



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Valoración del volumen de azolve en
el vaso de almacenamiento de la
"Presa Solís" Acámbaro, Guanajuato**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniera Civil

P R E S E N T A

Brenda Samano Ramírez

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Víctor Manuel Palma Valderrama



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado VALORACION DEL VOLUMEN DE AZOLVE EN EL VASO DE ALMACENAMIENTO DE LA "PRESA SOLIS" ACAMBARO, GUANAJUATO, que presenté para obtener el título de INGENIERO CIVIL es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

BRENDA SAMANO RAMIREZ
Número de cuenta: 317128525

Agradecimientos

Al llegar a esta etapa de mi formación, me detengo a reflexionar sobre todas las personas que, de una manera u otra, han contribuido a que este proyecto sea una realidad.

En primer lugar, expreso mi más profundo agradecimiento a mis padres y hermanos, quienes, con su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante, me han brindado las herramientas necesarias para superar cada obstáculo. Su ejemplo de esfuerzo, dedicación y fortaleza ha sido mi mayor fuente de inspiración.

Agradezco especialmente al Ing. Víctor Manuel Palma Valderrama por su guía, paciencia y valiosas sugerencias a lo largo de este camino. Su compromiso y conocimiento fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo, y su confianza en mí me motivó a dar siempre lo mejor.

También reconozco con gratitud a mis profesores ingenieros, quienes me proporcionaron los recursos y un entorno propicio para llevar a cabo esta investigación. Sus enseñanzas, comentarios constructivos y palabras de aliento no solo enriquecieron mi formación académica, sino que también fomentaron un crecimiento personal significativo en mí, durante mi estancia en la Universidad.

A mi amigo Emmanuel Juárez López, por ser mi refugio en los momentos difíciles y mi fuente de alegría en los momentos de éxito. Su compañía y consejos han sido esenciales para mantener un equilibrio a lo largo de este proceso.

Finalmente, agradezco a la vida por brindarme la oportunidad de cumplir mis sueños en la Universidad Nacional Autónoma de México. Este camino no solo me ha permitido alcanzar mis metas, sino también descubrir y demostrarme a mí misma lo lejos que puedo llegar con esfuerzo, dedicación y perseverancia.

Dedicatoria

A mi mamá

Por su amor incondicional, su fortaleza, su paciencia y por ser mi mayor apoyo en cada paso de mi vida. Gracias por enseñarme que los sueños se alcanzan con esfuerzo, dedicación y perseverancia. Por ser mi mayor ejemplo de la gran mujer que puedo llegar a convertirme y lo capaz que puedo ser. Gracias por nunca dejarme caer y siempre estar a mi lado. Esta tesis es el reflejo de todo lo que me has dado, de tu sabiduría, de tus sacrificios y de tu amor a diario. Te dedico este logro con todo mi amor.

A mi hermana Daniela

Por ser no solo mi hermana, sino también mi mejor amiga. Por ser la persona que más cree en mí, incluso cuando yo dudo. Gracias por escucharme siempre y por ofrecerme tu apoyo incondicional en cada momento. Por estar a mi lado en las risas, en los momentos difíciles y en los sueños compartidos. Esta tesis es tan tuya como mía, porque sin ti, este camino no habría sido el mismo.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	19
CAPÍTULO I. MARCO TEORICO.	21
1.1 Cuencas hidrológicas: definición y clasificación.....	21
1.2 Precipitación.....	23
1.3 Sedimentos.	24
1.3.1 Tipo de sedimentos.....	24
1.3.2 Transporte de sedimentos en ríos.....	25
1.3.3 Sedimentos en un embalse.....	27
1.4 Niveles de operación de una presa	28
1.5 Azolve.	29
1.6 Método de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE). ..	30
CAPÍTULO II. ZONA DE ESTUDIO.	33
2.1 Ubicación geográfica.....	33
2.2 Topografía.	35
2.3 Uso de suelo y cobertura vegetal.....	37
2.4 Edafología.....	38
2.5 Climatología.	39
2.6 Región hidrológica (RH).....	40
2.6.1 Cuenca.....	41
2.6.2 Microcuenca.....	42
2.7 Precipitación media anual (h_p).....	43
2.8 Factor de erosividad de la lluvia (R).....	46
2.9 Factor de erodabilidad del suelo (K).....	48
2.10 Factor de topografía, longitud-pendiente. (LS).....	50

2.11	Factor de manejo de cobertura (C)	51
2.12	Factor de prácticas de conservación (P)	54
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DEL CASO.		55
3.1	Hipótesis consideradas de la zona de estudio.	55
3.2	Capacidad de almacenamiento de la Presa Solís.	55
3.3	Las condiciones actuales en Presa Solís.	56
3.4	Visita técnica a Presa Solís.	56
3.5	Metodología de análisis.	58
3.6	Información para el análisis de volumen de azolve.	58
3.6.1	Análisis de precipitación acumulada media anual.	58
3.6.2	Análisis del factor de erosividad de la lluvia (R).	60
3.6.3	Análisis del factor de erodabilidad del suelo (K).	60
3.6.4	Análisis del factor de longitud y pendiente del cauce principal de la microcuenca (LS).	61
3.6.5	Análisis del factor de manejo de cobertura vegetal (C).	63
3.6.6	Análisis del factor de prácticas de conservación (P).	64
3.7	Estimación de volumen de azolve en el vaso de almacenamiento.	64
3.7.1	Aplicación de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelos (RUSLE).	64
3.8	Estimación del volumen de azolve.	66
3.9	Análisis del volumen de azolve anual en el periodo de 1980-2020.	66
3.10	Erosión de suelo nivel nacional.	68
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.		69
4.1	Análisis cuantitativo de los resultados obtenidos por medio de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelos (RUSLE).	69

4.2	Discusión de la estimación obtenida con la metodología de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelos (RUSLE).....	71
4.3	Observaciones pertinentes sobre la implementación de la metodología de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelos (RUSLE) para obtener el nivel de azolve en una presa.	72
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		75
5.1	Conclusiones.....	75
5.2	Recomendaciones.....	77
BIBLIOGRAFÍA.....		79
ANEXOS.		81
Anexo I. Datos históricos de precipitación.		81
Anexo II. Precipitación media acumulada anual.....		111
Anexo III. Estimación del volumen de azolve.....		113
Anexo IV. Mapas		115
Anexo V. Reporte fotográfico.		121

Índice de figuras

<i>Figura 1 Tipo de cuencas. Tomada de (Aparicio, 1992).</i>	22
<i>Figura 2 Tipo de sedimentos. Elaboración propia.</i>	24
<i>Figura 3 Fuerzas actuantes en los sedimentos. Tomada de (GUNT, 2024).</i>	26
<i>Figura 4 Transporte de sedimentos. Tomada de (Sedimentología para todos,2024).</i>	27
<i>Figura 5 Perfil de elevaciones de una presa. Tomada de (Sotelo Ávila, 1994).</i>	28
<i>Figura 6 Regiones hidrológicas en México. Tomada de (SEMARNAT, 2015).</i>	40
<i>Figura 7 Factor de erosividad de la lluvia. Tomada de (BECERRA, 1997).</i>	47
<i>Figura 8 Presa Solís. Elaboración propia.</i>	57
<i>Figura 9 Metodología RUSLE. Elaboración propia.</i>	58
<i>Figura 11 Presa Solís. Elaboración propia.</i>	121
<i>Figura 12 Cortina tipo cimacio Presa Solís. Elaboración propia.</i>	122
<i>Figura 13 Compuertas radiales Presa Solís. Elaboración propia.</i>	123
<i>Figura 14 Obra se excedencia, tanque amortiguador. Elaboración propia.</i>	124
<i>Figura 15 Visita técnica Presa Solís. Elaboración propia.</i>	125

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Modelo Digital de Elevación (MDE) tipo terreno con una resolución de 5 metros.</i>	36
<i>Tabla 2 Climatología Acámbaro, Guanajuato.</i>	39
<i>Tabla 3 Características principales de la microcuenca.</i>	43
<i>Tabla 4 Estaciones climatológicas de la zona de estudio.</i>	44
<i>Tabla 5 Precipitación media acumulada anual por estación climatológica.</i>	45
<i>Tabla 6 Distribución de áreas de influencia por polígonos de Thiessen.</i>	45
<i>Tabla 7 Precipitación media acumulada anual.</i>	45
<i>Tabla 8 Factor de erosividad de la lluvia.</i>	47
<i>Tabla 9 Factor de erodabilidad del suelo.</i>	48
<i>Tabla 10 Factor de manejo de cobertura.</i>	52
<i>Tabla 11 Precipitación media anual de la microcuenca.</i>	59
<i>Tabla 12 Factor de erodabilidad del suelo en la microcuenca.</i>	61
<i>Tabla 13 Factor de manejo de cobertura vegetal en la microcuenca.</i>	63
<i>Tabla 14 Estimación de la erosión del suelo anual en la microcuenca Presa Solís.</i>	67
<i>Tabla 15 Rango de clasificación de la erosión hídrica.</i>	68
<i>Tabla 16 Datos históricos de precipitación, estación CORONEO 11012.</i>	81
<i>Tabla 17 Datos históricos de precipitación, estación JERECUARIO 11031.</i>	84
<i>Tabla 18 Datos históricos de precipitación, estación PRESA SOLIS 11076.</i>	88
<i>Tabla 19 Datos históricos de precipitación, estación TARANDACUAO 11077.</i>	91
<i>Tabla 20 Datos históricos de precipitación, estación HACIENDA SAN LUCAS 11116.</i>	95
<i>Tabla 21 Datos históricos de precipitación, estación PARACUARIO 11149.</i>	98
<i>Tabla 22 Datos históricos de precipitación, estación EL GIGANTE 11166.</i>	100
<i>Tabla 23 Datos históricos de precipitación, estación SAN MIGUEL CURINHUATO 16199.</i>	103
<i>Tabla 24 Datos históricos de precipitación, estación EPITACIO HUERTA 16233.</i>	106
<i>Tabla 25 Datos históricos de precipitación, estación UCAREO 16255.</i>	108
<i>Tabla 26 Datos históricos de precipitación en un periodo de 40 años (1980- 2020).</i>	111
<i>Tabla 27 Estimación del volumen de azolve 1980-2020.</i>	113

Índice de mapas

<i>Mapa 1 División Política Guanajuato. Elaboración propia.</i>	<i>33</i>
<i>Mapa 2 Ubicación Acámbaro, Guanajuato. Elaboración propia.</i>	<i>35</i>
<i>Mapa 3 Curvas de Nivel Acámbaro. Elaboración propia.</i>	<i>36</i>
<i>Mapa 4 Cuencas y subcuencas en Territorio Nacional. Elaboración propia.</i>	<i>41</i>
<i>Mapa 5 Microcuenca de aportación a Presa Solís. Elaboración propia.</i>	<i>42</i>
<i>Mapa 6 Estaciones climatológicas. Elaboración propia.</i>	<i>43</i>
<i>Mapa 7 Polígonos de Thiessen. Elaboración propia.</i>	<i>44</i>
<i>Mapa 8 Edafología. Elaboración propia.</i>	<i>49</i>
<i>Mapa 9 Uso de suelo y vegetación. Elaboración propia.</i>	<i>53</i>
<i>Mapa 10 Erosión del suelo. Elaboración propia.</i>	<i>68</i>
<i>Mapa 11 Cuencas hidrográficas. Elaboración propia.</i>	<i>115</i>
<i>Mapa 12 Estaciones climatológicas. Elaboración propia.</i>	<i>116</i>
<i>Mapa 13 Edafología. Elaboración propia.</i>	<i>117</i>
<i>Mapa 14 Uso de suelo y vegetación. Elaboración propia.</i>	<i>118</i>
<i>Mapa 15 Erosión del suelo. Elaboración propia.</i>	<i>119</i>

Índice de graficas

<i>Grafica 1 Uso de suelo y cobertura vegetal Acámbaro, Guanajuato. Tomada de (INEGI, 2010).</i>	<i>37</i>
<i>Grafica 2 Edafología Acámbaro, Guanajuato. Tomada de (INEGI,2010).....</i>	<i>38</i>
<i>Grafica 3 Volumen de azolve Presa Solís. Elaboración propia.....</i>	<i>69</i>

INTRODUCCIÓN

A principios del siglo XX, la concepción de nueva infraestructura hidráulica para almacenamiento, riego y generación de energía eléctrica representó un desafío considerable. En la década de 1930, los proyectos de obras de irrigación fueron cruciales en el desarrollo del país. Fue en este periodo cuando se iniciaron los estudios para identificar la ubicación adecuada para la construcción de la que hoy conocemos como "Presa Solís" (Carmona, 2025).

El proyecto de "Presa Solís" surgió con el propósito de regular el flujo del río Lerma, prevenir inundaciones y facilitar el riego de cultivos en la zona de Acámbaro, Guanajuato. En el año 1949 se inauguró la obra por la Comisión Nacional de Irrigación, quien comenzó el proyecto y delegó su conclusión a la "Constructora Mexicana, S.A. de C.V.". A 76 años de su inauguración, la "Presa Solís" requiere una evaluación cuidadosa de sus condiciones actuales.

Recientemente, el municipio de Acámbaro, Guanajuato, cuenta con una población aproximada de 108,697 habitantes (INEGI, 2025). Su relevancia a nivel nacional se basa en la exportación internacional de productos agrícolas, principalmente pepinos, pepinillos y tomates frescos o refrigerados, teniendo como principales destinos comerciales a Estados Unidos y Canadá.

Esta presa ha desempeñado un papel crucial a lo largo de su vida útil, proporcionando recursos hídricos a la región de Acámbaro para satisfacer las demandas agrícolas a lo largo de los años. No obstante, es fundamental llevar a cabo estudios preventivos de manera constante con el fin de evitar posibles situaciones de riesgo.

Esta tesis se centra en analizar el nivel actual de azolve por medio de métodos estadísticos. Este análisis permitirá formular recomendaciones y acciones que contribuirán a la gestión efectiva de la presa y la sostenibilidad de la zona. El desarrollo de este trabajo tiene el propósito de aportar un antecedente para establecer una metodología que pueda ser replicada en cualquier presa en el país.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Cuencas hidrológicas: definición y clasificación

Una cuenca hidrológica es una región delimitada por fronteras naturales del terreno, como montañas, colinas u otras elevaciones, dentro de la cual el agua proveniente de la lluvia y los escurrimientos superficiales fluyen siguiendo el relieve hasta converger en una corriente principal, donde pueden formar un embalse. En otras palabras, es el espacio geográfico en el que todas las aguas contribuyen al mismo sistema fluvial (Rojas, 2017).

Para dar a conocer la disponibilidad de las aguas superficiales, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha dividido el territorio nacional en 731 cuencas hidrológicas. Éstas se encuentran organizadas en 37 Regiones Hidrológicas (RH), las cuales a su vez se agrupan dentro de las 13 Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA). La cuenca de Yucatán Norte destaca como la más extensa, caracterizada por las particularidades de su terreno, seguida por la cuenca de Sonora Sur, conformada por el curso del Río Yaqui. En contraste, la cuenca de menor extensión es la de Grijalva-Usumacinta, que incluye como río principal al Ixcán (SEMARNAT, 2015).

Existen diferentes tipos de cuencas de acuerdo con la evacuación del flujo:

- I. Endorreica (Cerrada): El punto de salida se encuentra dentro del parteaguas de la cuenca, por lo común desemboca en lagos, lagunas o salares (Figura 1 inciso b).

- II. Exorreica (Abierta): El punto de salida se observa en los límites del parteaguas de la cuenca, desembocando en otra corriente o en mar abierto (Figura 1 inciso a).

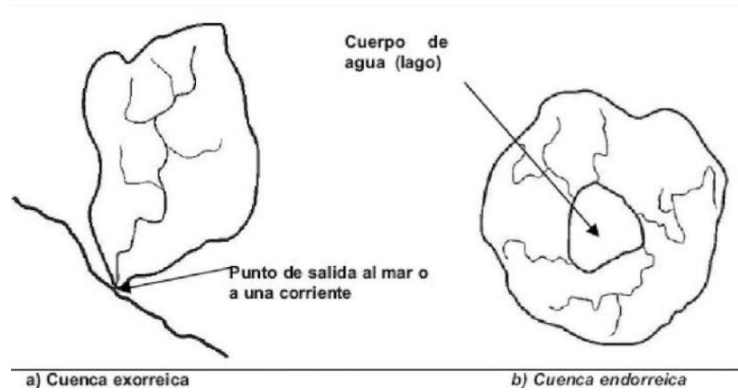


Figura 1 Tipo de cuencas. Tomada de (Aparicio, 1992).

- III. Arreica: No hay presencia de agua en la superficie, ya sea por la evaporación del fluido o por la presencia de un suelo permeable que permiten la filtración.
- IV. Criptorreica: Se observa un sistema de drenaje subterráneo sin una red claramente definida, caracterizada por la repentina ausencia de cursos de agua visibles (Aparicio, 1992).

La Figura 1 muestra un esquema con los dos tipos de cuenca más comunes según la evacuación del fluido: Exorreica y endorreica.

Por otro lado, las cuencas hidrográficas también se pueden clasificar de acuerdo con su extensión. Cuando el área del parteaguas abarca más de 50,000 hectáreas, se le designa como cuenca; en cambio, si la extensión está comprendida entre 5,000 y 50,000 hectáreas, se clasifica como subcuenca. Por último, cuando la superficie del parteaguas es menor a 5,000 hectáreas, se denomina microcuenca (IMTA, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2019).

1.2 Precipitación

La precipitación de una cuenca se refiere a la cantidad total de agua que cae sobre un área en forma de lluvia, nieve u otras formas de humedad atmosférica durante un período de tiempo específico. Esta medida es fundamental para comprender el ciclo hidrológico, ya que la precipitación influye en la cantidad de agua disponible en ríos, arroyos y acuíferos, así como en la vegetación y la biodiversidad de la zona. La precipitación puede variar ampliamente según la ubicación geográfica, la temporada y los patrones climáticos locales y regionales.

Para cuantificar la lluvia es necesario recurrir a los conceptos de duración e intensidad de lluvia. El primero, se refiere al tiempo transcurrido entre la caída de la primera gota hasta la última. El segundo se refiere a la medida de la variación de la precipitación con respecto al tiempo (Aparicio, 1992).

La precipitación, en función del tiempo, es un parámetro fundamental en los estudios hidrológicos. Para realizar un análisis adecuado, es esencial conocer la precipitación media de la zona de estudio, es decir, un valor representativo que refleje el comportamiento general de la lluvia en la zona de interés. Existen al menos tres métodos comúnmente utilizados para calcular la precipitación media (Aparicio, 1992):

- a) Método aritmético: implica promediar las alturas de precipitación registradas por las estaciones hidrológicas/climatológicas ubicadas en distintos puntos de la cuenca de interés (o en puntos cercanos a ésta).
- b) Método de Polígonos de Thiessen: se basa en un promedio pesado de las alturas de precipitación por el área de influencia de cada estación.

- c) Método de las isoyetas: el cual se basa en el trazo equitativo de curvas que mejor representen la variación entre precipitaciones medias de las estaciones climatológicas pertinentes (Aparicio, 1992).

1.3 Sedimentos

Se denomina sedimentos a las partículas resultantes de la erosión de rocas o suelos, tales como arenas, arcillas, limos, entre otras. Estas partículas son transportadas por el flujo de agua y se depositan en el lecho o las orillas de ríos, lagos, embalses, planicies e incluso llegan al mar, dependiendo de la intensidad del arrastre generado. Estos sedimentos pueden originarse tanto por la erosión del suelo como por la descomposición de materiales vegetales y animales (Sanchez, 2016).

1.3.1 Tipo de sedimentos

Los sedimentos se clasifican en función de sus características distintivas, las cuales abarcan aspectos como composición, origen y tamaño. La Figura 2 se presenta la clasificación de sedimentos según Cobo (2008).

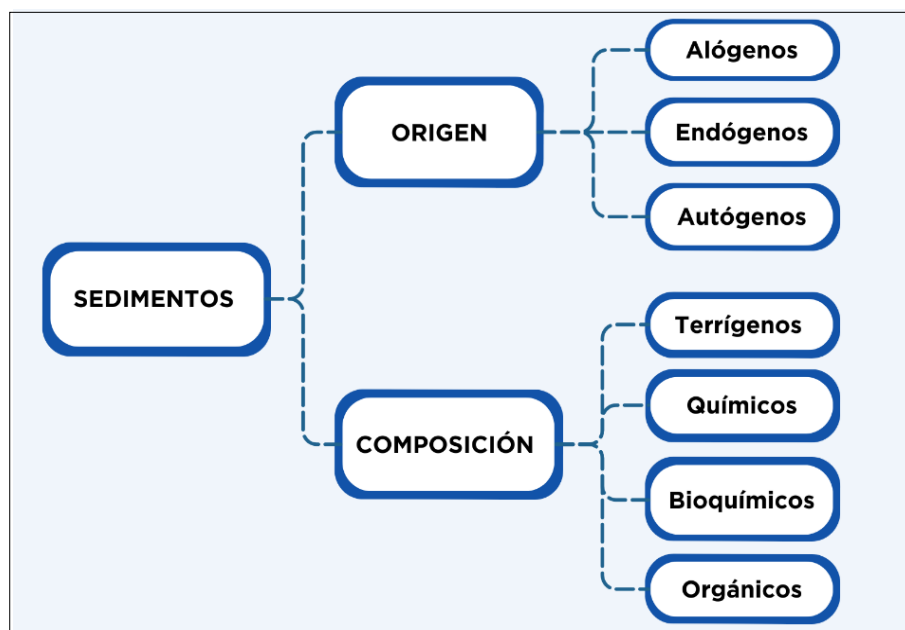


Figura 2 Tipo de sedimentos. Elaboración propia.

