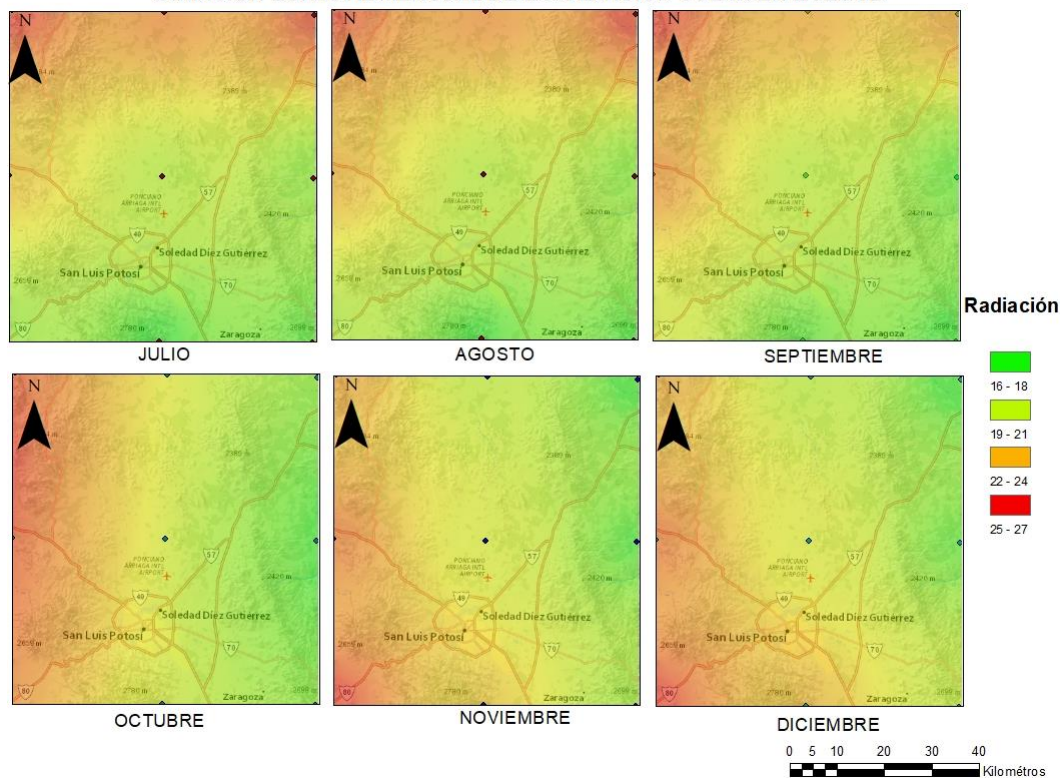
ESTACION	X	Y	ALTITUD	PRECIPITACION	TEMP MEDIA	L	ETR
220-1006	332467.151	2434913.75	2549	565.98	17.57	766.28	470.75
220-1009	300097.385	2435185.77	2294	528.28	16.65	739.25	444.78
220-1013	267818.291	2435911.14	2189	500.15	16.23	727.03	426.80
223-1013	268271.649	2470275.68	1897	424.97	16.80	743.59	383.71
223-1009	300641.415	2470003.66	1851	556.75	17.15	753.91	463.10
223-1006	332648.494	2469640.98	1580	713.67	18.02	779.84	541.42
226-1006	332829.838	2504005.52	1532	566.77	18.61	797.36	478.11
226-1009	301094.773	2504640.22	1634	504.84	17.61	767.66	437.35
226-1013	268906.35	2505184.25	2116	375.94	17.19	755.09	350.89

Anexo 8. Distribución espacial de la Radiación Solar.