1.3.2 Transporte de sedimentos en ríos

Tras establecer la definición de sedimento como cualquier partícula de suelo o roca que es arrastrada y transportada por el flujo de agua, depositándose en el lecho o las orillas de un río, se puede entender que el transporte de sedimentos se presenta como el movimiento constante de dichas partículas a lo largo de la trayectoria del cauce, ya sea como carga de fondo, en suspensión o de lavado. Este fenómeno, a lo largo de su proceso, da lugar continuamente a la formación de nuevos paisajes y modifica la trayectoria de los ríos con el paso del tiempo. La evolución de este proceso se manifiesta claramente en la geometría cambiante de los ríos.

Usualmente, los sedimentos transportados por los ríos presentan variados tamaños; aquéllos de gran tamaño resisten con más fuerza el flujo del agua en comparación de los pequeños. En muchas instancias, los sedimentos pequeños encuentran protección entre los granos más grandes, provocando a desplazarse cuando la fuerza del flujo es significativa. Ahora bien, la velocidad del flujo juega un papel crucial en la eficacia del transporte de sedimentos y, por ende, en la generación de irregularidades en el fondo del cauce, conocido como lecho. Estas variaciones pueden alcanzar aproximadamente 1/3 de la profundidad del cauce y se clasifican en tres formas básicas de lecho: ripples, dunas y antidunas (GUNT, 2024).

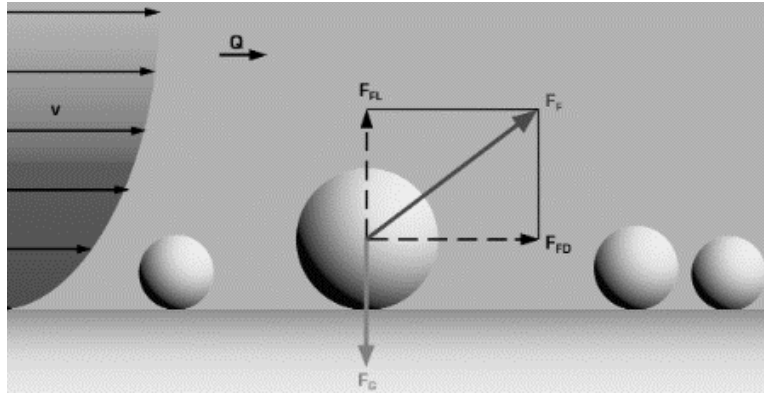


Figura 3 Fuerzas actuantes en los sedimentos. Tomada de (GUNT, 2024).

Con el fin de clasificar el transporte de sedimentos (ver Figura 3), se consideran distintos movimientos que se originan a raíz de la fuerza del flujo. Esta fuerza resulta de la combinación de la fuerza de sustentación, que actúa verticalmente, y la fuerza de arrastre, que opera horizontalmente sobre el sedimento. El propio peso del sedimento, por otro lado, se convierte en el factor determinante para clasificar el tipo de movimiento que están experimentando los sedimentos (GUNT, 2024).

Considerando que el peso propio de los sedimentos es el factor determinante para clasificar el tipo de transporte de sedimentos en el flujo (ver Figura 4), podemos identificarlos en dos categorías fundamentales:

- Transporte de fondo: que puede manifestarse mediante arrastre, rodadura o saltación, generalmente asociado a partículas gruesas.
- Transporte de suspensión: caracterizado por el desplazamiento de partículas pequeñas de material fino a través del flujo (GUNT, 2024).

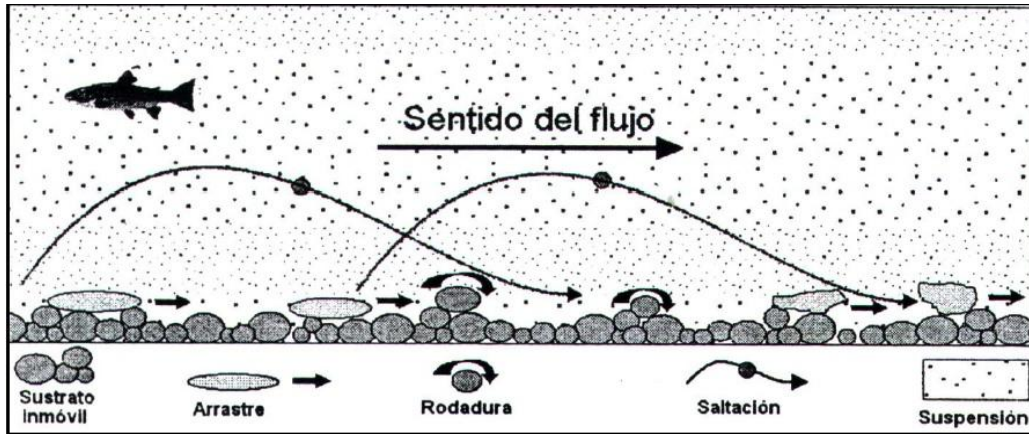


Figura 4 Transporte de sedimentos. Tomada de (Sedimentología para todos, 2024).

1.3.3 Sedimentos en un embalse

Uno de los problemas principales que afectan la capacidad de los embalses es la acumulación de sedimentos en el fondo. Aunque parte del diseño de los embalses contempla un volumen para almacenar dichos sedimentos, en muchas ocasiones este espacio se ve superado, resultando en la pérdida consiguiente de volumen útil en el mismo. En las presas, incluso si el volumen destinado para los sedimentos no se ha excedido, la reducción en la velocidad del flujo sugiere que el embalse podría perder capacidad de almacenamiento, lo que implica una disminución correspondiente de la disponibilidad de agua; en casos extremos, el embalse podría volverse completamente inhábil (Sanchez, 2016).

La sedimentación ocurre principalmente debido al arrastre y transporte de partículas provocados por el flujo de agua, estando estrechamente relacionada con el proceso de erosión hídrica del suelo. Este proceso implica el desprendimiento, transporte y depósito de partículas a lo largo de laderas (Cotler y González, 2010). Se puede afirmar que los embalses actúan como captadores de sedimentos, y su eficacia

varía según el envejecimiento del embalse, afectado por la intervención humana en la cuenca (Laiz, 2009).

1.4 Niveles de operación de una presa

Las presas son un conjunto de obras hidráulicas (la cortina, obra de desvío, obra de excedencia y obra de toma) de considerable tamaño que permiten el almacenamiento o la retención de agua con el fin de utilizarla en diversas actividades, como el riego, el abastecimiento humano y la producción de energía eléctrica, entre otras (CENAPRED, 2019).

Los niveles operativos en una presa proporcionan información crucial sobre el comportamiento y la disponibilidad del recurso hídrico para satisfacer la demanda.

En la Figura 5, se ilustra un esquema detallado de los niveles de una presa, junto con la designación correspondiente al volumen almacenado en cada uno de ellos.

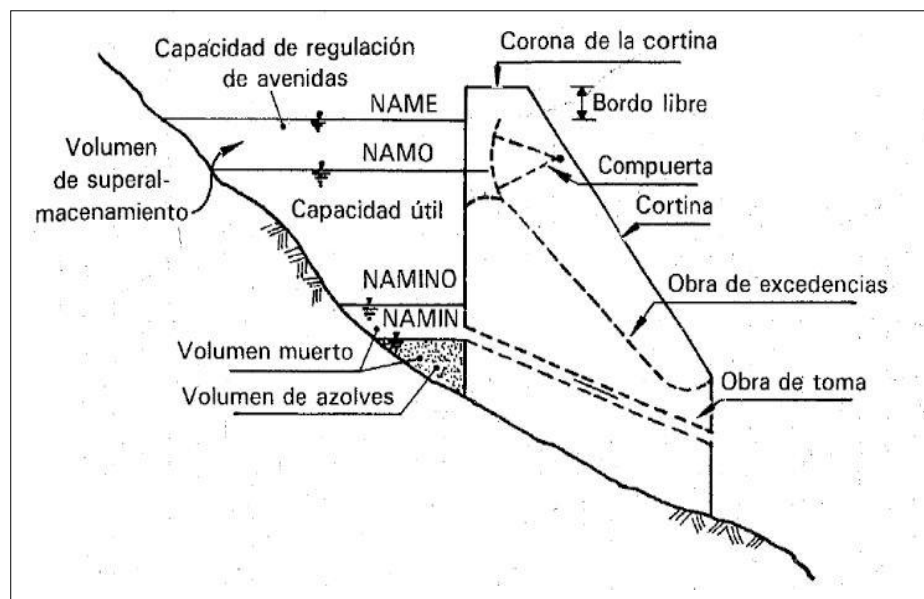


Figura 5 Perfil de elevaciones de una presa. Tomada de (Sotelo Ávila, 1994).

La (CONAGUA, Terminología, 2025) a través de su portal digital de Terminología de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, proporciona la descripción de cada uno de los niveles presentes en una presa:

- NAME (Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias): Se refiere al nivel máximo que puede alcanzar el embalse de una presa durante una avenida extraordinaria, garantizando la estabilidad estructural y operativa de la obra.
- NAMO (Nivel de Aguas Máximas de Operación): Se considera como nivel óptimo de operación de la presa, en el cual se puede almacenar agua de manera regular. El volumen correspondiente a este nivel constituye la capacidad útil para la cual fue diseñada la presa.
- NAMINO (Nivel de Aguas Mínimas de Operación): Es el nivel mínimo necesario para garantizar el funcionamiento normal de la presa.
- NAMIN o NAZ (Nivel de Agua Mínima o Nivel de Azolve): Representa el nivel mínimo de diseño, por debajo del cual se encuentra el volumen muerto, destinado a almacenar el azolve acumulado.

1.5 Azolve

El azolve se define como la acumulación de materia sólida en lechos de ríos, presas y depósitos subterráneos, transformando de manera permanente el entorno. Este fenómeno resulta de la erosión causada por prácticas agrícolas inadecuadas y deforestación. En el contexto de una presa, el azolve se refiere a la acumulación de sedimentos sólidos arrastrados por el flujo hacia el vaso de almacenamiento (Cobo, 2008).

La acumulación de sedimentos en el vaso de almacenamiento de una presa conlleva diversas problemáticas, como el aumento de la turbulencia en el flujo, excesivo transporte de sedimentos sólidos, mayor riesgo de inundaciones aguas arriba, alteraciones en el ecosistema (flora y fauna) y la posibilidad de superar el NAMIN, lo que podría llevar al cierre de la presa.

1.6 Método de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE)

La evaluación del nivel de azolve en una presa nos brinda la información necesaria para entender la condición actual en la que se encuentra en operación y los cambios morfológicos que ha sufrido el cauce a lo largo del tiempo. A pesar de que las presas están diseñadas para acumular un nivel determinado de azolve durante su vida útil, las condiciones climatológicas, topográficas y mecánicas del suelo que se encuentran en constante evolución provocadas por el cambio climático y la actual crisis hídrica a nivel global, alteran de manera considerable estos niveles provocando problemas en las infraestructuras hidráulicas.

Por esta razón, es fundamental mantener un control y conocimiento preciso sobre el nivel de azolve en las presas, lo que permitirá prevenir problemas que puedan afectar negativamente a las comunidades que dependen de este recurso hídrico.

Ahora bien, para poder cuantificar el nivel de azolve en un cauce existen métodos directos o empíricos:

- **Métodos directos:** Implica la evaluación de sedimentos en la corriente que fluye hacia la entrada del embalse o la medición directa dentro del embalse a través de *levantamientos batimétricos*.

- Métodos empíricos: Se emplean métodos estadísticos fundamentados en datos cuantitativos obtenidos a través de experimentos y monitoreo en el área de estudio. Estos modelos poseen un enfoque predictivo, siendo predominantemente *métrico-estadísticos*, lo que significa que ofrecen predicciones, pero no capturan de manera dinámica la evolución del proceso (Febles, J. Vega, M., 2016).

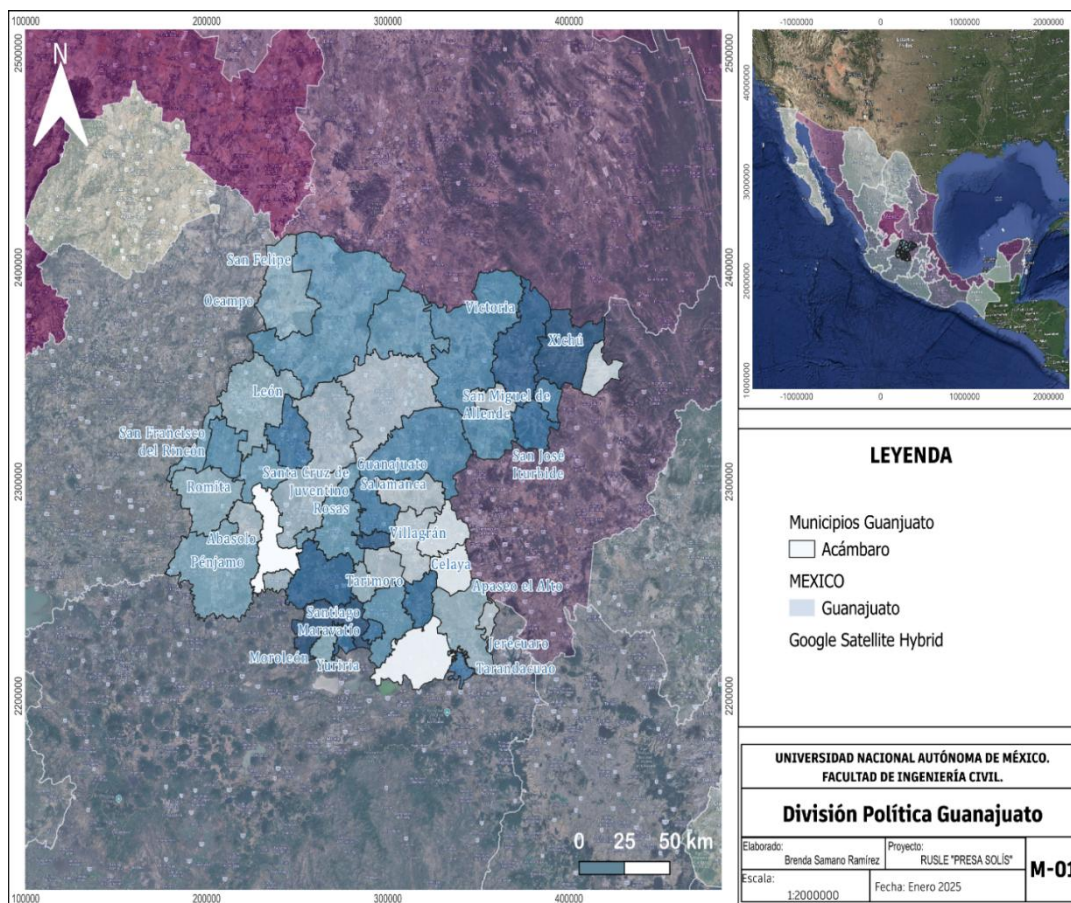
El método de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo “RUSLE” se emplea como un método basado en la observación para calcular la erosión del suelo a lo largo de un año en términos de toneladas por unidad de superficie. Este cálculo considera diversos factores, como el tipo de cultivo, las prácticas de manejo, la naturaleza del suelo, el régimen de lluvias y la topografía específica (Renard, 1997). La aplicación de este método en el trabajo de investigación será analizar datos históricos de la zona de estudio para poder determinar cada uno de los parámetros involucrados en el método de RUSLE y de esta manera tener un valor cuantificable de la erosión media anual que se presenta en el cauce en los últimos años.

Para aplicar el método RUSLE y estimar la erosión hídrica del suelo en la zona de interés, es necesario identificar los distintos parámetros que lo integran: el factor de erosividad de la lluvia (R), el factor de erodabilidad del suelo (K), el factor topográfico de longitud-pendiente (LS), el factor de manejo de cobertura (C), así como el factor de prácticas de conservación (P) (Montes-León, M.A., Uribe-Alcántara, E.M., García-Celis, E., 2011).

CAPÍTULO II. ZONA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación geográfica

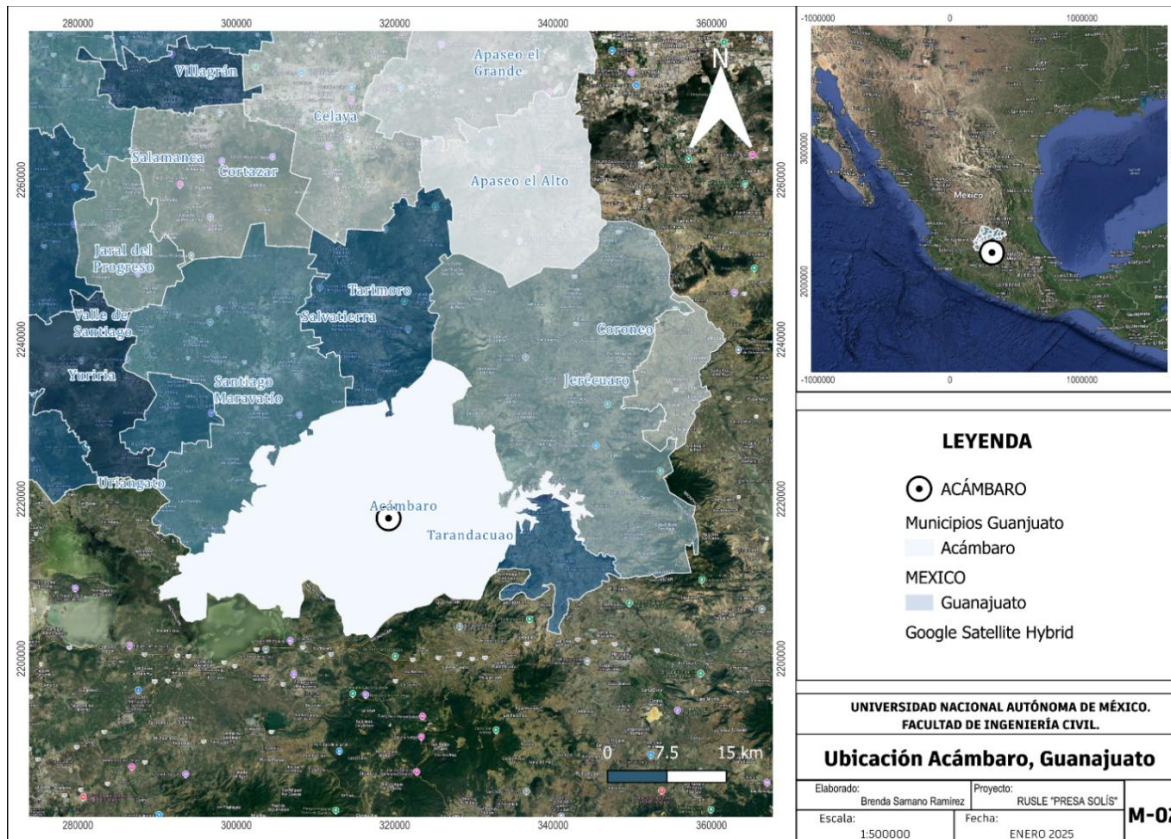
El estado de Guanajuato se ubica en la región centro-norte de México, limitando al norte con Zacatecas y San Luis Potosí, al este con Querétaro, al sur con Michoacán y al oeste con Jalisco (ver Mapa 1). Con una extensión de 30,607 km², representa el 1.6 % del territorio nacional, siendo la décima entidad más pequeña del país. Entre sus municipios se incluyen Acámbaro, Celaya, San Miguel de Allende, San José Iturbide, Irapuato y Salamanca, entre otros. Los vestigios de civilización más antiguos en el estado se encuentran en Chupícuaro, cerca de Acámbaro, en la zona ahora cubierta por la presa Solís (Gobierno de Mexico , 2023).



Mapa 1 División Política Guanajuato. Elaboración propia.

En 1933, nació la urgencia de desarrollar infraestructura hidráulica en el estado de Guanajuato. Fue entonces cuando se iniciaron los estudios para determinar la ubicación óptima de una nueva presa destinada a abastecer a la población cercana. Después de evaluar varias propuestas dentro del estado, el proyecto finalmente recibió la aprobación para su construcción en San Miguel o Rancho Solís, ubicado al norte de Acámbaro. Esta presa, que posteriormente sería conocida como el "Vaso de Solís", "Presa Solís" o "Presa de Solís", se convirtió en una solución a las necesidades de suministro de agua en la región.

El municipio de Acámbaro (Mapa 2), colinda al norte con los municipios de Salvatierra y Tarimoro; al este con los municipios de Jerécuaro y Tarandacuao; al sur y oeste con el estado de Michoacán de Ocampo. De acuerdo con los sondeos de INEGI, la población registrada en Acámbaro hasta el año 2020 fue de 108,697 habitantes, de los cuales el 48% son hombres y 52% son mujeres, siendo uno de los principales municipios dedicados a la cosecha de pepinos, pepinillos y tomates frescos o refrigerados (INEGI, 2010).



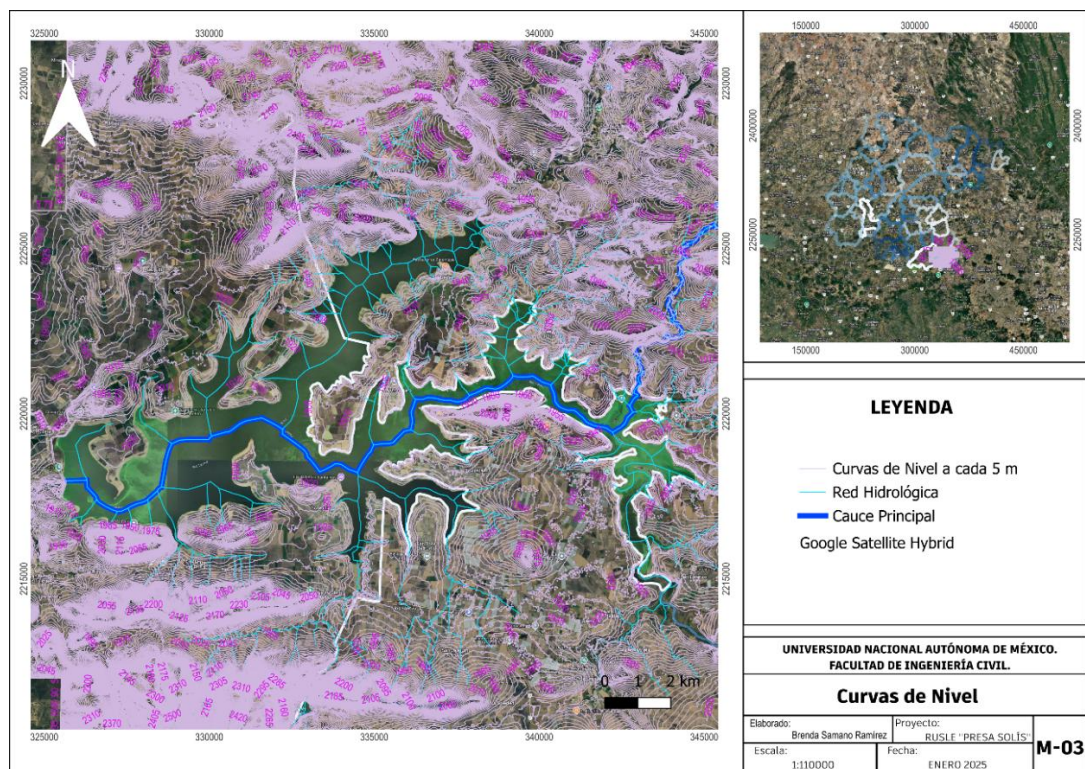
Mapa 2 Ubicación Acámbaro, Guanajuato. Elaboración propia.

2.2 Topografía

La topografía se encarga de describir y representar en detalle la superficie terrestre, considerando la medición de alturas y posiciones de puntos específicos (INEGI, 2017). Esta información permite generar mapas y planos de alta precisión. En el caso de la zona de estudio, se genera un Modelo Digital de Elevación (MDE) tipo terreno con una resolución de 5 metros, derivado de datos obtenidos mediante sensores remotos satelitales y aerotransportados, utilizando las cartas LiDAR proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Tabla 1 Modelo Digital de Elevación (MDE) tipo terreno con una resolución de 5 metros.

Clave	Edición
E14A15A1	2017
E14A15A2	2017
E14A15B1	2017
E14A15B2	2017
F14C84F4	2014
F14C85D3	2015
F14C85D4	2015
F14C85E3	2014
F14C85E4	2014
F14C85F3	2016
F14C84F2	2014
F14C85D1	2015
F14C85D2	2015
F14C85E1	2014
F14C85E2	2014
F14C85F1	2016
F14C85F2	2016
F14C85A4	2014
F14C85B3	2014
F14C85B4	2014
F14C85C3	2014



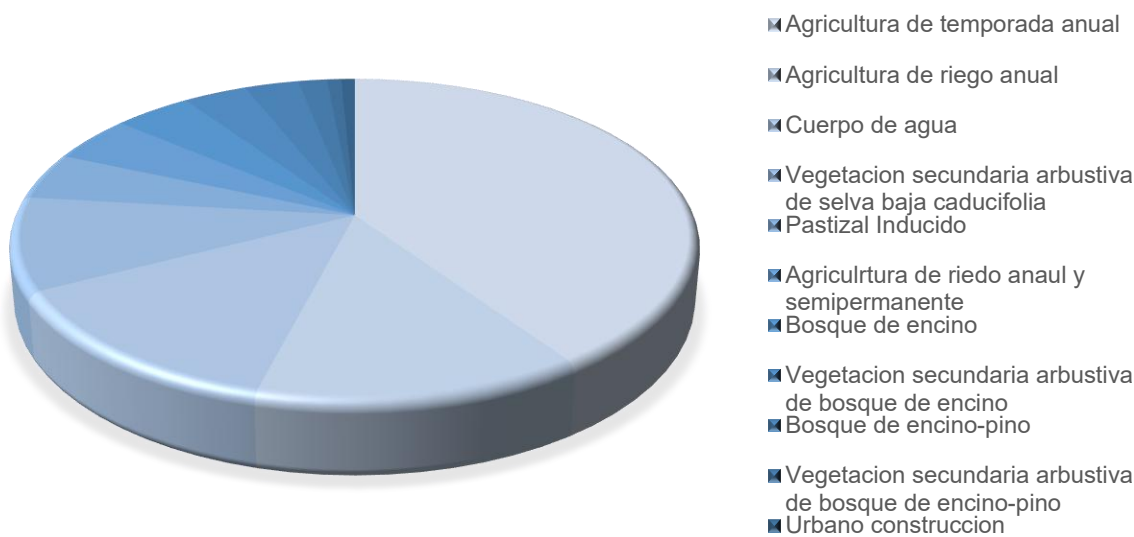
Mapa 3 Curvas de Nivel Acámbaro. Elaboración propia.

La información topográfica disponible en el repositorio de INEGI permite conocer de manera grafica las condiciones del terreno, así como el parteaguas de la microcuenca por analizar, incluyendo los ríos que llegan a la misma. En el Mapa 3 se pueden observar algunos de los ríos que aportan a la microcuenca y las curvas de nivel representativas de la zona.

2.3 Uso de suelo y cobertura vegetal

La información geoespacial proporciona detalles sobre la distribución del uso del suelo agrícola, la vegetación natural e inducida en el país, así como datos sobre el uso pecuario y forestal, junto con otros usos territoriales relacionados con la cubierta vegetal. La representación del uso agrícola del suelo considera la disponibilidad de agua para diversos cultivos durante su ciclo, mientras que la vegetación se clasifica según las pautas establecidas en los Lineamientos para el uso y actualización del Catálogo de Tipos de Vegetación Natural e Inducida de México con fines estadísticos y geográficos (INEGI, 2010).

USO DE SUELO Y CORBETURA VEGETAL



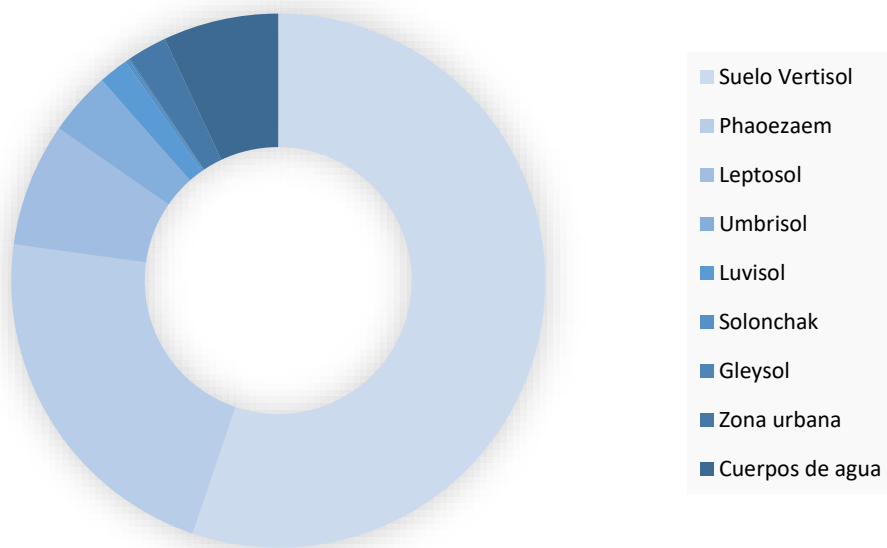
Grafica 1 Uso de suelo y cobertura vegetal Acámbaro, Guanajuato. Tomada de (INEGI, 2010).

En la Gráfica 1, se evidencia que más del 50 % del territorio de la comunidad de Acámbaro se dedica a uso agrícola para el riego. La vegetación predominante en la localidad es mayoritariamente selva baja caducifolia, complementada con pastizales y bosques de encinos. Esta clasificación permite comprender el comportamiento de la zona de estudio y resaltar la relevancia de la presa para la actividad agrícola, que constituye una de las principales fuentes económicas de Acámbaro (INEGI, 2010).

2.4 Edafología

Considerando que la mayor parte del uso de suelo en el municipio de Acámbaro se destina a fines agrícolas, es crucial comprender la edafología de la zona para llevar a cabo un estudio más detallado sobre la erosión hídrica a lo largo de los años.

EDAFOLOGIA ACAMBACARO, GUANAJUATO.



Grafica 2 Edafología Acámbaro, Guanajuato. Tomada de (INEGI, 2010).

De acuerdo con la información estadística proporcionada por (INEGI, 2010) en la Gráfica 2, se puede interpretar la diversidad de edafología que se presenta en la zona de

estudio. Del territorio total del municipio, el 55.21% corresponde a un tipo de suelo vertisol, el 21.97% se refiere a suelos Phaeozem, el 7.48% está clasificado como Leptosol, el 3.86% es Umbrisol, el 1.79% es Luvisol, el 0.21% es Solonchak, el 0.10% es de tipo Gleysol, mientras que el 2.39% corresponde a la Zona Urbana y el 6.99% a Cuerpos de Agua.

2.5 Climatología

El clima se puede percibir mediante las condiciones promedio de una variable específica en una región y período determinado. En términos estadísticos, se caracteriza por la tendencia central y la variabilidad de factores como la temperatura del aire y la precipitación (CIIFEN, 2022). El rango de temperatura en la zona de Acámbaro se encuentra entre los 10 y 20 °C, mientras que el clima se puede clasificar según se muestra a continuación:

Tabla 2 Climatología Acámbaro, Guanajuato.

TIPO DE CLIMA	% DE INFLUENCIA.
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad.	58.85
Templando subhúmedo con lluvias en verano de humedad media.	41.71
Templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad.	1.17
Semifrío subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad.	0.27

De acuerdo con la información presentada en la Tabla 2, se considera un municipio de clima subhúmedo en su mayoría, de tal forma que favorece a la zona agrícola.

2.6 Región hidrológica (RH)

En México existen 37 regiones hidrológicas definidas a partir de grandes parteaguas existentes en el país. En cada una de estas regiones hidrológicas está contenida, al menos una cuenca, y a su vez, no existe cuenca alguna que esté en más de una región hidrológica (ver Figura 6).

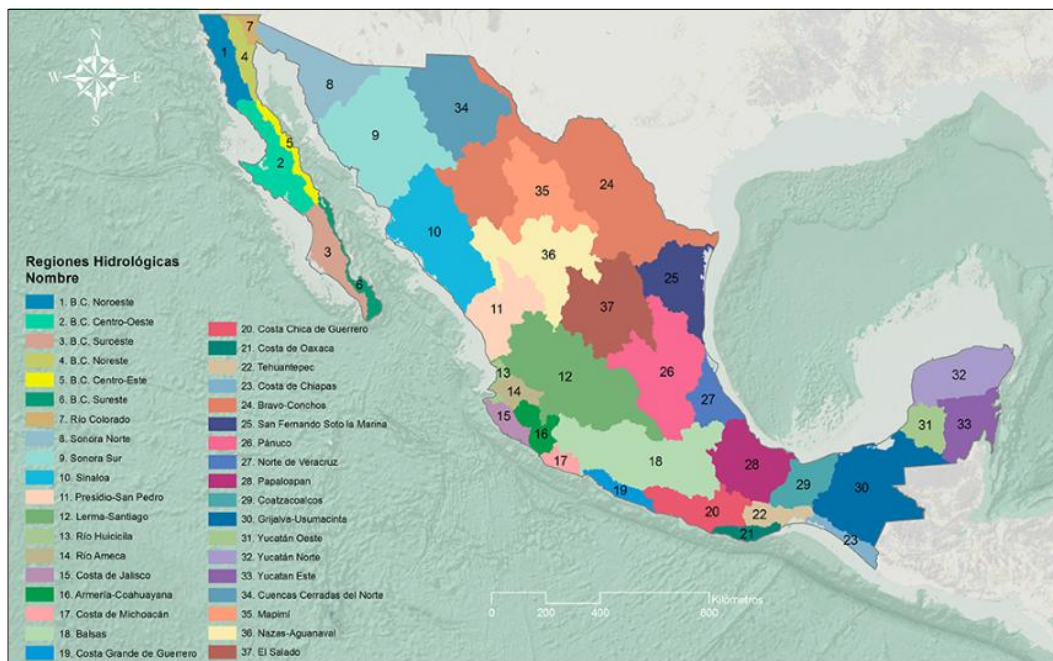
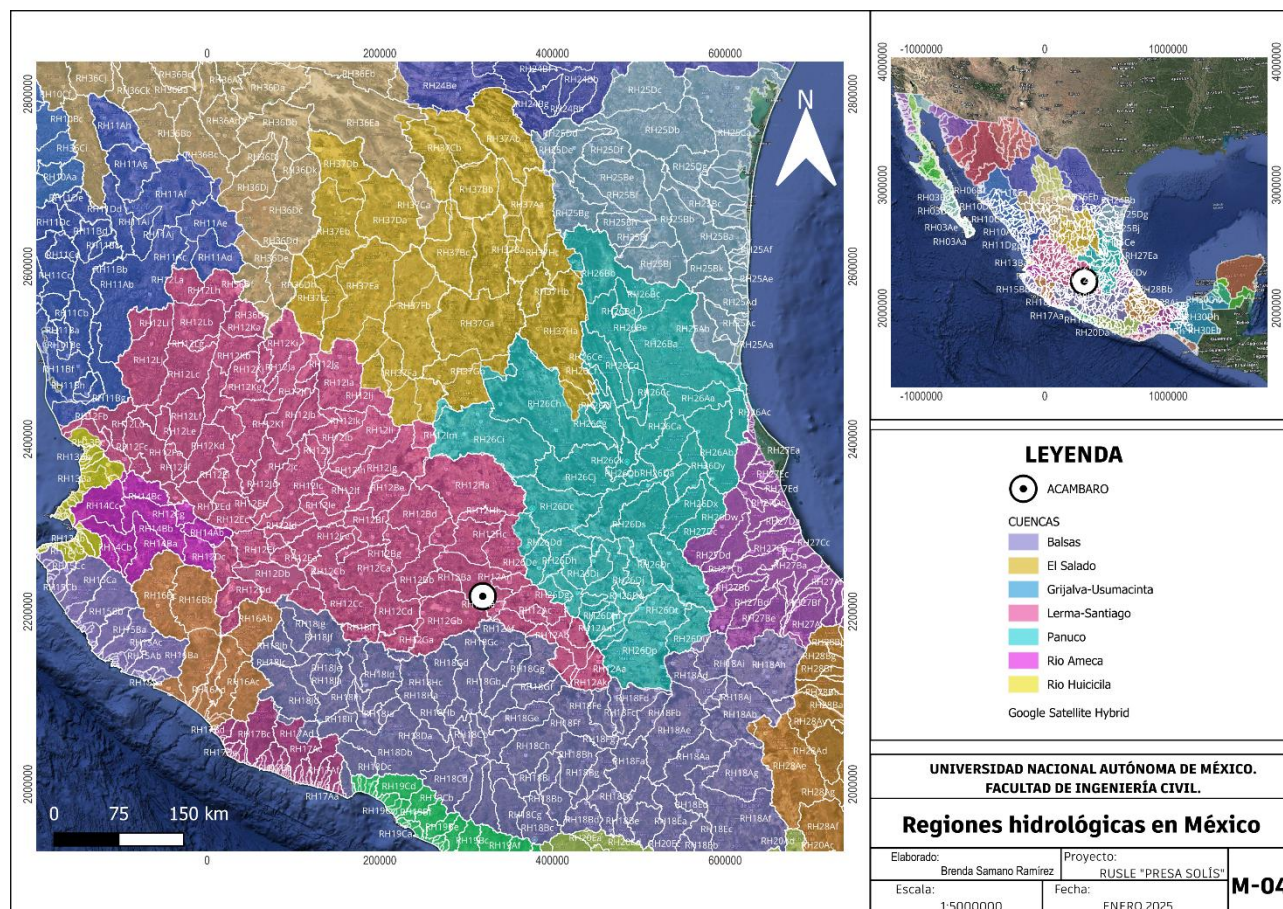


Figura 6 Regiones hidrológicas en México. Tomada de (SEMARNAT, 2015).

El estado de Guanajuato queda comprendido en parte de las regiones hidrológicas: “Lerma-Santiago” (RH 12), que abarca la mayor parte del estado y “Panuco” (RH 26) en la zona norte; la división entre estas dos regiones es un tramo del parteaguas continental, ya que una región drena al Golfo de México y otra al Pacífico. Por su gran extensión, la Región Hidrológica 12 cuenta con subcuencas que permiten la administración de los ríos que aportan a cada una de ellas. En el caso específico de Presa Solís, se considera la región hidrológica “RH 12Ad” (SEMARNAT, 2015).

2.6.1 Cuenca

Para mejorar la administración de las regiones hidrológicas del país, los organismos de cuenca se han dedicado a delimitar estas zonas, facilitando así su estudio. Este trabajo tiene un enfoque desde la división hidrológica región 12 hasta la microcuenca que alimenta el vaso de almacenamiento de la presa, ya que es de interés comprender la conducta de los sedimentos en esta área.



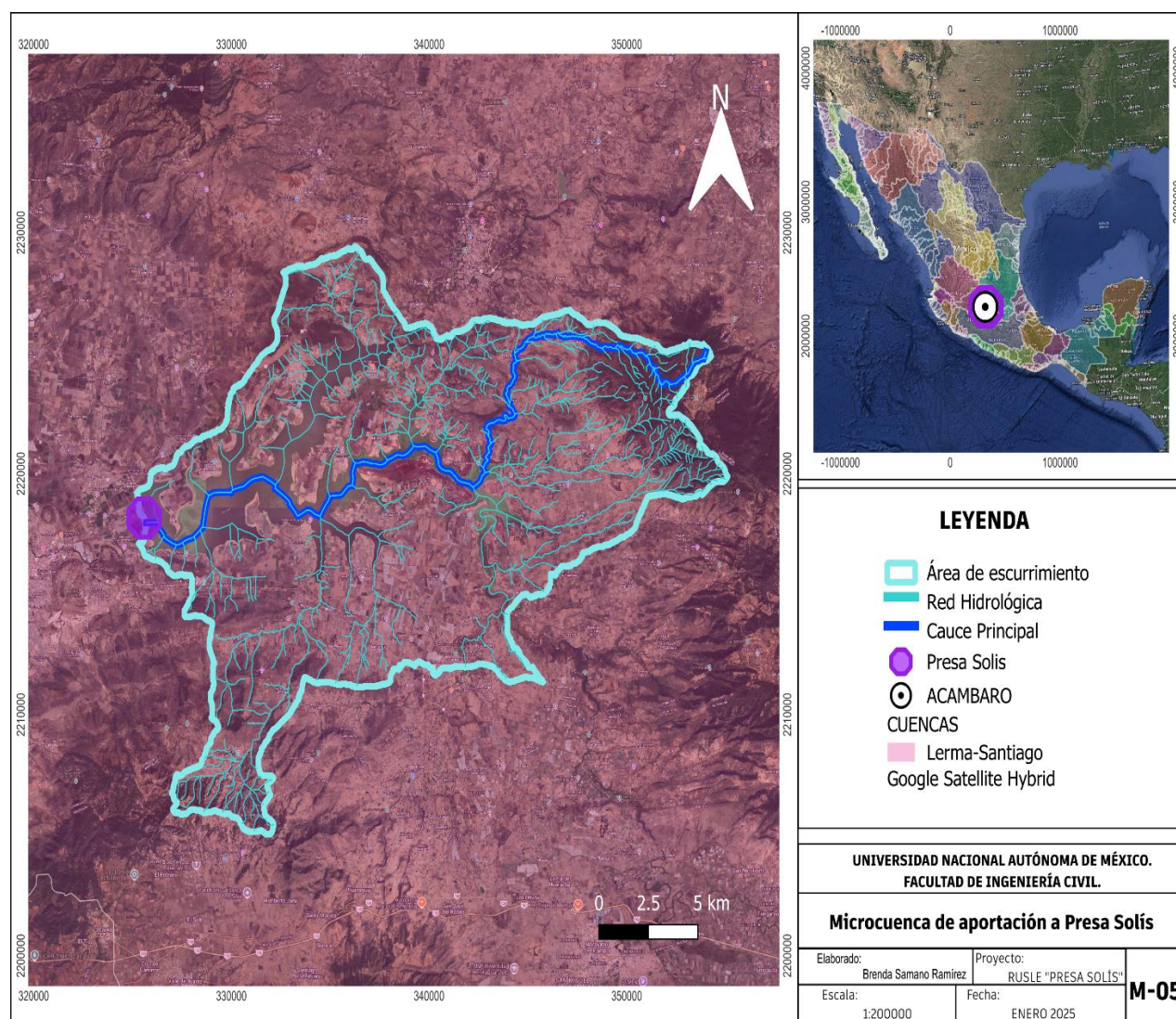
Mapa 4 Cuencas y subcuencas en Territorio Nacional. Elaboración propia.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), a través de su Simulador de Flujos de Agua de Cuencas (SIATL), proporciona información de las características fisiográficas de las cuencas que han sido cuantificadas hasta el presente año. Utilizando esta información junto con el software Google Earth, se puede visualizar de manera más

precisa la zona de estudio y, de esta forma, delimitar la microcuenca de aportación que alimenta el vaso de almacenamiento de la presa.