VARIACIÓN ESPACIAL MENSUAL DE LA RADIACIÓN SOLAR EN LA ZMSLP



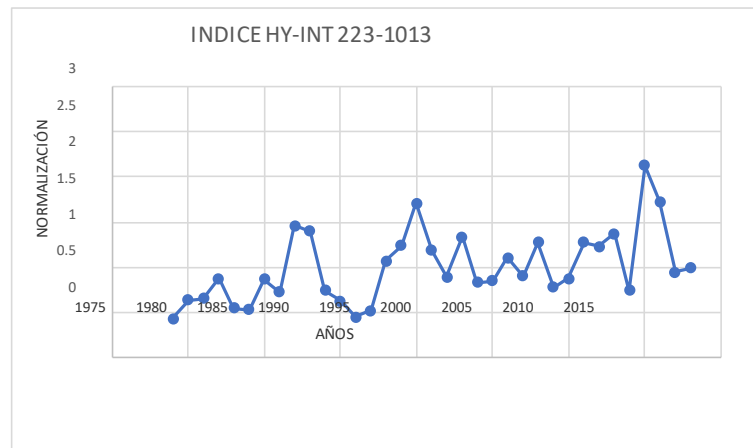
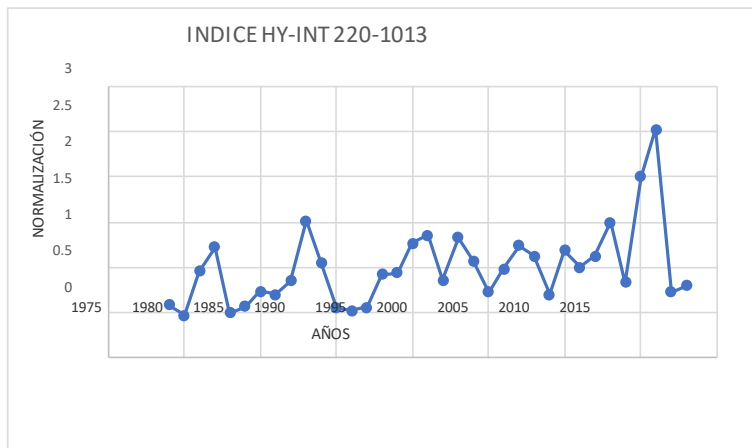
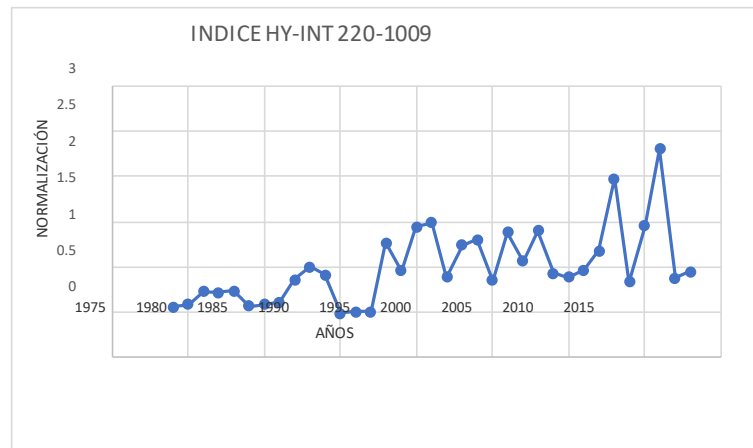
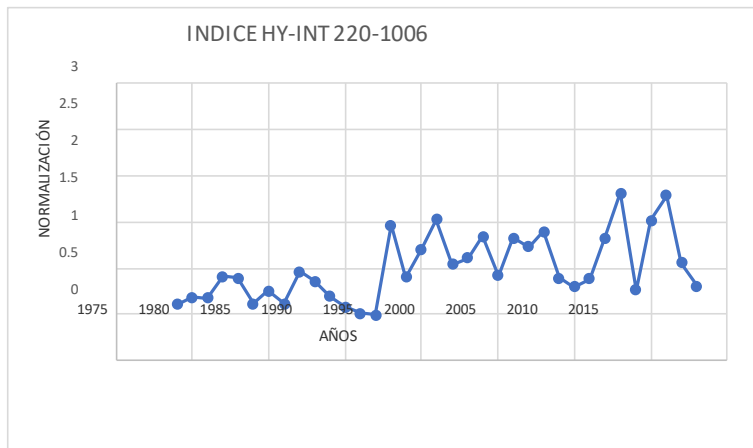
VARIACIÓN ESPACIAL MENSUAL DE LA RADIACIÓN SOLAR EN LA ZMSLP

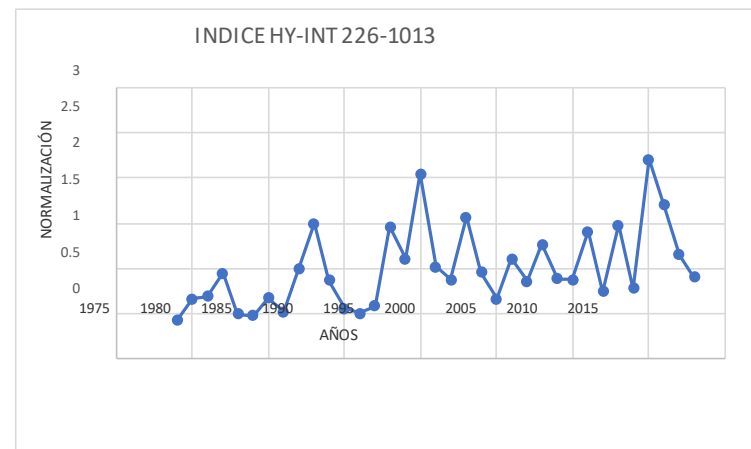
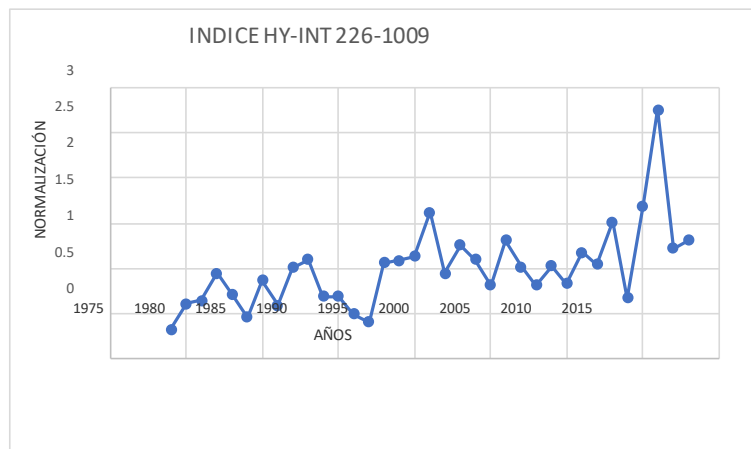
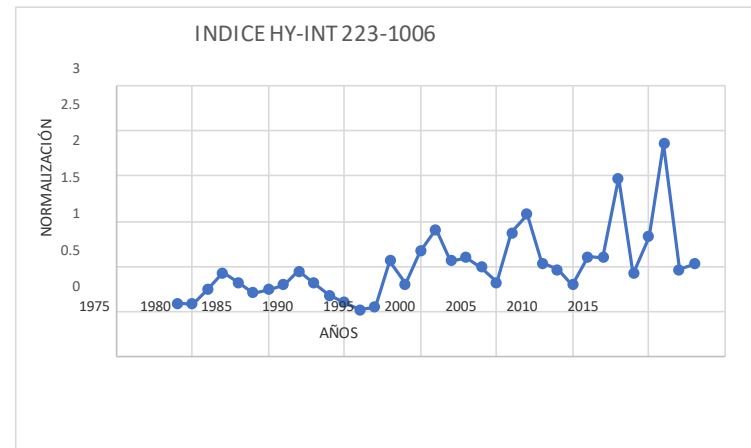
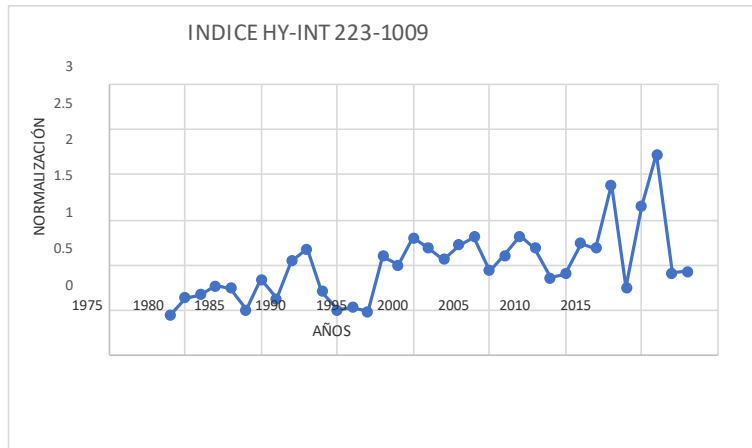


Anexo 9. Datos de Conductividad Hidráulica (K) reportados por diferentes autores.