2.6.2 Microcuenca

Sobre el Mapa 5 se puede visualizar la microcuenca que alimenta el vaso de almacenamiento de Presa Solís, la cual se identifica como la región hidrológica RH 12Ad.



Mapa 5 Microcuenca de aportación a Presa Solís. Elaboración propia.

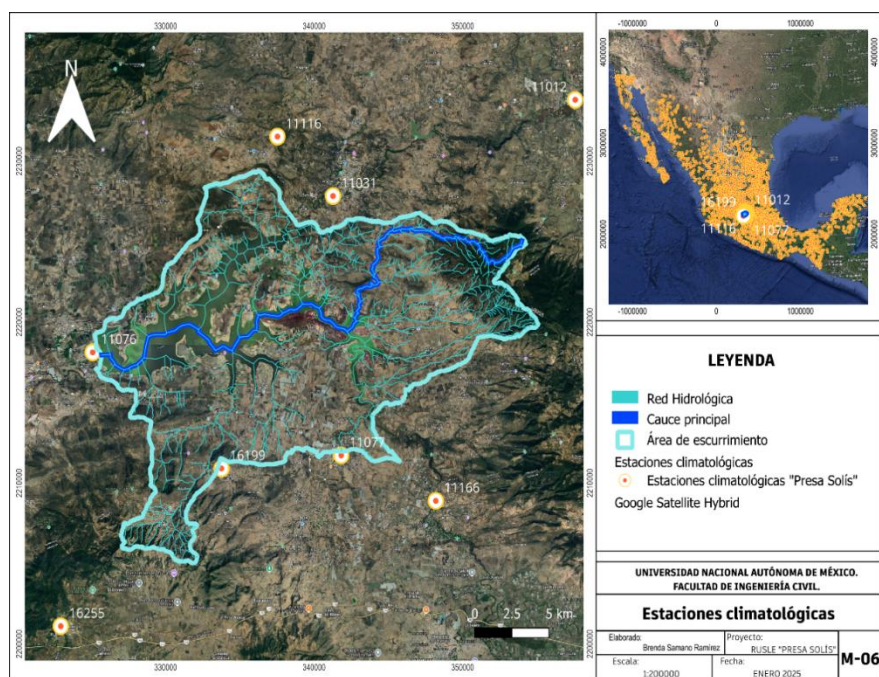
En la Tabla 3 se detallan sus características principales de la microcuenca.

Tabla 3 Características principales de la microcuenca.

PROPIEDAD	VALOR	UNIDADES
Elevación Máxima	2924	msnm
Elevación Media	2422	msnm
Elevación Mínima	1920	msnm
Longitud del cauce principal	42.843	Km
Pendiente media	2.3434	%
Tiempo de concentración	300.03	min
Área drenada	353.47	Km ²

2.7 Precipitación media anual (h_p)

La microcuenca se sitúa en la región hidrológica del río Lerma, que atraviesa la localidad de este a oeste, recogiendo una considerable cantidad de escorrentía procedentes de las zonas elevadas del municipio. Entre los arroyos presentes en la zona de estudio se destacan los siguientes: arroyo “El Oyamel”, arroyo “Sanguijuela”, arroyo “Nacional”, arroyo “Tarandacuao”, arroyo “La Luna”, arroyo “San José Cahuaro”, arroyo “San Antonio”, arroyo “Rancho Viejo” y arroyo “El Tigre”.



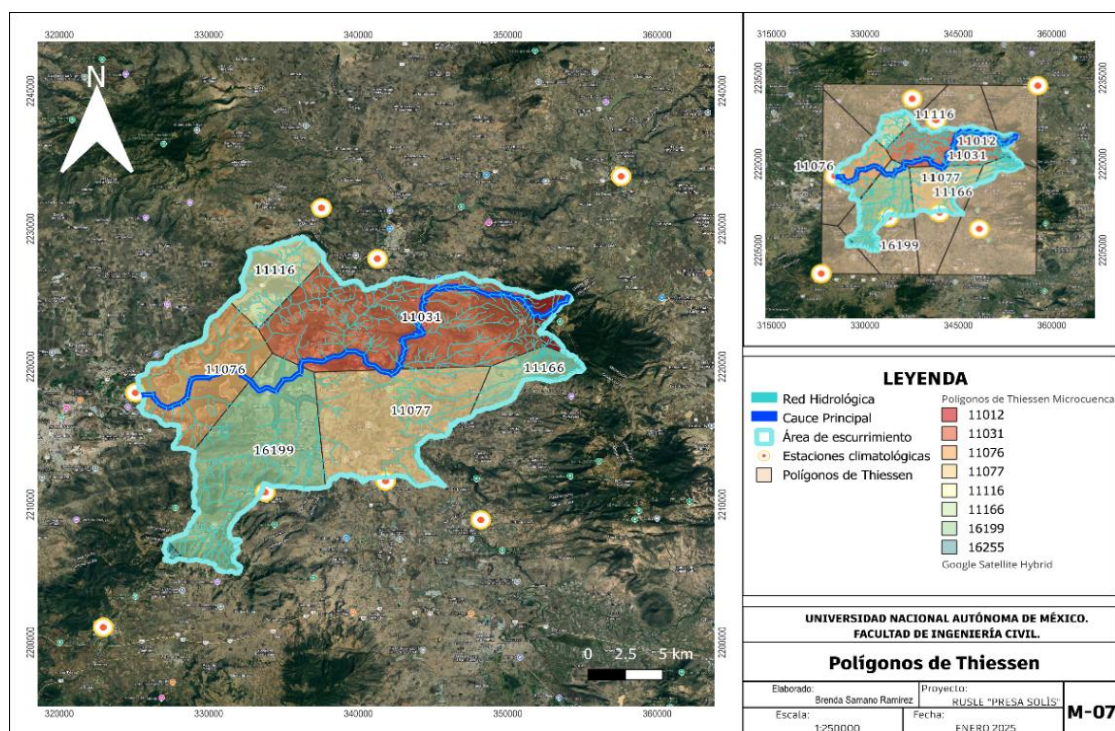
Mapa 6 Estaciones climatológicas. Elaboración propia.

De acuerdo con la información proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) información reflejada en el Mapa 6, sabemos que las principales estaciones climatológicas que proporcionan datos históricos de la precipitación máxima promedio anual que influye en la microcuenca de estudio son las siguientes ver Tabla 4:

Tabla 4 Estaciones climatológicas de la zona de estudio.

CLAVE	NOMBRE	ESTADO	LATITUD	LONGITUD	PERIODO DE INFORMACIÓN
11012	CORONEO	Guanajuato	20.1983	-100.363	1962-2024
11031	JERECUARO	Guanajuato	20.1431	-100.519	1923-2021
11076	PRESA SOLIS	Guanajuato	20.0539	-100.673	1961-2020
11077	TARANDACUAO	Guanajuato	19.9975	-100.512	1941-2018
11116	HACIENDA SAN LUCAS	Guanajuato	20.1761	-100.555	1975-2020
11166	EL GIGANTE	Guanajuato	20.1761	-100.555	1979-2020
16199	SAN MIGUEL CURINHUATO	Michoacán de Ocampo	19.9894	-100.589	1975-2019
16255	UCAREO	Michoacán de Ocampo	19.9000	-100.692	1981-2020

Para determinar la precipitación máxima promedio anual, se utiliza el modelo de polígonos de Thiessen, que permite calcular los milímetros máximos promedio de lluvia en la microcuenca considerando las estaciones climatológicas y sus áreas de influencia (ver Mapa 7) de cada una.



Mapa 7 Polígonos de Thiessen. Elaboración propia.

Tabla 5 Precipitación media acumulada anual por estación climatológica.

ESTACIÓN	$\bar{h}_p$ (mm)
11012	631.70
11031	719.20
11076	680.80
11077	750.40
11116	608.80
11166	753.10
16199	786.90
16255	645.70

Tabla 6 Distribución de áreas de influencia por polígonos de Thiessen.

CLAVE	ÁREA (km ²)	% INFLUENCIA
11012	5.391	1.53
11031	107.868	30.52
11076	48.403	13.69
11077	71.516	20.23
11116	21.588	6.11
11166	15.811	4.47
16199	81.864	23.16
16255	1.033	0.29
TOTAL	353.47	100

Tabla 7 Precipitación media acumulada anual.

CLAVE	$\bar{h}_p$ (mm)	ÁREA (km ²)	% INFLUENCIA	$\bar{h}_p$ (mm)
	631.70	5.391	1.53	9.634
11031	719.20	107.868	30.52	219.474
11076	680.80	48.403	13.69	93.226
11077	750.40	71.516	20.23	151.824
11116	608.80	21.588	6.11	37.182
11166	753.10	15.811	4.47	33.685
16199	786.90	81.864	23.16	182.245
	645.70	1.033	0.29	1.887
TOTAL		353.47	100	729.158

Al concluir el análisis de precipitación media anual para la microcuenca de estudio de acuerdo con las estaciones climatológicas (ver Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7) se obtiene una precipitación de *729 milímetros en promedio al año*. Es necesario tener esta información presente debido a que este será un factor relevante para conocer la erosión hídrica que se presenta de manera anual.

2.8 Factor de erosividad de la lluvia (R)

El método RUSLE implica el análisis de diversos parámetros que permiten caracterizar las condiciones presentes en la zona de estudio. El término factor de erosividad de la lluvia hace referencia a una evaluación cuantitativa de un evento de precipitación que indica su capacidad para causar erosión en un terreno sin protección. La erosión potencial de la lluvia no depende únicamente de la cantidad de precipitación, sino también de la intensidad de los eventos, las condiciones climáticas previas y el estado de la superficie. Hay diversas maneras de determinarla, una de ellas es mediante el índice EI_{30} , propuesto por (Wischmeier, 1959); este índice se define como el producto de la energía cinética total de la lluvia (E), por la intensidad máxima en un período de 30 minutos (I_{30}). Por otro lado, en México (Cortés Torres, 1991) identifica 14 regiones diferentes de erosividad de la lluvia a lo largo de todo el territorio de la república mexicana, cada una de estas con su respectiva ecuación para estimar el factor de erosividad (R), el desarrollo de dichas ecuaciones se basa en la precipitación diaria identificada en un periodo de 1979 a 2007.

En el Figura 7 y la Tabla 8 se presenta el factor de erosividad de acuerdo con la zona de interés.

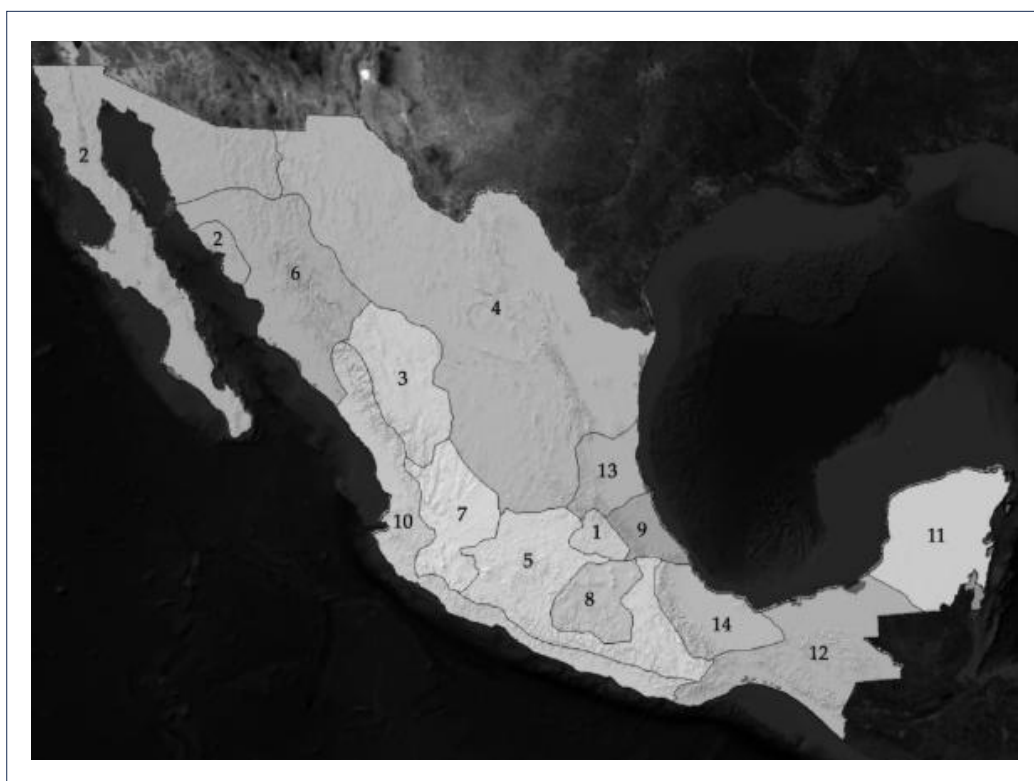


Figura 7 Factor de erosividad de la lluvia. Tomada de (BECERRA, 1997).

Tabla 8 Factor de erosividad de la lluvia.

FACTOR DE EROSIVIDAD (R)		
REGIÓN	ECUACIÓN	R ²
1	$1.2078 \cdot P + 0.002266 \cdot P^2$	0.92
2	$3.4555 \cdot P + 0.006470 \cdot P^2$	0.93
3	$3.6752 \cdot P - 0.001720 \cdot P^2$	0.94
4	$2.8959 \cdot P + 0.002983 \cdot P^2$	0.92
5	$3.4880 \cdot P - 0.000188 \cdot P^2$	0.94
6	$6.6847 \cdot P + 0.001680 \cdot P^2$	0.9
7	$(-0.0334) \cdot P + 0.0061 \cdot P^2$	0.98
8	$1.9967 \cdot P + 0.003270 \cdot P^2$	0.98
9	$7.0458 \cdot P - 0.002096 \cdot P^2$	0.97
10	$6.8938 \cdot P + 0.000442 \cdot P^2$	0.95
11	$3.7745 \cdot P + 0.004540 \cdot P^2$	0.98
12	$2.4619 \cdot P + 0.006067 \cdot P^2$	0.96
13	$10.7427 \cdot P - 0.001008 \cdot P^2$	0.97
14	$1.5005 \cdot P + 0.002640 \cdot P^2$	0.95

2.9 Factor de erodabilidad del suelo (K)

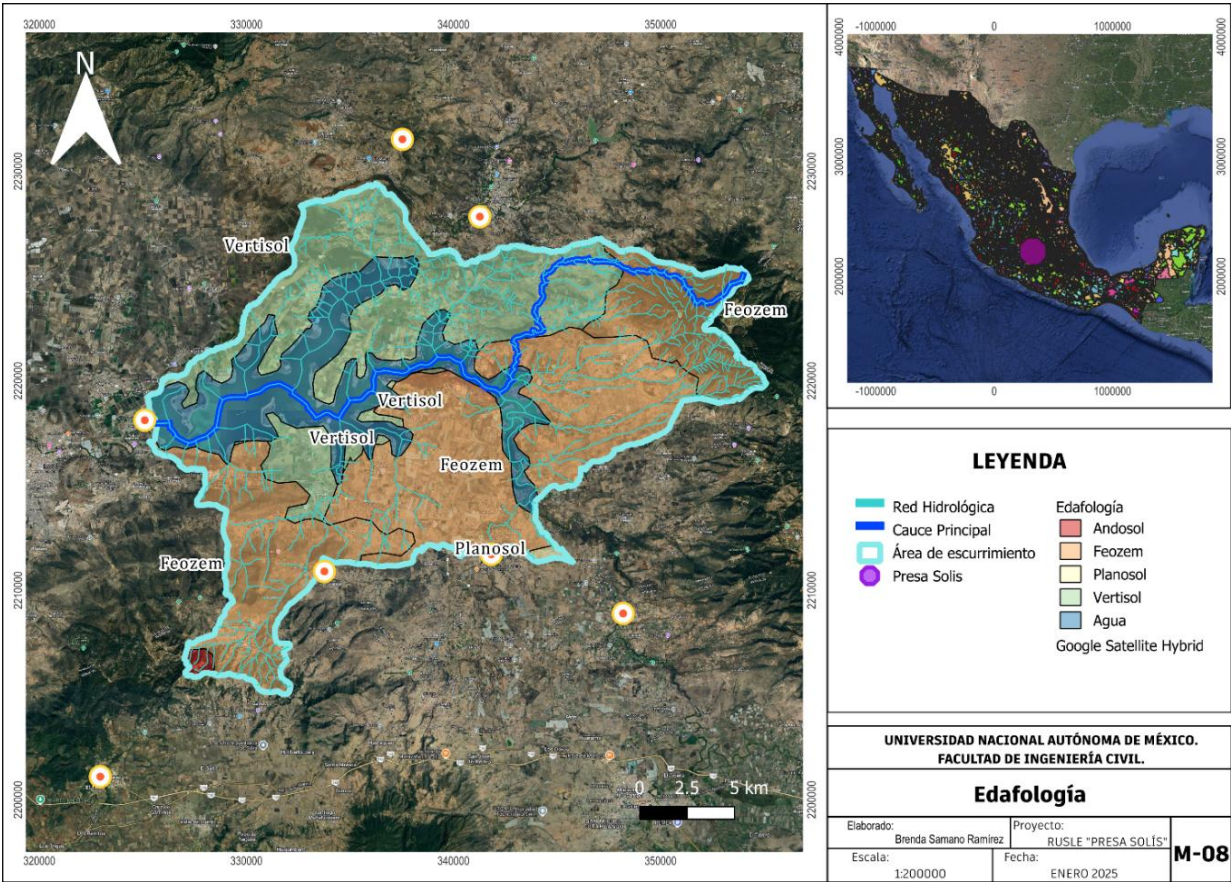
La erodabilidad refleja un valor promedio anual integral de la pérdida de suelo como resultado de procesos de erosión hídrica, destacándose los siguientes aspectos: el desprendimiento y transporte por el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial; la deposición localizada debido a la topografía natural e inducida por las operaciones de labranza, y la infiltración del agua en el perfil del suelo. Tradicionalmente, la metodología utilizada para determinar este factor es el nomograma de Wischmeier y Smith. (Montes-León, M.A., Uribe-Alcántara, E.M., García-Celis, E. , 2011).

Sin embargo, hoy en día se puede utilizar la clasificación de suelos del WRB (World Reference Base for Soil Resources), según el reporte número 84 (FAO., 2006), publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS) y el Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC). Esta clasificación ha sido adaptada por el INEGI para las condiciones ambientales de México de tal manera que podremos obtener el valor del factor de erodabilidad del suelo (K) a partir de la Tabla 9:

Tabla 9 Factor de erodabilidad del suelo.

CLASIFICACIÓN WRB				
NOMBRE	SÍMBOLO	TEXTURA		
		G	M	F
Acrisol	AC	0.026	0.04	0.013
Alisol	AL	0.026	0.04	0.013
Andosol	AN	0.026	0.04	0.013
Arenosol	AR	0.013	0.02	0.007
Chernozem	CH	0.013	0.02	0.007
Calcisol	CL	0.053	0.079	0.026
Cambisol	CM	0.026	0.04	0.013
Durisol	DU	0.053	0.079	0.026
Ferralsol	FR	0.013	0.02	0.07
Fluvisol	FL	0.026	0.04	0.013
Gleysol	GL	0.026	0.04	0.013
Gypsisol	GY	0.053	0.079	0.026

CLASIFICACIÓN WRB				
NOMBRE	SÍMBOLO	TEXTURA		
		G	M	F
Histosol	HS	0.053	0.02	0.007
Kastanozem	KS	0.026	0.04	0.013
Leptosol	LP	0.013	0.02	0.007
Lixisol	LX	0.013	0.02	0.007
Luvisol	LV	0.016	0.04	0.013
Nitisol	NT	0.013	0.02	0.007
Phaeozem	PH	0.013	0.02	0.007
Planosol	PL	0.053	0.079	0.026
Plinthosol	PT	0.026	0.04	0.013
Regosol	RG	0.026	0.04	0.013
Solonchak	SC	0.026	0.04	0.013
Solonetz	SN	0.053	0.079	0.026
Umbrisol	UM	0.026	0.04	0.013
Vertisol	VR	0.053	0.079	0.026



Mapa 8 Edafología. Elaboración propia.