Referencia	Roca Volcanica Fracturada	Conglomerado Basal
	K m/día	K m/día
Fco. Padilla (2013) Geología	17.28 a 1581.12	30.24 a 207.36
Ground water and aquifers	0.0864 a 864	0.0864 a 86.4
Ronal Zapata Geología agua subterránea	0.0582 a 0.864	0.00864 a 0.864
Hans Schreier	0.0864 a 864	0.864 a 8640
Dr. Szücs Péter (2014)	0.0006912 a 25.92	0.0582 a 0.5184

Anexo 10. Graficas del índice HY-INT para los nueve puntos de referencia climática.





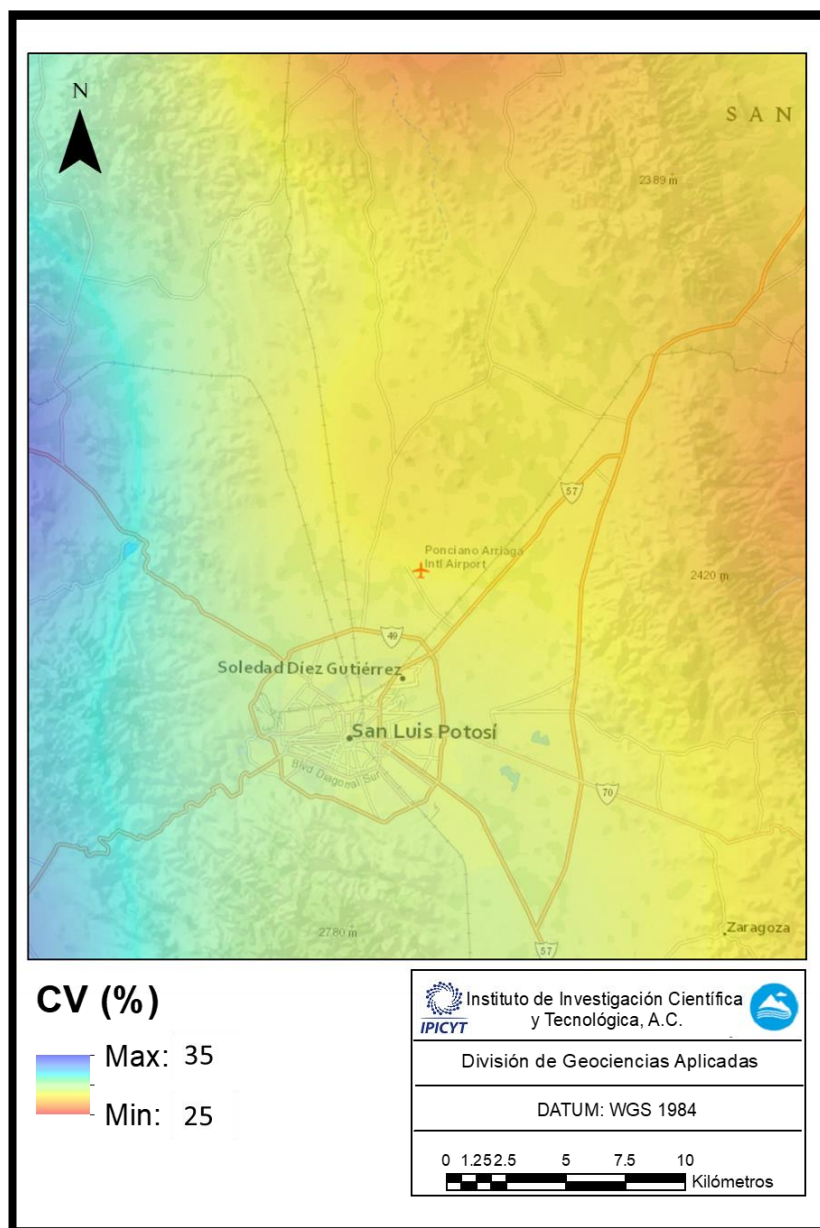
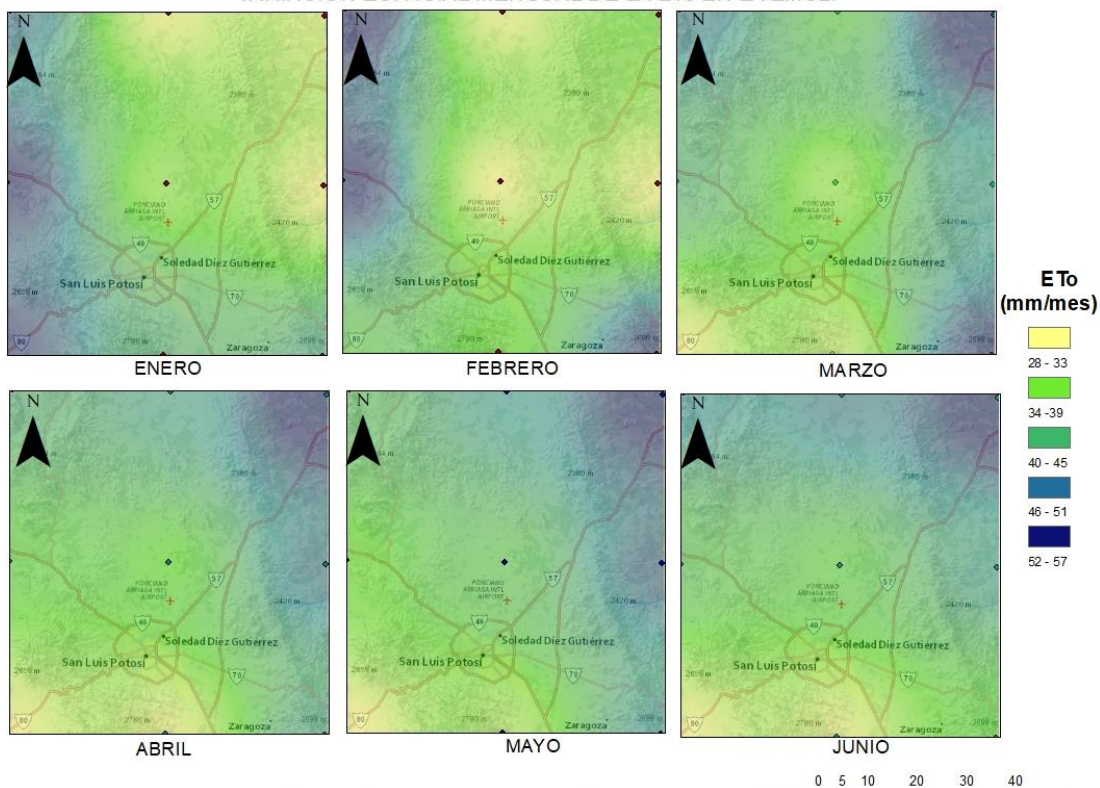
Anexo 11. Distribución espacial del Coeficiente de Variación.

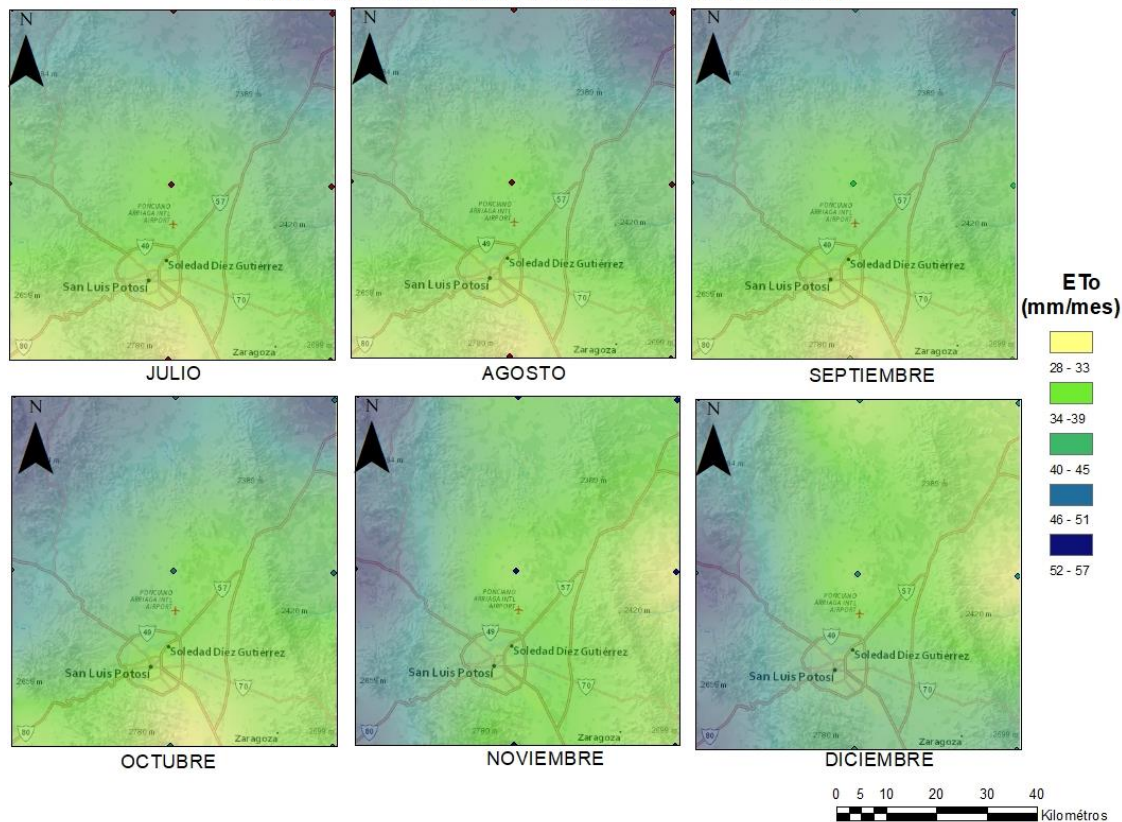
Figura 16. Distribución espacial del CV en la ZMSLP.