2.10 Factor de topografía, longitud-pendiente (LS)

La influencia de la topografía en la erosión se manifiesta a través de dos factores: la longitud (L) y el grado de inclinación (S). La longitud (L) se describe como la distancia desde el origen del escurrimiento hasta el lugar donde la pendiente disminuye, lo que provoca sedimentación, o hasta el punto en el que el escurrimiento, tras concentrarse, llega a un canal de salida claramente definido. Por otro lado, el factor de grado de inclinación (S) indica cómo el ángulo de la pendiente afecta la erosión. La pendiente se puede calcular mediante mapas topográficos que contengan curvas de nivel equidistantes, o de manera más precisa utilizando un Modelo Digital de Elevaciones (MDE), (Montes-León, M.A., Uribe-Alcántara, E.M., García-Celis, E. , 2011).

Para obtener dichos factores se sigue la metodología de (Renard, 1997), detallada a continuación:

Factor de longitud principal del cauce.

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m \dots \dots \dots ec. (1)$$

Donde:

$$m = \frac{\beta}{(1 + \beta)} \dots \dots \dots ec. (2)$$

$$\beta = \frac{\left(\frac{\text{sen}\theta}{0.0896} \right)}{3 * ((\text{sen}\theta)^{0.8} + 0.56)} \dots \dots \dots ec. (3)$$

θ = pendiente del cauce principal de la microcuenca

Factor de pendiente del cauce principal.

$$S = 10.8 (\text{sen } \theta) + 0.03 \quad \text{si } i < 9\% \dots \dots \dots \text{ec. (4)}$$

$$S = 16.8 (\text{sen } \theta) - 0.50 \quad \text{si } i > 9\% \dots \dots \dots \text{ec. (5)}$$

Donde:

$$i = \text{pendiente media del terreno}$$

$$\theta = \tan^{-1}(i) \dots \dots \dots \text{ec. (6)}$$

2.11 Factor de manejo de cobertura (C)

El factor de manejo de cobertura representa el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo que se realizan en la zona de estudio y se ven reflejadas en la tasa de erosión. Este factor se utiliza normalmente en la comparación de los efectos potencialmente significativos que pueden tener diferentes opciones de manejo en un plan de conservación de cobertura del suelo. Este factor, a grande escala, indica cómo se vería afectada la tasa promedio anual de erosión y como la pérdida potencial del suelo se distribuiría en el tiempo al presentarse una intervención de conservación en la zona.

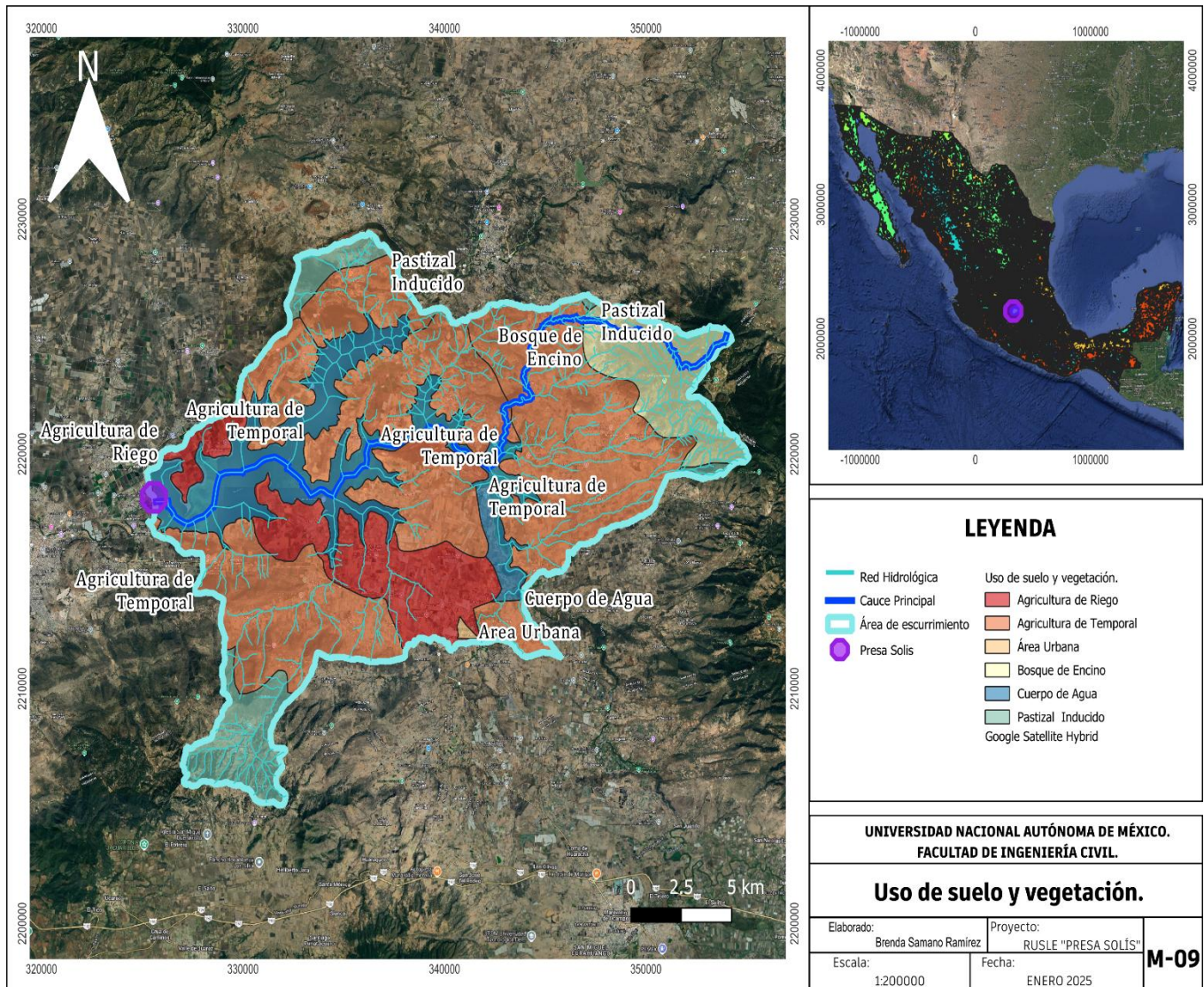
El factor de manejo de cobertura se representa con un parámetro con valores entre 0 a 1, donde 0 indica un terreno totalmente protegido (cobertura vegetal densa) mientras que 1 se asocia con un terreno sin ningún tipo de protección (corresponde a un terreno sin cobertura vegetal). Dentro de este parámetro se toma en cuenta la presencia de vegetación activa, así como de residuos de plantas, raíces, pastos y arboles muertos que

afecten la infiltración hacia los suelos (Renard, 1997; Montes, 2002; Becerra 1997) entre otras (ver Tabla 10).

Tabla 10 Factor de manejo de cobertura.

VEGETACION Y/O USO DE SUELO	C	VEGETACION Y/O USO DE SUELO	C
Agricultura en riego	0.55	Matorral sarcocaulé	0.25
Agricultura de temporada	0.75	Matorral submontano	0.35
Agricultura de humedad	0.25	Matorral subtropical	0.12
Bosque de ayarín	0.01	Mezquital	0.65
Bosque de cedro	0.01	Palmar inducido	0.75
Bosque de encino	0.1	Palmar natural	0.75
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal gipsofílico	0.25
Bosque de galería	0.1	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de oyamel	0.01	Pastizal inducido	0.02
Bosque de pino	0.1	Pastizal natural	0.07
Bosque de pino-encino	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de tascate	0.01	Sabana	0.54
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.5
Cuerpo de agua	1	Selva media subcaducifolia	0.45
manglar	0.1	Tular	0.1
Matorral crasicaule	0.65	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral de coníferas	0.2	Vegetación de dunas costeras	0.85
matorral desértico	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral espinoso tamaulipédo	0.45	Vegetación halófila	0.85
		Zona urbana	0.005

En el Mapa No.9 se representa gráficamente la diversidad de Uso de suelo y Vegetación en el municipio de Acámbaro, Guanajuato.



Mapa 9 Uso de suelo y vegetación. Elaboración propia.

2.12 Factor de prácticas de conservación (P)

Por definición, el factor de práctica de conservación P en la ecuación de RUSLE es la tasa relativa de pérdida de suelo al intervenir con alguna práctica específica en comparación con la pérdida de suelo correspondiente a una intervención nula, que modifica el suelo aguas arriba y aguas abajo. Las prácticas de conservación influyen principalmente en la erosión al modificar el patrón de flujo, el grado de pendiente o la dirección del escurrimiento superficial. Para poder definir el parámetro P, se revisa la información disponible y, en caso de no detectar algún área significativa en donde se lleve a cabo algún tipo de práctica de conservación, el factor P se considera como la unidad (Montes-León, M.A., Uribe-Alcántara, E.M., García-Celis, E. , 2011).

CAPÍTULO III. ANÁLISIS DEL CASO

3.1 Hipótesis de la zona de estudio

Presa Solís ha sido a lo largo de los años una obra de infraestructura hidráulica importante para la economía del país. Por esta razón, es necesario resaltar la relevancia del estudio presentado en este informe, cuyo objetivo es plantear directrices que permitan extender la vida útil de la presa.

Para poder hacer un análisis adecuado de la zona de estudio, es necesario establecer hipótesis que permitirán la interpretación asertiva de los resultados obtenidos mediante el método RUSLE. Las hipótesis presentadas se basan en la información proporcionada por el personal de mantenimiento de dicha presa y la CONAGUA.

3.2 Capacidad de almacenamiento de la Presa Solís

De acuerdo con los requisitos establecidos para el diseño de la presa, se sabe que las capacidades de diseño son la siguiente (CONAGUA, Presa Solis , 2022).

○ Almacenamiento total:	2,129.70	Millones de m^3
○ Volumen muerto:	115.00	Millones de m^3
○ Capacidad de riego:	1,426.10	Millones de m^3
○ Control de avenidas:	588.60	Millones de m^3
○ Capacidad de azolve	55.00	Millones de m^3

3.3 Las condiciones actuales en la Presa Solís

La capacidad de almacenamiento de la presa se ha visto afectada a lo largo de los años por diversas condiciones, entre ellos los cambios climáticos o sociales. La CONAGUA informó que, para septiembre de 2023 la presa presentó una capacidad de almacenamiento del Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO) del 47%, es decir, la capacidad más baja que se ha presentado en los últimos cinco años. Este porcentaje se ve, principalmente, afectado por el cambio climático, que ha provocado sequías en todo el territorio nacional, como también la intervención de los ciudadanos en crear zonas turísticas a las orillas del vaso de almacenamiento y la falta de mantenimiento de la presa.

En el caso de este estudio, es importante resaltar que los cambios generados por condiciones climatológicas se verán reflejados en la morfología del río a lo largo de los años, lo cual puede afectar o favorecer las condiciones actuales de la microcuenca. Asimismo, la falta de mantenimiento y el nulo control de azolve durante la vida útil de la presa son factores que también inciden en su comportamiento y estado actual.

3.4 Visita técnica a Presa Solís

A finales de 2023, se llevó a cabo una visita técnica para conocer las condiciones actuales de la presa (ver Figura 8), de la cual se rescata la experiencia del personal técnico encargado; la visita técnica fue impartida por el Sr. Jesús Iván Canchola Silva, quien nos compartió diversos puntos relevantes respecto a las condiciones de la presa, entre los que destacan:

- Presa Solís beneficia, aproximadamente, 112 mil hectáreas de cultivo y más de 25 mil productores cada año, existen dos ciclos de riego: otoño-invierno y primavera verano.

- Guanajuato es el segundo lugar a nivel nacional en estrés hídrico, los últimos años han sido demasiado secos, la presa actualmente tiene un 47% de almacenamiento.
- En 2012 se dejó en almacenamiento de la presa un 18.75% de su capacidad por mantenimiento de emergencia al motor de la válvula en unos de los túneles. Con esta intervención se observó que el volumen de azolve se presenta aproximadamente un metro por debajo de la obra de toma.
- La obra de toma se ve afectada por la falta de mantenimiento y la poca atención de las autoridades para llevar un control más estricto sobre las mismas.



Figura 8 Presa Solís. Elaboración propia.

3.5 Metodología de análisis

La Figura 9 muestra el orden secuencial de la metodología de análisis RUSLE que debe considerarse en el estudio a realizar. Para la definición de cada uno de los parámetros, es fundamental tomar en cuenta las condiciones actuales de la zona de estudio.

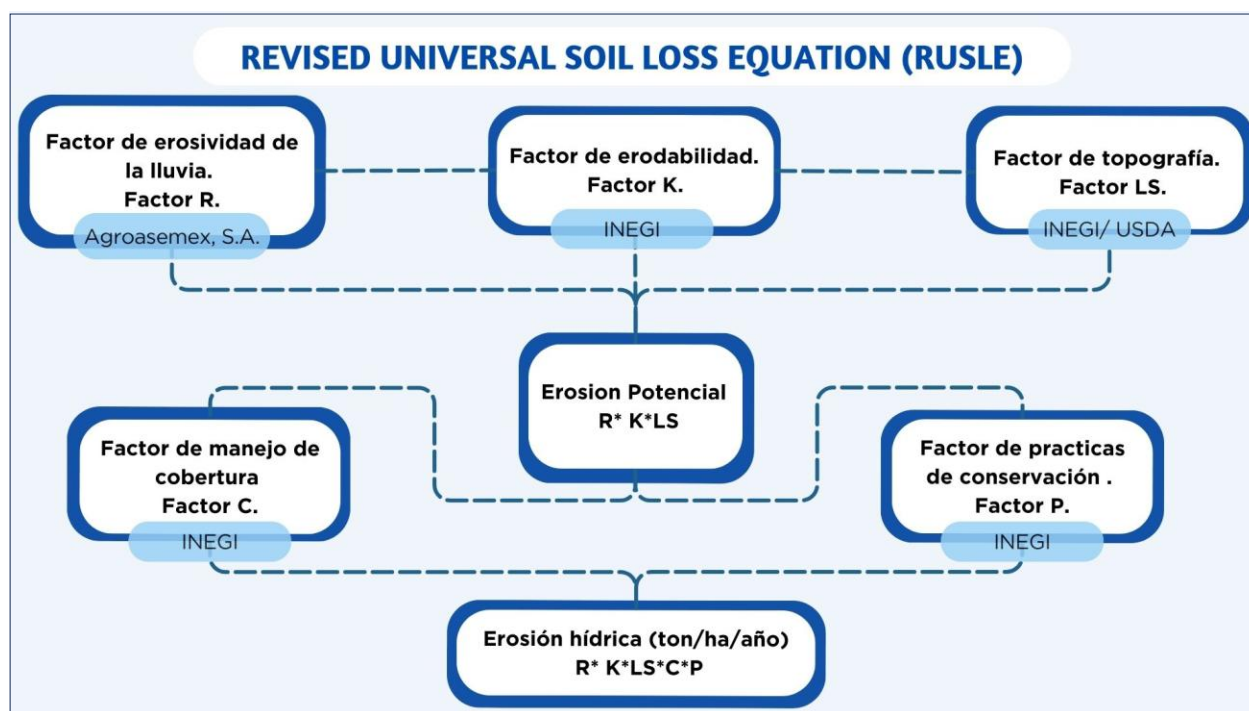


Figura 9 Metodología RUSLE. Elaboración propia.

3.6 Información para el análisis de volumen de azolve

3.6.1 Análisis de precipitación acumulada media anual

La precipitación es un factor crítico en la erosión hídrica del suelo, ya que, al impactar directamente, puede provocar pérdidas significativas a lo largo del tiempo. Por ello, es fundamental realizar un análisis de precipitación media anual, considerando las estaciones climatológicas más cercanas a la zona de estudio, así como las áreas de influencia que cada una de ellas que intervienen dentro de la microcuenca.

Las áreas de influencia de cada estación climatológica en la microcuenca se obtienen mediante el método de polígonos de Thiessen, lo cual permitirá multiplicar la precipitación media acumulada anual de cada estación climatológica por su área de influencia y, posteriormente, realizar la suma de cada una de las aportaciones reflejadas por cada estación climatológica, siendo esta la precipitación media anual para la zona de estudio como se muestra en la Tabla No.11.

Cálculos representativos para cada estación climatológica.

$$\bar{h}_p \text{ media anual} = \bar{h}_p \text{ media acumulada anual} * \% \text{ influencia de la estacion} \dots \dots \dots ec.(7)$$

$$631.70 [mm] * 4.52\% = 28.53[mm] \dots \dots \dots ec. (8)$$

Tabla 11 Precipitación media anual de la microcuenca.

CLAVE	$\bar{h}_p$ (mm)
11012	9.634
11031	219.474
11076	93.226
11077	151.824
11116	37.182
11166	33.685
16199	182.245
16255	1.887
TOTAL	729.158

$$\bar{h}_p = 729 [mm]$$

3.6.2 Análisis del factor de erosividad de la lluvia (R)

El factor de erosividad de la lluvia (R), de acuerdo con la bibliografía de (Cortés Torres, 1991), se puede estimar según la clasificación de 14 zonas que abarcan el territorio nacional. En este caso, la región hidrológica RH 12Ad coincide con la zona 5 del factor de erosividad y, considerando que la precipitación media anual es de 729 mm, se obtiene el siguiente factor R:

$$\text{Zona 5} \quad 3.4880 * P - 0.000188 * P^2 \quad R^2 = 0.94 \dots \dots \dots ec. (9)$$

$$3.4880 * (729) - 0.000188 * (729)^2 = 2443.348 \dots \dots \dots ec. (10)$$

$$R = 2443.348$$

3.6.3 Análisis del factor de erodabilidad del suelo (K)

Para determinar el factor de erodabilidad del suelo, se debe considerar la edafología de la microcuenca estudiada. Esta información se obtiene a partir de las cartas proporcionadas por el INEGI, las cuales muestran la diversidad de suelos presentes en la zona. Con estos datos, es posible identificar las áreas de influencia correspondientes a cada tipo de suelo dentro de la microcuenca y, posteriormente, realizar un cálculo ponderado para estimar un factor de erodabilidad promedio en función de las características de cada suelo.

Con el objetivo de identificar las áreas de aportación de cada tipo de suelo en la microcuenca, se elaboró un modelo digital utilizando el software QGIS. Este modelo permite estimar de manera más precisa las áreas de influencia correspondientes a cada tipo de suelo, basado en la información proporcionada por las cartas de edafología a escala 1:250,000 del INEGI.

Finalmente, después de realizar el análisis de edafología en la microcuenca, se obtiene que el factor de erodabilidad del suelo (K) para la zona de estudio es el siguiente (ver Tabla 12):

Tabla 12 Factor de erodabilidad del suelo en la microcuenca.

FACTOR DE ERODABILIDAD DEL SUELO			
NOMBRE	FACTOR	AREA (km ²)	K
Cuerpo de agua	----	69.102	----
Adosol	0.040	1.529	0.061
Phaeozem	0.020	183.316	3.666
Planosol	0.026	0.895	0.023
Vertisol	0.026	98.632	2.564
		353.474	0.018

$$K = 0.018$$

3.6.4 Análisis del factor de longitud y pendiente del cauce principal de la microcuenca (LS)

Utilizando la metodología de (Renard, 1997) se obtiene la longitud y pendiente efectiva para poder aplicar el método RUSLE.

Factor de longitud principal del cauce.

$$\text{Pendiente del cauce} \quad i = 2.3434 \%$$

$$i = 0.02343$$

$$\theta = \tan^{-1}(0.02343) = 1.3424^\circ \dots \dots \dots ec. (11)$$

$$\beta = \frac{\left(\frac{\sin \theta}{0.0896}\right)}{3 * ((\sin \theta)^{0.8} + 0.56)} \dots \dots \dots ec. (12)$$

$$\beta = \frac{\left(\frac{\sin(1.3424^\circ)}{0.0896}\right)}{3 * ((\sin(1.3424^\circ))^{0.8} + 0.56)} = 0.1430 \dots \dots \dots ec. (13)$$

$$\beta = 0.1430$$

$$m = \frac{\beta}{(1 + \beta)} = \frac{0.1430}{(1 + 0.1430)} = 0.1251 \dots \dots \dots ec. (14)$$

$$m = 0.1251$$

Longitud efectiva.

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m = \left(\frac{42.843}{22.13}\right)^{0.1251} = 1.086 \dots \dots \dots ec. (15)$$

$$L = 1.086$$

Factor de pendiente efectiva.

$$S = 10.8 (\sin \theta) + 0.03 \quad \text{si} \quad i < 9\% \dots \dots \dots ec. (16)$$

$$S = 10.8 (\sin (1.3424)) + 0.03 = 0.2830 \dots \dots \dots ec. (17)$$

$$S = 0.2830$$

Producto de la longitud y pendiente efectiva.

$$L * S = 1.0861 * 0.2830 = 0.307 \dots \dots \dots ec. (18)$$

$$L * S = 0.307$$

3.6.5 Análisis del factor de manejo de cobertura vegetal (C)

Para determinar el factor de manejo de cobertura, es crucial evaluar el grado de protección del terreno natural en la zona de estudio y comprender los parámetros asociados a este factor. El valor de 0 indica un terreno totalmente protegido, con una cobertura vegetal densa, mientras que el valor de 1 representa un terreno sin ninguna protección, es decir, sin vegetación.

En el caso específico de la zona de estudio, se toman en cuenta los distintos usos del suelo y las coberturas vegetales presentes en la microcuenca de acuerdo con la información proporcionada por las cartas de INEGI. Una vez definida esta información, se realiza un cálculo ponderado considerando las áreas de influencia y el tipo de suelo o vegetación que influye en ellas. Finalmente, al llevar a cabo el análisis, se obtienen los siguientes resultados (ver Tabla 13):

Tabla 13 Factor de manejo de cobertura vegetal en la microcuenca.

FACTOR DE MANEJO DE COBERTURA VEGETAL			
NOMBRE	FACTOR	AREA (km ²)	C
Agricultura en riego	0.55	41.906	23.048
Agricultura de temporada	0.75	197.584	148.188
Pastizal inducido	0.02	25.878	0.518
Bosque de encino	0.1	27.870	2.787
Cuerpo de agua	1	59.733	59.733
Zona urbana	0.005	0.504	0.003
		353.474	0.663

$$C = 0.663$$

3.6.6 Análisis del factor de prácticas de conservación (P)

El factor de prácticas de conservación refleja el nivel de manejo y protección que se está aplicando al suelo en la zona de estudio para preservar sus propiedades naturales. Sin embargo, dado que estas prácticas no se implementan de manera efectiva a lo largo del tiempo, el factor de prácticas de conservación en esta zona será igual a 1.

$$P = 1$$

3.7 Estimación de volumen de azolve en el vaso de almacenamiento

Para estimar la pérdida de erosión hídrica del suelo en la microcuenca de estudio, se utilizaron los parámetros previamente obtenidos, basados en las características geográficas e hidrológicas de la zona. De esta manera, se pudo estimar a través del método de RUSLE la erosión hídrica en toneladas por hectárea al año.

3.7.1 Aplicación de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelos (RUSLE)

La ecuación universal de pérdida de erosión de suelo proporciona una estimación de los sedimentos transportados por el cauce en un año. Con esta información, podremos analizar la cantidad de azolve acumulado en el vaso de almacenamiento de la Presa Solís y, en consecuencia, discutir soluciones para mitigar este fenómeno. Así, se podría extender la vida útil de la presa y evitar impactos negativos en las zonas agrícolas que dependen de este recurso hídrico.

$$RUSLE = R * K * LS * C * P \dots \dots \dots ec. (19)$$

$$RUSLE = (2443.348) * (0.018) * (0.307) * (0.663) * (1) = 8.882 \left[\frac{Ton}{ha \cdot año} \right] \dots \dots ec. (20)$$

$$RUSLE = 8.882 [Ton/ha/año]$$

De acuerdo con la metodología RUSLE, se estima que la erosión hídrica en la microcuenca será de 8.882 toneladas por hectárea al año, indicando una zona de erosión hídrica baja de acuerdo con el Mapa Nacional de Erosión Potencial (Montes-León, M.A., Uribe-Alcántara, E.M., García-Celis, E. , 2011). Sin embargo, la acumulación de sedimentos durante los últimos 76 años ha tenido un impacto significativo en la eficiencia de la Presa Solís. Ahora bien, para poder asociar la erosión hídrica obtenida con la metodología de RUSLE y la capacidad de volumen de azolve para el que fue diseñada Presa Solís es necesario hacer el cálculo equivalente a las hectáreas, los años transcurridos y la densidad del suelo.

$$RUSLE = 8.882 [Ton/ha/año]$$

$$Area \text{ drenada} = 353.474[km^2] = 35347.4[ha]$$

$$Tiempo \text{ transcurrido} = 75[año]$$

$$\begin{aligned} RUSLE &= 8.882 \left[\frac{Ton}{ha \cdot año} \right] * 35347.4[ha] * 75[año] \\ &= 23,547,296.81 [Ton] \dots \dots \dots ec. (21) \end{aligned}$$

$$SEDIMENTOS \text{ EROSIONADOS} = 23,547,296.81 [Ton]$$

3.8 Estimación del volumen de azolve

Presa Solís fue diseñada para ofrecer una capacidad de riego de aproximadamente 1,426.20 millones de m^3 y acumular una capacidad de azolve igual a *55 millones de m^3* . Ahora bien, para poder hacer una comparación adecuada de la erosión hídrica anual que se presenta en la microcuenca y la capacidad de azolve en la presa es necesario considerar la densidad media del suelo que interviene en la misma.

Conociendo la densidad promedio de los suelos finos (tipo de suelo presente en la microcuenca), se puede obtener la cantidad de sedimentos estimados a lo largo de los últimos años y, de esta manera, hacer un análisis específico para la situación actual que presenta Presa Solís.

Para conocer el volumen de azolve en el vaso de almacenamiento de la presa, se considerará el peso específico del material (suelo fino) como $2.65 \text{ (ton/m}^3\text{)}$.

$$RUSLE = 23,547,296.81 \text{ [Ton]} \dots \dots \dots \text{ec. (22)}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen de Azolve} &= (23,547,296.81 \text{ [Ton]}) * \left(\frac{1}{2.65} \left[\frac{m^3}{\text{Ton}} \right] \right) \\ &= 8,885,772.38 [m^3] \dots \dots \text{ec. (23)} \end{aligned}$$

$$\text{Volumen de Azolve} = 8,885,772.38 [m^3]$$

3.9 Análisis del volumen de azolve anual en el periodo de 1980-2020

Para hacer un análisis cuantitativo más eficiente, se analizó la erosión del suelo en un periodo efectivo de 40 años (1980 al año 2020), considerando la información necesaria para cada uno de los parámetros mencionados anteriormente; con dicho análisis, se identificaron los años en los que hubo una mayor erosión hídrica del suelo en la microcuenca y, por ende, mayor transporte de éstos al vaso de almacenamiento (ver Tabla No.14).

Tabla 14 Estimación de la erosión del suelo anual en la microcuenca Presa Solís.

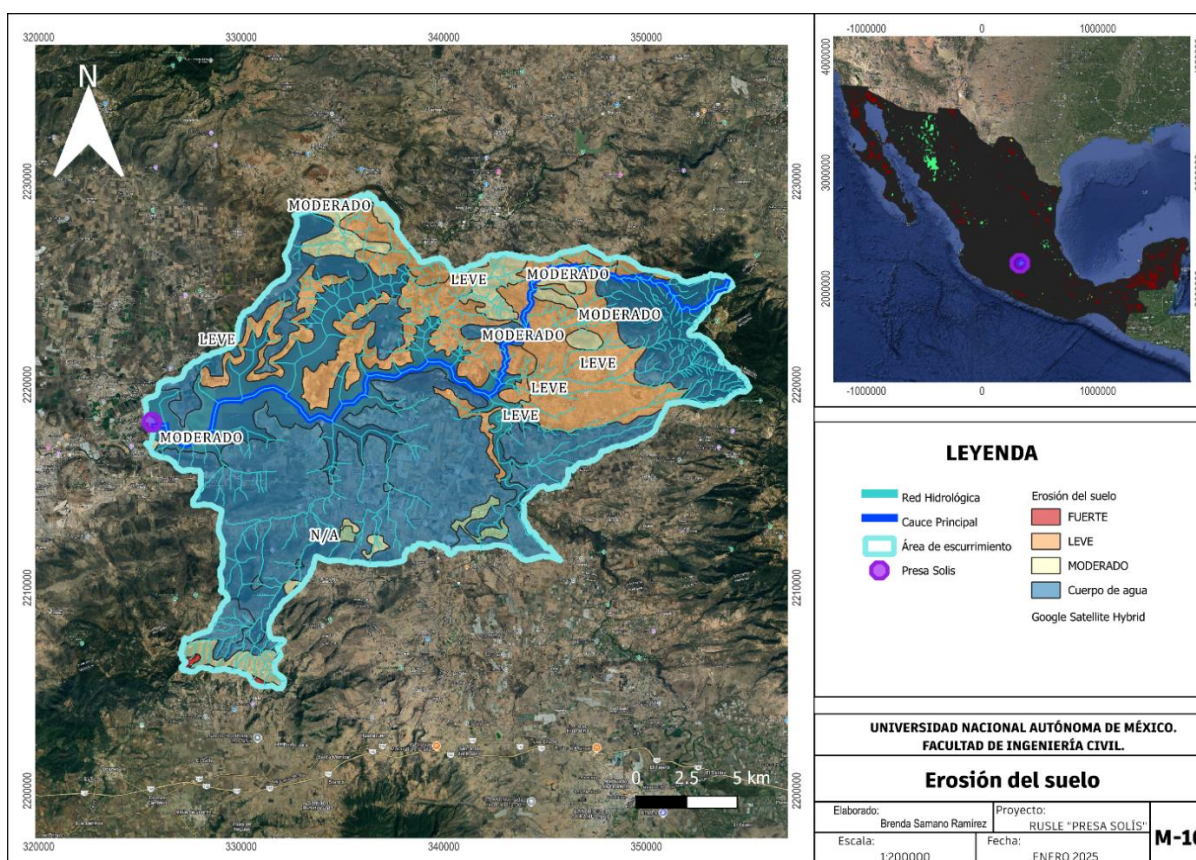
AÑO	$\bar{h}_p$ (mm)	R	K	LS	C	P	RUSLE (Ton/ha/año)	SEDIMENTOS (Ton)	AZOLVE (m³)	% VOLUMEN MUERTO TOTAL.
1980	666.990	2242.824	0.018	0.307	0.663	1	7.746	273,787.25	103,315.94	0.19%
1981	660.735	2222.568	0.018	0.307	0.663	1	7.676	271,314.51	102,382.83	0.19%
1982	551.754	1867.286	0.018	0.307	0.663	1	6.449	227,944.39	86,016.75	0.16%
1983	541.635	1834.068	0.018	0.307	0.663	1	6.334	223,889.39	84,486.56	0.15%
1984	827.192	2756.606	0.018	0.307	0.663	1	9.520	336,505.96	126,983.38	0.23%
1985	823.210	2743.955	0.018	0.307	0.663	1	9.476	334,961.55	126,400.59	0.23%
1986	534.550	1810.792	0.018	0.307	0.663	1	6.254	221,048.01	83,414.34	0.15%
1987	553.073	1871.611	0.018	0.307	0.663	1	6.464	228,472.32	86,215.97	0.16%
1988	563.098	1904.475	0.018	0.307	0.663	1	6.577	232,484.08	87,729.84	0.16%
1989	602.272	2032.532	0.018	0.307	0.663	1	7.019	248,116.44	93,628.85	0.17%
1990	824.288	2747.380	0.018	0.307	0.663	1	9.488	335,379.74	126,558.39	0.23%
1991	876.472	2912.712	0.018	0.307	0.663	1	10.059	355,562.17	134,174.40	0.24%
1992	690.352	2318.348	0.018	0.307	0.663	1	8.006	283,006.73	106,794.99	0.19%
1993	426.585	1453.718	0.018	0.307	0.663	1	5.020	177,459.04	66,965.67	0.12%
1994	598.187	2019.205	0.018	0.307	0.663	1	6.973	246,489.46	93,014.89	0.17%
1995	419.002	1428.474	0.018	0.307	0.663	1	4.933	174,377.46	65,802.82	0.12%
1996	575.683	1945.676	0.018	0.307	0.663	1	6.719	237,513.64	89,627.79	0.16%
1997	610.360	2058.898	0.018	0.307	0.663	1	7.110	251,334.98	94,843.39	0.17%
1998	781.746	2611.839	0.018	0.307	0.663	1	9.020	318,833.88	120,314.67	0.22%
1999	449.642	1530.342	0.018	0.307	0.663	1	5.285	186,812.80	70,495.40	0.13%
2000	582.814	1968.998	0.018	0.307	0.663	1	6.800	240,360.65	90,702.13	0.16%
2001	767.372	2565.887	0.018	0.307	0.663	1	8.861	313,224.36	118,197.87	0.21%
2002	678.224	2279.168	0.018	0.307	0.663	1	7.871	278,223.83	104,990.13	0.19%
2003	726.499	2434.803	0.018	0.307	0.663	1	8.409	297,222.60	112,159.47	0.20%
2004	492.547	1672.393	0.018	0.307	0.663	1	5.776	204,153.32	77,038.99	0.14%
2005	575.683	1945.676	0.018	0.307	0.663	1	6.719	237,513.64	89,627.79	0.16%
2006	541.537	1833.748	0.018	0.307	0.663	1	6.333	223,850.32	84,471.82	0.15%
2007	836.479	2786.097	0.018	0.307	0.663	1	9.622	340,105.95	128,341.87	0.23%
2008	693.467	2328.406	0.018	0.307	0.663	1	8.041	284,234.42	107,258.27	0.20%
2009	644.122	2168.697	0.018	0.307	0.663	1	7.490	264,738.43	99,901.29	0.18%
2010	674.465	2267.013	0.018	0.307	0.663	1	7.829	276,740.03	104,430.20	0.19%
2011	648.551	2183.071	0.018	0.307	0.663	1	7.539	266,493.01	100,563.40	0.18%
2012	730.390	2447.308	0.018	0.307	0.663	1	8.452	298,749.18	112,735.54	0.20%
2013	826.810	2755.393	0.018	0.307	0.663	1	9.516	336,357.86	126,927.49	0.23%
2014	832.349	2772.988	0.018	0.307	0.663	1	9.577	338,505.68	127,737.99	0.23%
2015	886.888	2945.591	0.018	0.307	0.663	1	10.173	359,575.83	135,688.99	0.25%
2016	713.567	2393.195	0.018	0.307	0.663	1	8.265	292,143.40	110,242.79	0.20%
2017	536.717	1817.914	0.018	0.307	0.663	1	6.278	221,917.43	83,742.43	0.15%
2018	762.820	2551.319	0.018	0.307	0.663	1	8.811	311,446.09	117,526.83	0.21%
2019	527.848	1788.752	0.018	0.307	0.663	1	6.177	218,357.49	82,399.05	0.15%
2020	458.044	1558.215	0.018	0.307	0.663	1	5.381	190,215.28	71,779.35	0.13%

3.10 Erosión de suelo nivel nacional

En el artículo *Mapa Nacional de Erosión Potencial* (ver Mapa 10) de la revista Tecnología y Ciencias del Agua (Montes-León, M.A., Uribe-Alcántara, E.M., García-Celis, E. , 2011) se visualiza una estimación, a nivel nacional, de la erosión hídrica del suelo a través de la metodología Ecuación de Pérdida de Erosión de Suelo Universal (USLE) la cual clasifica la erosión de suelo en seis intervalos a partir de 0 a 250 (ton/ha/año) como se muestra en la Tabla 15, a continuación:

Tabla 15 Rango de clasificación de la erosión hídrica.

TIPO	RANGO (Ton/ha/año)	CLASIFICACIÓN
1	<50	Baja
2	50-100	Media
3	100-150	Considerable
4	150-200	Alta
5	200-250	Muy alta
6	>250	Extrema



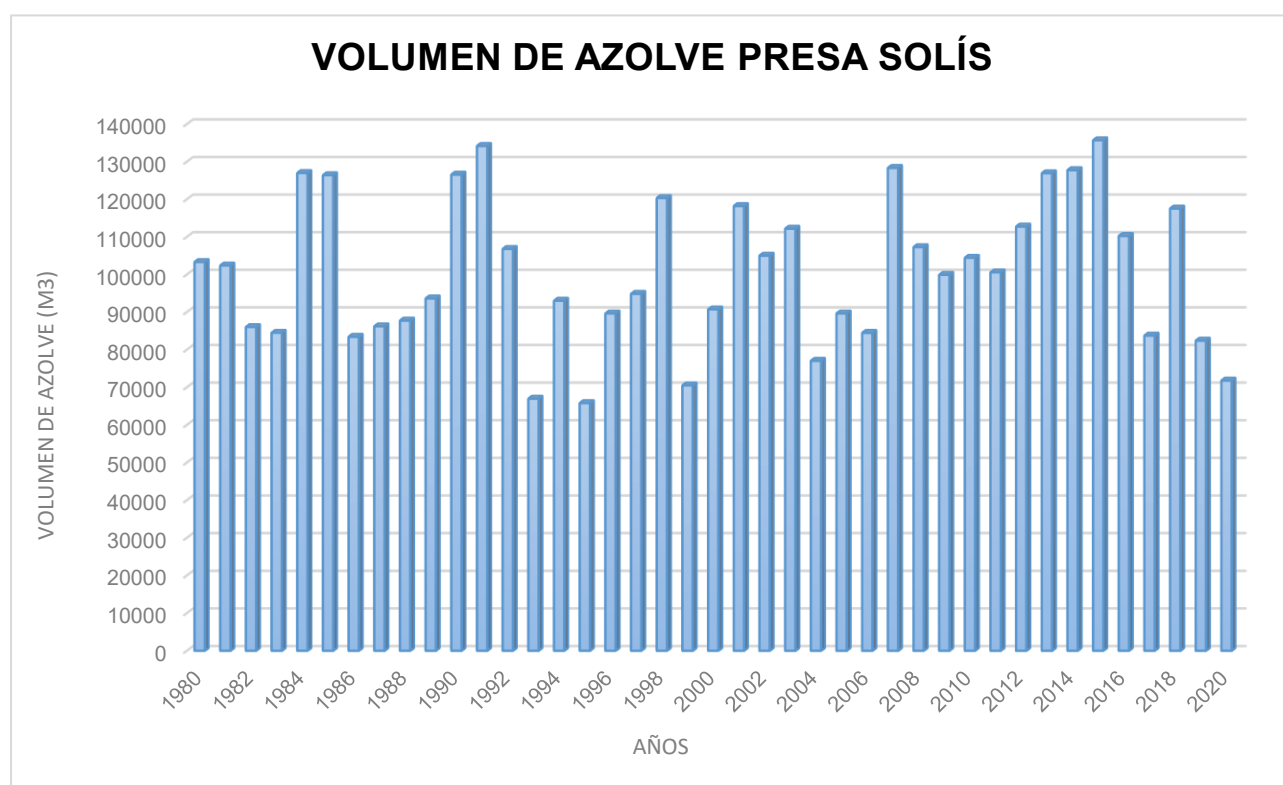
Mapa 10 Erosión del suelo. Elaboración propia.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Análisis cuantitativo de los resultados obtenidos por medio de la Ecuación

Universal Revisada de Pérdida de Suelos (RUSLE)

Con el análisis previo de la información de la microcuenca y la metodología RUSLE, se estiman los siguientes volúmenes de erosión hídrica del año 1980 al año 2020.



Grafica 3 Volumen de azolve Presa Solís. Elaboración propia.

En la Grafica 3, se muestran las diferentes estimaciones de volúmenes de azolve en el vaso de Presa Solís, desde 1980 hasta 2020, calculadas en metros cúbicos (m³).

De acuerdo con los resultados obtenidos, se pueden exponer las siguientes interpretaciones:

- **Tendencia General:** Se observa variaciones considerables en el volumen de azolve, sin una tendencia clara de aumento o disminución sostenida en el tiempo.
- **Picos Máximos:** Los años con mayor volumen de azolve superan los 130,000 m³, destacando los años 1983, 1991, 2008 y 2015.
- **Picos Mínimos:** Hay algunos años en los que el volumen de azolve disminuye notoriamente, por ejemplo, 1993 y 1995.
- **Variaciones Regular:** La gráfica muestra variaciones relativamente regulares entre años, lo que podría indicar la influencia de factores estacionales o ciclos climáticos que afectan el azolve en la presa.
- **Periodo Reciente:** En los años más recientes, después de 2016, se observa una ligera disminución en el volumen de azolve en comparación con los picos más altos del gráfico, aunque sigue en niveles considerables.

De acuerdo con la representación gráfica sobre el comportamiento del volumen de azolve en la Presa Solís se puede destacar que experimenta variaciones pronunciadas a lo largo de las décadas, lo que podría estar relacionado con factores climáticos, de cambios de uso de suelo y/o de manejo de la presa.

4.2 Discusión de la estimación obtenida con la metodología de la Ecuación

Universal Revisada de Pérdida de Suelos (RUSLE)

Al hacer la estimación para conocer el volumen muerto que presenta la Presa Solís se consideró un análisis promedio hasta el año presente y un análisis más detallado en el periodo de 1980 al 2020 para conocer el comportamiento del volumen de azolve de manera anual, esto con la finalidad de poder tener un panorama más amplio y entender el fenómeno de la erosión hídrica y los factores que han afectado este suceso a lo largo de las últimas décadas.