Anexo 12. Variación espacial mensual de la ETo en la ZMSLP.

VARIACIÓN ESPACIAL MENSUAL DE LA ETo EN LA ZMSLP



VARIACIÓN ESPACIAL MENSUAL DE LA ETo EN LA ZMSLP



Anexo 13. Escenario de recarga al acuífero somero por pérdida de agua por fugas en las redes urbanas.

Volumen Total	Uso Público-Urbano	% Pérdida de agua	Recarga Acuífero Somero
152,353,076	68%	29%	30,044,026

Anexo 14. Cálculos del balance hidrológico del Acuífero Granular zona norte y sur.

Norte

Celda	Longitud (m)	Ancho (m)	h1-h2 (m)	Gradiente (m)	Área (m ²)	K=1.8x10-6 m/s	K=1.3x10-6 m/s	K=1x10-5 m/s
1	2000	600	10	0.0167	160000	0.0048	0.0035	0.0267
2	2000	800	10	0.0125	160000	0.0036	0.0026	0.0200
3	1400	1000	10	0.0100	112000	0.0020	0.0015	0.0112
4	1000	1200	10	0.0083	80000	0.0012	0.0009	0.0067
5	1800	1600	10	0.0063	144000	0.0016	0.0012	0.0090
6	1000	1100	10	0.0091	80000	0.0013	0.0009	0.0073
7	2000	800	10	0.0125	160000	0.0036	0.0026	0.0200
8	2600	600	10	0.0167	208000	0.0062	0.0045	0.0347
9	1400	600	10	0.0167	112000	0.0034	0.0024	0.0187
10	1000	1000	10	0.0100	80000	0.0014	0.0010	0.0080
11	1100	1100	10	0.0091	88000	0.0014	0.0010	0.0080
12	1800	2000	10	0.0050	144000	0.0013	0.0009	0.0072
13	1800	2000	10	0.0050	144000	0.0013	0.0009	0.0072
Total						0.0332	0.0240	0.1845