De acuerdo con el análisis general con la metodología RUSLE, se obtuvo que el volumen de azolve al año 2024 es de aproximadamente:

$$\text{Volumen de Azolve} = 8,885,772.38 \text{ [m}^3\text{]}$$

Ahora bien, la presa fue diseñada con una capacidad de volumen muerto de 55,000,000 [m³] considerando las condiciones que se han presentado a lo largo de las últimas décadas y la metodología de RUSLE para conocer la erosión hídrica que se presenta en la zona podemos interpretar que el volumen acumulado de azolve está por debajo de la mitad de su capacidad, es importante mencionar que este resultado es un estimado de acuerdo a la información considerada para dicho estudio hasta el año 2024, sin embargo, con esta estimación se puede conocer el comportamiento que tiene la erosión hídrica en el vaso de almacenamiento y poder tomar medidas preventivas para alargar la vida útil de la Presa en el momento que ésta la requiera.

Adicional a esto, el personal técnico encargado del mantenimiento de la Presa mencionaba que por parte de las autoridades responsables nunca se ha considerado hacer un estudio referente a la erosión hídrica que se presenta en la microcuenca y, por consiguiente, no se tiene el conocimiento preciso del nivel de azolve con el que trabaja la presa, ahora bien, al notar un exceso de material fino al abrir los túneles y el canal lateral, se reportó la preocupación de que este nivel llegara a tapar la obra de toma y provocar problemas para abastecer la demanda de la zona.

La relevancia de implementar un control efectivo de la erosión hídrica en estas obras hidráulicas de alto impacto económico y social radica en que esta medida permite prolongar la vida útil de las presas y garantizar una mayor eficiencia en su funcionamiento.

4.3 Observaciones pertinentes sobre la implementación de la metodología de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelos (RUSLE) para obtener el nivel de azolve en una presa

La metodología de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelos es una herramienta fundamental en el campo de la conservación del suelo y la gestión ambiental. Su importancia radica en los siguientes aspectos:

- / **Evaluación de la erosión hídrica del suelo:** permite estimar la pérdida promedio de suelo debido a la erosión hídrica en terrenos agrícolas, forestales y urbanos. Esto ayuda a identificar áreas vulnerables donde la erosión puede comprometer la productividad del suelo y la estabilidad ecológica.
- / **Planificación de prácticas de conservación:** proporciona información clave para diseñar estrategias que reduzcan la erosión hídrica, como terrazas, coberturas

vegetales, barreras de contorno y manejo de cuencas. Esto fomenta el uso sostenible del suelo.

- / **Prevención de la degradación ambiental:** la erosión del suelo contribuye al transporte de sedimento en ríos y lagos, pérdida de biodiversidad y disminución de la calidad del agua. RUSLE permite mitigar estos impactos mediante la implementación de medidas preventivas.
- / **Adaptación a condiciones locales:** el modelo considera factores específicos como; la erosividad de la lluvia, erodabilidad del suelo, longitud e inclinación de la pendiente, cobertura vegetal y prácticas de manejo del suelo. Esto lo hace versátil y adaptable a diferentes regiones y tipos de suelo.
- / **Toma de decisiones basada en datos:** los resultados de RUSLE son fundamentales para autoridades y agricultores en la elaboración de políticas de uso del suelo, minimización de riesgos ambientales y sostenibilidad agrícola
- / **Facilidad de integración con herramientas modernas:** RUSLE se puede combinar con SIG (Sistemas de Información Geográfica) para generar análisis detallados de erosión y riesgo, mejorando la precisión y efectividad de las intervenciones.

Para implementar esta metodología en estudios de erosión hídrica, es necesario realizar análisis detallados de la información con la que se obtendrá cada parámetro para la misma, ya que éstos pueden generar incertidumbre si no se obtienen con las consideraciones pertinentes.

La Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelos (RUSLE) considera las condiciones geográficas e hidrológicas que se presentan en la zona de estudio. Por lo tanto, los resultados que se interpretan dependen en gran medida de los fenómenos naturales que ocurren a lo largo del tiempo en dicha región. Sin embargo, la intervención humana, ya sea aguas arriba o aguas abajo, puede provocar cambios significativos en las estimaciones realizadas. Por esta razón, es fundamental conocer la historia de eventos catastróficos que hayan modificado las características naturales de la zona, así como cualquier proceso de invasión rural o transformación del uso del suelo que pueda haber ocurrido.

Conforme a la información recopilada de las condiciones que se presentan en la zona de estudio y el artículo *Mapa Nacional de Erosión Potencial* (Montes-León, M.A., Uribe-Alcántara, E.M., García-Celis, E. , 2011) se complementa la veracidad de la aplicación de esta metodología para conocer la erosión hídrica que impacta las obras hidráulicas.

El Mapa Nacional de Erosión Potencial se clasifica en niveles baja, media, considerable, alta, muy alta y extrema; al hacer la comparativa pertinente para el vaso de almacenamiento de “Presa Solís” con los resultados obtenidos mediante el método RUSLE, se puede considerar una zona con baja presencia de erosión hídrica potencial lo cual se refleja en ambas referencias.

Si se realiza una aplicación adecuada de la información disponible sobre el sitio, se puede confiar en la estimación de la pérdida de suelo obtenida. Esto permitirá tomar decisiones pertinentes para conservar o mejorar las condiciones del área de interés, promoviendo su sostenibilidad y preservación a largo plazo.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelos (RUSLE) es una herramienta esencial para estimar la erosión hídrica en una zona determinada, considerando sus características geográficas e hidrológicas. En el análisis de una presa, su aplicación permite calcular la cantidad de sedimentos que se acumularán en el vaso de almacenamiento en un tiempo determinado, información clave para la planificación y mantenimiento de estas infraestructuras.

Las presas están diseñadas con un volumen muerto destinado a la acumulación de sedimentos. Sin embargo, cuando este volumen es superado, surgen problemas operativos con impactos significativos en los ámbitos económico, social y ambiental. En el caso de la Presa Solís, que ha operado por 76 años, evaluar la erosión en su microcuenca es fundamental para prolongar su vida útil y garantizar su función dentro del sector agrícola de Acámbaro, Guanajuato. Su conservación es prioritaria para evitar que alcance el estado de "presa muerta", lo que implicaría soluciones complejas y costosas, como la remoción de sedimentos con maquinaria especializada y la disposición ambientalmente adecuada de los lodos extraídos.

La Presa Solís fue diseñada con una capacidad de volumen muerto de 55,000,000 m³; según este estudio, el nivel de azolve actual se encuentra al 20% de su capacidad total, lo que indica que aún dispone de un margen considerable. A través del análisis del "Mapa de Erosión Nacional de los Estados Unidos Mexicanos" y la aplicación de la metodología RUSLE, se confirmó una tasa de erosión baja en la microcuenca que la

abastece. No obstante, se recomienda realizar monitoreos periódicos para anticipar y prevenir acumulaciones excesivas de sedimentos que puedan comprometer la operación de la presa.

La implementación de metodologías para el monitoreo y control de la erosión hídrica en las microcuencas y cuencas que alimentan las presas es una estrategia clave para su mantenimiento preventivo. Si bien la erosión es un proceso natural e inevitable, su adecuada gestión puede minimizar el azolve y garantizar el funcionamiento óptimo de estas infraestructuras hidráulicas a largo plazo.

Finalmente, este trabajo busca sentar un precedente para el desarrollo de un método replicable en cualquier presa del país, permitiendo una mejor comprensión de la erosión hídrica y fomentando estrategias preventivas para el control del azolve y la conservación de estas estructuras esenciales.

5.2 Recomendaciones

La erosión hídrica es un fenómeno difícilmente controlable, sin embargo, se puede estimar su orden de magnitud con metodologías como RUSLE y de esta forma sustentar la toma decisiones que contribuyan a mejorar las condiciones de la infraestructura hidráulica. Para el caso de las presas en México, se recomienda tomar en cuenta los siguientes criterios.

/ Control de volumen muerto en el vaso de almacenamiento de las presas.

El control de volumen de azolve en las presas es esencial para garantizar su operatividad, vida útil y el cumplimiento de sus funciones principales, como puede ser almacenamiento de agua, generación de energía, irrigación o el control de inundaciones. La acumulación de sedimentos reduce la capacidad de almacenamiento, afecta la calidad del agua y puede comprometer la estabilidad estructural de la presa.

El control de niveles de azolve en presas es un desafío multifacético que requiere estrategias preventivas y correctivas. Un enfoque integral, que combine el monitoreo de cuencas, técnicas de manejo de sedimentos y mantenimiento adecuado, es clave para asegurar la sostenibilidad de estas infraestructuras esenciales.

/ Mantenimiento de desazolve con tecnología.

En México, una gran parte de los cuerpos de agua, incluidas represas pequeñas, medianas y grandes, presentan altos niveles de azolve, lo que pone en peligro su funcionalidad. Implementar un método alternativo y económico para extender su vida útil podría generar ventajas significativas en los ámbitos tecnológico, económico y social.

Para abordar este tipo de problemáticas en México, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2015) ha trabajado en la investigación de un método para desazolver presas y embalses. Inicialmente, se consideró el uso de un dispositivo aireador, comúnmente empleado para oxigenar agua en zonas estancadas o en plantas de tratamiento y potabilización, donde ayuda a formar grumos o flóculos. Con base en este tipo de tecnología, surgió la idea de desarrollar 3 prototipos de dispositivo con diferente geometría para el desazolve de presas.

/ Depósito de lodos en zonas de bajo impacto ambiental.

El depósito de lodos de desazolve debe planificarse cuidadosamente, considerando su diseño, ubicación y medidas de mitigación ambiental. Una gestión adecuada permite no solo reducir impactos negativos, sino también aprovechar los lodos como recursos potenciales en beneficio del medio ambiente y las comunidades.

A pesar de que en México se cuentan con métodos convencionales como son las técnicas de dragado de desazolve, se requieren métodos alternos con nueva tecnología, que permitan incrementar la vida operativa de los almacenamientos considerando los impactos ambientales, económicos y sociales. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), 2015).

BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio. (1992). *Fundamentos de hidrología de superficie*. México • España • Venezuela • Argentina : Limusa, GRUPO NORIEGA EDITORES.
- BECERRA, M. (1997). *Erosión de suelos*. . CDMX, Mexico. : Universidad Autónoma de Chapingo.
- Carmona, J. (20 de mayo de 2025). *Sol del Bajío*. Obtenido de <https://oem.com.mx/elsoldelbajio/local/76-anos-de-nuevo-chupicuaro-y-la-presa-solis-en-acambaro-historia-y-origen-23414558>
- CENAPRED. (18 de Octubre de 2019). *¿Sabes cuál es la función de las presas?* Obtenido de Gobierno de Mexico : <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/sabes-cual-es-la-funcion-de-las-presas#:~:text=Las%20presas%20son%20estructuras%20hidr%C3%A1ulicas,de%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica%2C%20entre%20otras>.
- CIIFEN. (2022). *Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño*. Obtenido de Climatología y Anomalía: <https://ciifen.org/climatologia-y-anomalia/>
- Cobo, R. (04 de Diciembre de 2008). Los sedimentos de los embalses españoles. *Ingeniería del Agua*, Vol. 15, págs. 231-241.
- CONAGUA. (2022). *Presa Solís* . Obtenido de CONAGUA.
- CONAGUA. (2025). *Terminología*. Obtenido de Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, CONAGUA: <https://app.conagua.gob.mx/spr/glosario.html>
- Cortés Torres, H. (1991). *Colegio de Postgraduados. Montecillos, México*. Obtenido de Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de Maestría.: <https://chapingo.orex.es/bib/1995>
- FAO. (2006). *World reference base for soil resources*. Obtenido de A framework
- Febles, J. Vega,M. (28 de abril de 2016). *Estimación del aporte de la erosión hídrica al azolve del embalse Mampostón*. Obtenido de Ingeniería Hidráulica y Ambiental: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382016000300002&script=sci_arttext
- Gobierno de Mexico . (2023). *Data Mexico*. Obtenido de Municipio de Acambaro, Guanajuato: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/acambaro?redirect=true>
- GUNT, H. (2024). Conocimientos básicos, Fundamentos del transporte de sedimentos. *Ingeniería hidráulica, Transporte de sedimentos*.
- IMTA. (2015). *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*. Obtenido de El IMTA investiga métodos eficientes para desazolver presas y embalses:

<https://www.iagua.es/noticias/mexico/imta/15/07/14/imta-investiga-metodo-desazolvar-presas-y-embalses-eficiente>

- IMTA. (01 de 09 de 2019). *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*. Obtenido de ¿Que es una cuenca?: <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369#:~:text=Se%20considera%20que%20una%20cuenca,%3A%20alta%2C%20media%20y%20baja>.
- INEGI. (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (01 de Agosto de 2019). *¿Qué es una cuenca?* Obtenido de Gobierno de Mexico: <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369#:~:text=Se%20considera%20que%20una%20cuenca,menos%20de%205%20000%20hect%C3%A1reas>
- MONTES, L. (2002). *Predicción de la erosión hídrica para la elaboración de planes de conservación de suelos a nivel cuenca*. . Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro, México: Tesis de Grado Maestría. .
- Montes-León, M.A., Uribe-Alcántara, E.M., García-Celis, E. . (2011). Mapa nacional de erosión potencial. *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. II, núm. 1.
- Renard, K. F. (1997). *Manual agrícola, Manual agrícola Núm. 703, 65–100*. Obtenido de Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE).: Washington, D.C.: USDA-ARS,
- Rojas, P. (26 de Diciembre de 2017). *¿Cuáles son los tipos de Cuencas Hidrográficas?* Obtenido de INGENCIV: <https://ingeciv.com/cuales-son-los-tipos-de-cuencas-hidrograficas/>
- Sanchez, J. G. (2016). Sedimentacion en embalses. En J. G. Sanchez, *Manual de Ingeniería de Ríos* (pág. 1).
- SEMARNAT. (2015). *Cuencas Hidrológicas*. Obtenido de Atlas Digital Geografico: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/agua_chidrologicas.html
- Sotelo Ávila, G. (1994). *UNAM* . Obtenido de Repositoria Facultad de Ingeniería : <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/1758>
- Vallejo, L. I. (2002). *Ingeniería Geológica*. España: Pearson Educación.
- Wischmeier, W. (1959). *Actas de la Sociedad de Ciencias del Suelo de América*. Obtenido de Índice de erosión por lluvia para una ecuación universal de pérdida de suelo. : <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1959.03615995002300030027x>

ANEXOS.

Anexo I. Datos históricos de precipitación.

COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL

ESTACIÓN : 11012

NOMBRE : CORONEO

ESTADO : GUANAJUATO

MUNICIPIO : CORONEO

SITUACIÓN : OPERANDO

LATITUD : 20.19833333 °

LONGITUD : -100.3633333 °

ALTITUD : 2271 msnm

ESTADÍSTICA MENSUAL

EMISIÓN : 05/07/2024

DATOS DISPONIBLES EN LA BASE DE DATOS A: JULIO DE 2024;

CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

Tabla 16 Datos históricos de precipitación, estación CORONEO 11012.

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1962	---	---	---	49.05	15	176.5	125	163.5	129	118	1.5	7.5	785.05	87.2	9
1963	0.00	1.50	8.50	26.50	25.50	215.50	260.50	105.00	72.50	27.50	3.00	11.50	757.50	63.10	12
1964	34.03	3.50	10.00	4.00	83.50	138.50	184.00	121.00	212.00	53.00	17.50	36.50	897.53	74.80	12
1965	12.00	15.00	0.00	29.00	18.50	80.50	243.50	---	147.50	155.00	0.00	11.50	712.50	64.80	11
1966	27.00	17.50	58.50	32.00	25.50	177.00	189.00	240.50	12.50	123.00	3.00	0.00	905.50	75.50	12
1967	47.00	5.00	16.50	60.50	58.50	155.50	108.50	219.50	168.50	97.00	21.50	11.50	969.50	80.80	12
1968	1.50	30.00	18.00	40.00	26.00	109.90	150.50	84.50	130.00	22.00	15.50	16.00	643.90	53.70	12
1969	30.50	6.00	0.00	2.00	18.50	83.00	206.50	151.50	3.07	8.00	0.10	5.50	514.67	42.90	12
1970	4.50	6.00	0.00	0.00	41.00	177.00	152.00	197.50	218.00	3.00	8.50	0.00	807.50	67.30	12
1971	4.50	0.00	24.90	1.50	101.20	156.30	82.00	296.20	271.50	39.90	12.30	0.00	990.30	82.50	12
1972	0.00	0.00	2.70	0.00	70.30	88.80	122.60	25.40	157.10	28.50	14.50	0.00	509.90	42.50	12
1973	0.00	0.00	0.00	11.20	62.20	185.30	216.40	135.80	135.00	27.30	0.00	0.00	773.20	64.40	12
1974	7.50	0.00	28.70	0.00	26.10	71.90	269.60	123.90	59.60	26.90	19.40	0.00	633.60	52.80	12
1975	55.00	21.40	0.00	0.00	46.30	263.00	102.80	166.50	47.30	32.70	0.00	0.00	735.00	61.20	12
1976	0.00	0.00	24.50	24.00	61.65	37.30	271.40	160.60	168.70	103.30	16.10	21.30	888.85	74.10	12

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1977	7.50	0.00	0.00	14.80	47.00	178.60	88.40	110.80	28.30	7.50	5.00	16.01	503.91	42.00	12
1978	21.50	17.50	18.80	7.00	17.00	95.70	166.10	101.20	105.90	113.80	9.50	0.00	674.00	56.20	12
1979	0.00	41.60	8.10	4.00	27.00	26.60	119.50	71.90	117.60	0.00	8.70	59.00	484.00	40.30	12
1980	100.00	1.60	0.00	1.50	20.50	82.40	65.50	191.60	97.00	98.20	14.10	1.00	673.40	56.10	12
1981	70.50	29.00	13.80	29.20	51.40	69.80	141.20	155.70	15.00	70.90	5.50	9.40	661.40	55.10	12
1982	0.00	13.50	18.00	18.70	95.00	14.90	128.30	95.10	55.10	84.10	18.50	17.60	558.80	46.60	12
1983	36.30	7.60	15.70	0.00	20.00	59.60	291.20	223.00	176.61	33.00	10.73	9.20	882.94	73.60	12
1984	8.20	16.50	5.30	0.40	11.30	188.90	130.80	137.20	135.50	44.00	1.00	8.50	687.60	57.30	12
1985	3.00	0.00	0.00	34.40	42.20	176.40	168.70	199.60	96.30	40.70	43.70	0.00	805.00	67.10	12
1986	0.00	4.50	0.00	21.00	62.00	233.00	126.00	107.30	96.40	27.50	24.00	8.01	709.71	59.10	12
1987	0.00	0.00	0.00	39.80	8.50	89.70	167.90	78.90	147.10	0.00	20.00	0.00	551.90	46.00	12
1988	4.50	0.00	21.50	8.50	12.50	51.90	201.30	164.30	62.80	0.00	9.00	11.50	547.80	45.60	12
1989	3.30	16.50	0.00	0.00	32.80	92.80	120.30	182.20	61.00	3.00	5.00	14.80	531.70	44.30	12
1990	1.00	25.20	6.00	5.50	81.90	37.30	234.40	134.60	99.60	---	25.70	6.00	657.20	59.70	11
1991	6.20	3.50	0.00	0.00	33.50	267.50	367.20	140.50	105.20	55.00	15.50	5.00	999.10	83.30	12
1992	99.50	29.50	36.00	15.50	97.50	43.50	155.00	146.50	100.00	106.00	73.50	0.00	902.50	75.20	12
1993	13.00	7.50	6.50	---	12.50	---	163.00	91.50	102.50	19.50	5.50	0.00	421.50	42.10	10
1994	11.50	0.00	0.00	46.50	19.50	218.00	99.50	72.00	44.50	26.00	0.00	9.50	547.00	45.60	12
1995	21.50	12.50	0.00	13.50	---	---	33.50	250.00	136.00	1.50	17.00	30.50	516.00	51.60	10
1996	0.00	0.00	2.00	7.50	16.50	74.50	109.50	173.50	176.50	114.00	0.00	0.00	674.00	56.20	12
1997	0.00	0.00	45.50	57.50	63.00	108.00	144.50	75.50	47.00	---	26.50	0.00	567.50	51.60	11
1998	---	0.00	0.00	0.00	0.00	63.52	37.50	89.50	191.50	22.00	0.00	0.00	404.02	36.70	11
1999	0.00	---	---	---	---	---	---	---	45.20	1.60	0.00	0.00	46.80	9.40	5
2000	0.00	0.00	0.00	0.00	120.00	130.00	---	---	---	---	---	---	250.00	41.70	6
2002	---	---	---	---	---	---	96.00	47.00	88.50	33.00	33.00	7.00	304.50	50.80	6
2003	12.00	0.00	0.00	1.00	17.60	68.50	105.50	93.50	131.00	73.50	0.00	0.00	502.60	41.90	12
2004	32.00	0.00	37.00	19.50	64.00	133.50	187.00	96.00	96.50	34.00	0.00	---	699.50	63.60	11
2005	0.01	20.00	12.00	3.00	57.00	11.00	87.00	132.50	25.50	68.00	0.00	0.00	416.01	34.70	12
2006	32.50	0.00	40.00	31.50	90.00	30.50	66.50	68.50	111.50	73.00	10.80	7.00	561.80	46.80	12