Sur

Celda	Longitud (m)	Ancho (m)	h1-h2 (m)	Gradiente (m)	Área (m ²)	K=1.8x10-6 m/s	K=1.3x10-6 m/s	K=1x10-5 m/s
1	1600	800	10	0.0125	128000	0.0288	0.0021	0.0160
2	2000	800	10	0.0125	160000	0.0360	0.0026	0.0200
3	1400	1000	10	0.0100	112000	0.0202	0.0015	0.0112
4	2400	1400	10	0.0071	192000	0.0247	0.0018	0.0137
5	2800	1400	10	0.0071	224000	0.0288	0.0021	0.0160
6	2600	1100	10	0.0091	208000	0.0340	0.0025	0.0189
7	1600	800	10	0.0125	128000	0.0288	0.0021	0.0160
8	1100	1100	10	0.0091	88000	0.0144	0.0010	0.0080
9	1800	1600	10	0.0063	144000	0.0162	0.0012	0.0090
10	2000	600	10	0.0167	160000	0.0480	0.0035	0.0267
11	1800	400	10	0.0250	144000	0.0648	0.0047	0.0360
12	1100	200	10	0.0500	88000	0.0792	0.0057	0.0440
13	800	200	10	0.0500	64000	0.0576	0.0042	0.0320
14	1100	800	10	0.0125	88000	0.0198	0.0014	0.0110
15	800	800	10	0.0125	64000	0.0144	0.0010	0.0080
16	2400	1100	10	0.0091	192000	0.0314	0.0023	0.0175
17	2000	1100	10	0.0091	160000	0.0262	0.0019	0.0145
18	2400	1000	10	0.0100	192000	0.0346	0.0025	0.0192
Total						0.608	0.0439	0.338

Anexo 15. Cálculos del balance hidrológico del Acuífero Fracturado zona norte y sur.

Norte								
Celda	Longitud (m)	Ancho (m)	h1-h2 (m)	Gradiente (m)	Área (m ²)	K=7x10-6 m/s	K=1.7x10-6 m/s	K=1x10-5 m/s
1	2000	600	10	0.0167	600000	0.0700	0.0170	0.1000
2	2000	800	10	0.0125	600000	0.0525	0.0128	0.0750
3	1400	1000	10	0.0100	420000	0.0294	0.0071	0.0420
4	1000	1200	10	0.0083	300000	0.0175	0.0043	0.0250
5	1800	1600	10	0.0063	540000	0.0236	0.0057	0.0338
6	1000	1100	10	0.0091	300000	0.0191	0.0046	0.0273
7	2000	800	10	0.0125	600000	0.0525	0.0128	0.0750
8	2600	600	10	0.0167	780000	0.0910	0.0221	0.1300
9	1400	600	10	0.0167	420000	0.0490	0.0119	0.0700
10	1000	1000	10	0.0100	300000	0.0210	0.0051	0.0300
11	1100	1100	10	0.0091	330000	0.0210	0.0051	0.0300
12	1800	2000	10	0.0050	540000	0.0189	0.0046	0.0270
13	1800	2000	10	0.0050	540000	0.0189	0.0046	0.0270
Total						0.484	0.118	1

Sur

Celda	Longitud (m)	Ancho (m)	h1-h2 (m)	Gradiente (m)	Área (m ²)	K=7x10-6 m/s	K=1.7x10-6 m/s	K=1x10-5 m/s
1	1600	800	10	0.0125	560000	0.0490	0.0119	0.0700
2	2000	800	10	0.0125	700000	0.0613	0.0149	0.0875
3	1400	1000	10	0.0100	490000	0.0343	0.0083	0.0490
4	2400	1400	10	0.0071	840000	0.0420	0.0102	0.0600
5	2800	1400	10	0.0071	980000	0.0490	0.0119	0.0700
6	2600	1100	10	0.0091	910000	0.0579	0.0141	0.0827
7	1600	800	10	0.0125	560000	0.0490	0.0119	0.0700
8	1100	1100	10	0.0091	385000	0.0245	0.0060	0.0350
9	1800	1600	10	0.0063	630000	0.0276	0.0067	0.0394
10	2000	600	10	0.0167	700000	0.0817	0.0198	0.1167
11	1800	400	10	0.0250	630000	0.1103	0.0268	0.1575
12	1100	200	10	0.0500	385000	0.1348	0.0327	0.1925
13	800	200	10	0.0500	280000	0.0980	0.0238	0.1400
14	1100	800	10	0.0125	385000	0.0337	0.0082	0.0481
15	800	800	10	0.0125	280000	0.0245	0.0060	0.0350
16	2400	1100	10	0.0091	840000	0.0535	0.0130	0.0764
17	2000	1100	10	0.0091	700000	0.0445	0.0108	0.0636
18	2400	1000	10	0.0100	840000	0.0588	0.0143	0.0840
Total						1	0.251	1.477