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
2007	18.50	8.00	18.00	9.00	35.00	128.50	147.00	142.50	91.00	19.00	29.00	12.00	657.50	54.80	12
2008	3.00	4.50	0.00	34.00	10.50	70.00	104.90	148.00	108.50	27.50	0.00	0.00	510.90	42.60	12
2009	2.50	1.00	0.00	0.60	0.00	73.00	71.50	34.50	111.00	49.00	0.00	14.50	357.60	29.80	12
2010	0.03	47.50	0.00	8.00	18.00	37.00	88.00	50.00	44.00	76.00	0.00	0.00	368.53	30.70	12
2011	4.00	0.00	0.00	7.00	11.50	33.50	50.00	57.50	63.50	27.00	0.00	0.00	254.00	21.20	12
2012	11.80	83.90	17.80	8.50	10.90	67.80	192.30	83.60	106.40	0.00	17.70	0.00	600.70	50.10	12
2013	11.00	0.00	9.60	2.30	33.00	98.00	219.80	128.00	176.40	74.40	43.70	31.20	827.40	69.00	12
2014	6.00	0.00	12.00	29.40	109.00	160.30	141.80	164.20	54.80	52.20	1.20	1.40	732.30	61.00	12
2015	0.00	7.10	183.40	19.80	158.90	131.30	154.00	85.70	169.40	12.10	47.90	11.50	981.10	81.80	12
2016	13.90	0.00	29.70	3.10	72.90	128.81	186.90	219.60	93.90	6.10	16.50	0.00	771.41	64.30	12
2017	0.00	0.00	20.30	11.20	26.01	162.40	213.20	138.40	130.20	8.10	9.80	0.00	719.61	60.00	12
2018	1.70	33.70	0.00	24.20	41.30	237.80	73.60	155.10	217.80	135.60	59.50	0.00	980.30	81.70	12
2019	1.20	0.10	4.30	0.00	5.00	89.90	154.60	98.30	108.10	136.80	6.00	11.70	616.00	51.30	12
2020	11.90	38.40	32.10	47.80	23.90	163.40	142.50	126.70	132.80	1.40	0.00	0.00	720.90	60.10	12
2021	6.30	0.00	0.00	5.70	109.20	141.10	105.60	145.70	264.70	99.20	13.20	0.00	890.70	74.20	12
2022	0.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00	1
2024	---	---	---	---	3.20	97.20	11.80	---	---	---	---	---	112.20	37.40	3
MÍNIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00	11.80	25.40	3.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
MÁXIMA	100.00	83.90	183.40	60.50	158.90	267.50	367.20	296.20	271.50	155.00	73.50	59.00	999.10	87.20	12
MEDIA	14.00	10.30	14.40	15.50	43.30	115.80	147.30	132.10	112.10	48.90	13.10	7.40	629.00	54.70	11.2
DESV.ST	22.4	15.9	26.9	16.7	35.1	65.1	68.9	56.6	60.2	42.7	15.7	11.1	228.4	17.6	2.2

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL

ESTADÍSTICA MENSUAL

EMISIÓN: 05/07/2024

DATOS DISPONIBLES EN LA BASE DE DATOS A: JULIO DE 2024;

CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ESTACIÓN :11031

LATITUD: 20.14305556 °

NOMBRE: JERECUARO

LONGITUD: -100.5188889 °

ESTADO: GUANAJUATO

ALTITUD: 1787 msnm

MUNICIPIO: JERÉCUARO

SITUACIÓN: OPERANDO

Tabla 17 Datos históricos de precipitación, estación JERECUARO 11031.

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1923	---	---	---	12.60	49.90	74.60	157.10	113.80	76.80	0.00	12.30	0.00	497.10	55.20	9.00
1924	8.60	3.10	0.00	5.20	59.40	99.60	133.20	272.80	138.90	0.00	13.70	5.00	739.50	61.60	12.00
1925	15.00	12.41	15.56	54.75	11.06	176.10	157.80	126.93	207.61	97.11	62.13	112.11	1048.57	87.40	12.00
1926	1.70	0.00	10.21	3.05	5.05	202.93	248.12	151.02	161.54	100.73	0.02	0.00	884.37	73.70	12.00
1927	0.00	0.03	14.57	24.54	62.58	145.48	117.09	190.79	202.30	61.23	0.01	5.02	823.64	68.60	12.00
1928	158.90	0.00	24.30	17.00	65.20	36.90	208.40	153.90	138.10	8.50	8.70	0.00	819.90	68.30	12.00
1929	33.20	0.00	0.00	0.00	10.80	70.70	178.90	131.00	48.90	10.00	6.00	35.00	524.50	43.70	12.00
1930	0.00	4.00	0.00	13.20	62.40	98.90	171.30	243.80	12.90	105.60	34.70	1.20	748.00	62.30	12.00
1932	0.00	8.00	26.00	---	---	---	---	109.20	151.90	---	---	---	295.10	59.00	5.00
1942	0.00	0.10	0.02	0.00	17.00	76.10	57.10	126.60	3.90	5.20	24.00	0.00	310.02	25.80	12.00
1943	0.00	0.00	0.00	10.00	56.00	275.00	---	184.00	142.00	68.00	9.00	45.00	789.00	71.70	11.00
1944	6.00	0.00	10.00	0.00	26.00	107.00	---	---	---	---	10.00	0.00	159.00	19.90	8.00
1945	0.00	0.00	30.00	11.00	53.00	66.00	147.00	105.00	91.50	---	---	---	503.50	55.90	9.00
1957	---	---	---	---	---	---	---	3.91	45.50	66.50	0.00	16.00	131.91	26.40	5.00
1958	125.04	2.00	0.00	7.00	41.00	147.00	223.00	197.00	238.00	103.00	47.50	12.50	1143.04	95.30	12.00
1959	20.00	41.00	0.00	97.00	36.00	198.00	146.00	206.00	---	---	---	---	744.00	93.00	8.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1960	23.02	0.00	0.01	16.52	19.51	60.50	185.02	166.03	114.02	30.54	5.00	1.52	621.69	51.80	12.00
1961	27.00	1.00	0.00	20.00	29.00	217.50	72.55	69.53	80.00	52.50	32.00	0.00	601.08	50.10	12.00
1962	0.00	5.00	0.00	35.30	36.00	129.00	82.00	172.00	110.00	146.10	5.00	3.00	723.40	60.30	12.00
1963	0.00	0.00	5.00	29.50	49.00	189.00	305.00	226.00	69.00	50.00	15.00	8.00	945.50	78.80	12.00
1964	52.00	0.00	2.00	17.00	77.00	130.00	123.00	243.00	205.00	41.00	7.00	64.00	961.00	80.10	12.00
1965	13.00	25.50	---	50.00	65.00	138.00	199.00	357.02	132.00	93.00	0.00	0.00	1072.52	97.50	11.00
1966	19.00	12.00	37.00	26.00	22.00	164.50	236.00	242.00	19.00	112.00	0.00	0.00	889.50	74.10	12.00
1967	53.00	15.00	11.00	13.00	55.00	256.00	143.50	165.70	196.20	171.80	13.00	11.00	1104.20	92.00	12.00
1968	5.00	15.50	13.20	31.20	36.50	205.00	165.80	86.00	186.10	37.60	2.00	18.50	802.40	66.90	12.00
1969	18.00	6.50	4.00	1.50	22.00	61.50	134.70	174.80	38.40	30.40	0.00	4.50	496.30	41.40	12.00
1970	1.50	11.00	0.00	0.00	25.20	191.90	199.40	139.60	138.80	39.80	9.30	0.00	756.50	63.00	12.00
1971	0.80	0.00	25.30	2.50	81.00	162.50	171.50	209.00	264.50	72.00	16.00	6.50	1011.60	84.30	12.00
1972	1.50	0.00	3.50	6.20	53.50	57.10	211.60	90.50	188.00	34.60	17.50	2.60	666.60	55.50	12.0
1973	1.50	0.00	0.00	5.80	71.30	130.60	252.30	255.10	157.80	63.50	7.90	0.00	945.80	78.80	12.00
1974	8.50	0.00	3.80	16.70	54.70	137.90	207.40	212.70	70.20	50.60	3.20	3.20	768.90	64.10	12.00
1975	30.50	7.30	0.00	0.00	33.20	153.40	185.80	196.80	17.50	68.20	0.00	0.00	692.70	57.70	12.00
1976	0.00	5.00	4.80	11.30	77.20	24.30	290.70	190.70	239.90	124.10	36.00	19.10	1023.10	85.30	12.00
1977	0.00	0.00	0.00	11.60	48.60	119.00	134.00	214.00	78.00	16.00	0.00	21.50	642.70	53.60	12.00
1978	19.01	9.00	17.03	0.00	91.00	144.70	116.20	136.00	160.50	170.50	8.50	5.00	877.44	73.10	12.00
1979	0.00	28.00	1.00	25.50	20.00	68.00	117.00	93.00	121.02	16.00	0.00	40.00	529.52	44.10	12.00
1980	93.00	1.00	17.00	24.52	64.06	120.52	94.03	247.55	138.53	30.54	22.00	1.00	853.75	71.10	12.00
1981	64.50	25.52	2.02	96.52	36.00	142.50	165.55	144.52	58.03	204.02	6.00	6.30	951.48	79.30	12.00
1982	0.00	16.50	20.00	21.02	43.52	109.50	252.00	152.00	30.00	34.00	11.01	27.50	717.05	59.80	12.00
1983	19.50	3.00	4.00	0.00	106.50	93.00	267.03	278.51	203.03	49.50	23.03	4.00	1051.10	87.60	12.00
1984	49.20	6.00	3.00	2.50	31.00	139.50	222.10	172.00	91.50	71.50	7.60	3.00	798.90	66.60	12.00
1985	0.00	0.00	4.20	14.50	29.40	247.50	178.00	201.20	63.00	73.50	11.50	0.00	822.80	68.60	12.00
1986	1.50	8.00	9.00	17.00	65.50	230.50	270.10	---	82.50	116.10	9.10	0.00	809.30	73.60	11.00
1987	1.00	0.00	1.50	32.70	15.30	94.50	178.60	126.50	59.50	0.00	14.50	1.00	525.10	43.80	12.00
1988	7.00	4.00	33.00	24.00	0.00	149.00	187.50	128.10	69.50	12.00	0.00	7.00	621.10	51.80	12.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1989	0.00	10.50	0.00	15.50	39.10	87.00	151.90	190.20	64.00	6.00	16.00	23.50	603.70	50.30	12.00
1990	2.00	12.30	3.50	1.00	39.20	59.00	223.50	267.00	83.50	171.50	4.00	7.00	873.50	72.80	12.00
1991	0.00	0.50	0.00	0.00	37.00	159.50	370.00	106.00	155.50	50.00	6.50	1.50	886.50	73.90	12.00
1992	104.40	44.50	2.00	20.00	57.00	45.00	157.30	119.90	96.00	122.50	53.70	4.00	826.30	68.90	12.00
1993	2.50	7.50	0.00	3.50	16.00	135.50	188.50	142.50	118.50	25.50	12.50	0.00	652.50	54.40	12.00
1994	10.50	0.00	0.00	9.50	60.50	294.60	143.00	139.00	84.50	43.50	0.00	0.00	785.10	65.40	12.00
1995	8.00	9.50	0.00	2.50	48.00	191.00	117.50	205.50	135.50	2.00	11.50	35.00	766.00	63.80	12.00
1996	0.00	0.00	2.00	0.00	16.00	51.50	138.50	148.50	232.00	35.50	0.00	0.00	624.00	52.00	12.00
1997	0.00	0.00	52.00	30.50	60.00	30.00	152.00	152.50	71.00	36.00	17.00	0.00	601.00	50.10	12.00
1998	2.50	0.00	0.00	0.00	1.50	190.00	149.50	156.82	325.53	61.63	22.60	0.00	910.08	75.80	12.00
1999	0.00	0.00	0.00	7.51	11.54	107.50	178.20	136.00	72.52	34.03	0.01	4.00	551.31	45.90	12.00
2000	0.00	0.00	3.01	0.01	12.72	154.53	72.54	93.55	88.02	10.12	7.50	0.01	442.01	36.80	12.00
2001	3.50	0.01	10.00	14.53	40.56	206.33	188.51	191.00	165.04	35.01	0.00	7.51	862.00	71.80	12.00
2002	30.00	15.50	0.00	10.00	4.50	43.01	212.52	107.02	223.02	20.53	26.50	2.00	694.60	57.90	12.00
2003	5.50	0.00	3.00	0.00	68.51	---	---	---	---	---	---	---	77.01	15.40	5.00
2004	---	---	---	---	---	169.35	188.32	203.13	166.27	68.58	0.50	6.90	803.05	114.70	7.00
2005	2.01	5.53	17.52	16.02	7.00	18.50	165.71	201.23	45.11	19.56	0.01	---	498.20	45.30	11.00
2006	16.00	0.00	3.61	30.73	83.51	184.40	173.71	215.44	156.24	147.64	6.03	---	1017.31	92.50	11.00
2007	10.62	0.02	3.62	7.45	11.67	168.72	319.45	255.75	109.64	26.93	5.91	2.02	921.80	76.80	12.00
2008	0.01	2.01	0.00	1.92	1.35	150.04	317.42	163.82	67.94	8.62	0.00	0.00	713.13	59.40	12.00
2009	0.02	0.00	0.02	1.70	72.31	184.20	133.12	70.93	184.82	112.83	0.00	18.30	778.25	64.90	12.00
2010	56.23	171.72	0.01	0.51	6.55	110.40	166.93	141.81	111.22	0.00	0.00	0.00	765.38	63.80	12.00
2011	1.50	0.00	0.02	3.94	15.85	72.50	161.92	54.51	126.41	83.81	1.20	0.01	521.67	43.50	12.00
2012	5.50	50.90	1.12	26.92	27.73	151.74	158.63	158.71	90.71	0.02	17.92	0.01	689.91	57.50	12.00
2013	3.21	0.00	6.80	0.02	28.83	114.40	225.51	124.63	182.43	91.41	33.31	18.03	828.58	69.00	12.00
2014	11.43	0.00	2.52	7.21	128.34	226.41	187.13	169.93	53.24	74.21	9.41	2.12	871.95	72.70	12.00
2015	0.00	29.40	125.00	31.20	157.90	184.70	129.60	93.92	168.91	18.42	6.81	12.11	957.97	79.80	12.00
2016	5.80	1.32	19.92	10.23	103.31	89.62	177.40	395.73	38.82	38.01	36.32	0.02	916.50	76.40	12.00
2017	0.00	0.70	32.92	3.31	74.41	140.82	169.40	208.61	129.83	19.10	0.01	0.00	779.11	64.90	12.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
2018	8.00	11.42	0.00	20.01	56.82	277.73	132.93	180.40	270.13	66.92	64.83	0.00	1089.19	90.80	12.00
2019	0.03	0.00	12.90	0.01	10.50	45.20	150.20	76.80	92.40	85.40	0.90	4.40	478.74	39.90	12.00
2020	0.80	11.60	15.90	0.00	13.00	69.10	83.40	118.50	45.40	2.90	0.00	4.20	364.80	30.40	12.00
2021	2.60	0.00	0.00	0.60	44.90	101.20	---	---	---	---	---	---	149.30	24.90	6.00
2024	---	---	---	---	0.00	64.51	3.90	---	---	---	---	---	68.41	22.80	3.00
MÍNIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.50	3.90	3.91	3.90	0.00	0.00	0.00	68.41	15.40	3.00
MÁXIMA	158.90	171.72	125.00	97.00	157.90	294.60	370.00	395.73	325.53	204.02	64.83	112.11	1143.04	114.70	12.00
MEDIA	15.60	8.80	9.00	14.50	43.00	133.10	175.10	167.50	121.60	57.70	11.90	9.10	719.20	62.90	11.20
DESV.ST	29.60	21.90	17.40	18.40	30.80	64.60	63.30	66.10	68.50	48.20	14.70	17.50	244.20	19.50	2.00

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL

ESTADÍSTICA MENSUAL

EMISIÓN: 05/07/2024

DATOS DISPONIBLES EN LA BASE DE DATOS A: JULIO DE 2024;

CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ESTACIÓN: 11076 LATITUD: 20.05388889 °
NOMBRE: PRESA SOLIS LONGITUD: -100.6727778 °
ESTAD: GUANAJUATO ALTITUD: 1901 msnm
MUNICIPIO: ACÁMBARO
SITUACIÓN: OPERANDO

Tabla 18 Datos históricos de precipitación, estación PRESA SOLIS 11076.

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1961	12.20	0.60	0.50	4.30	7.30	183.90	225.80	89.40	115.70	8.60	11.60	0.00	659.90	55.00	12.00
1962	0.00	0.00	0.00	8.40	14.80	161.80	130.00	126.50	138.00	136.50	4.20	0.70	720.90	60.10	12.00
1963	0.00	0.00	26.40	4.60	23.50	213.20	191.60	132.50	82.10	61.00	16.00	9.00	759.90	63.30	12.00
1964	53.40	6.30	6.90	0.00	64.00	142.70	126.20	113.20	231.10	45.30	8.70	51.50	849.30	70.80	12.00
1965	5.40	30.10	0.00	64.60	21.20	80.50	110.20	271.20	214.10	92.00	4.00	0.00	893.30	74.40	12.00
1966	28.20	8.00	31.30	31.30	97.90	92.50	261.50	228.40	71.80	115.60	6.30	0.40	973.20	81.10	12.00
1967	47.00	2.60	21.50	7.20	116.10	246.70	227.60	191.80	184.00	82.30	27.80	1.70	1156.30	96.40	12.00
1968	8.20	20.90	10.40	34.60	52.40	160.10	268.80	75.30	132.70	56.00	3.20	12.80	835.40	69.60	12.00
1969	6.30	7.00	4.80	0.00	0.50	55.70	126.50	142.40	62.70	11.10	0.00	1.50	418.50	34.90	12.00
1970	0.00	4.20	0.00	0.00	12.30	136.60	219.50	186.60	167.20	32.10	9.70	0.00	768.20	64.00	12.00
1971	4.20	0.00	17.90	3.21	86.90	148.60	109.60	256.30	228.50	54.10	8.60	5.00	922.91	76.90	12.00
1972	2.20	0.00	13.90	3.90	38.50	120.00	181.20	57.30	113.00	52.90	5.50	1.40	589.80	49.10	12.00
1973	2.40	0.00	0.00	2.60	82.70	119.20	218.10	291.50	122.80	46.80	7.70	0.00	893.80	74.50	12.00
1974	0.00	1.60	3.60	3.20	47.50	153.60	158.40	159.10	74.90	18.10	18.00	3.60	641.60	53.50	12.00
1975	25.70	0.40	0.00	0.50	74.30	131.40	141.60	217.90	71.30	23.00	5.30	0.00	691.40	57.60	12.00
1976	0.00	0.40	0.60	14.00	35.60	39.40	224.70	168.60	139.20	109.00	33.30	16.60	781.40	65.10	12.00
1977	2.50	0.40	0.00	10.50	50.60	138.60	146.00	129.20	85.80	58.80	0.00	39.50	661.90	55.20	12.00
1978	19.50	12.90	26.70	3.70	13.50	167.90	175.00	200.70	178.10	108.90	2.60	1.60	911.10	75.90	12.00
1979	0.00	31.70	0.00	6.20	13.80	57.20	177.90	178.60	121.00	0.00	0.00	30.50	616.90	51.40	12.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1980	95.00	3.70	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	98.70	49.40	2.00
1981	---	---	---	---	15.50	132.50	---	---	---	---	---	---	148.00	74.00	2.00
1982	---	---	---	---	---	---	136.50	118.20	74.60	56.00	---	13.90	399.20	79.80	5.00
1983	18.40	1.60	11.90	0.00	44.70	88.20	---	---	---	---	---	---	164.80	27.50	6.00
1984	28.60	2.40	0.40	0.00	19.50	141.00	258.00	137.40	100.40	56.50	5.70	12.30	762.20	63.50	12.00
1985	0.00	0.00	5.50	15.60	50.00	213.00	198.10	173.30	75.00	49.90	23.70	1.10	805.20	67.10	12.00
1986	0.00	0.00	0.00	7.50	41.50	188.90	94.80	90.20	139.30	86.60	16.80	0.00	665.60	55.50	12.00
1987	0.00	0.00	3.50	5.60	16.50	38.00	52.70	80.70	23.70	0.00	3.40	0.00	224.10	18.70	12.00
1988	4.20	8.40	8.10	9.50	9.70	33.60	63.10	38.40	51.70	3.80	0.90	3.80	235.20	19.60	12.00
1989	0.00	4.80	0.00	0.00	0.70	24.20	44.00	69.00	39.40	11.10	3.20	22.10	218.50	18.20	12.00
1990	0.00	12.20	2.30	6.60	59.10	149.50	138.50	226.20	102.10	62.00	2.80	3.60	764.90	63.70	12.00
1991	1.00	1.70	0.00	0.00	12.20	136.50	247.40	163.10	185.40	134.60	3.80	9.90	895.60	74.60	12.00
1992	69.10	30.60	6.80	6.60	107.50	56.40	193.10	110.20	173.30	152.50	35.40	0.00	941.50	78.50	12.00
1993	10.50	5.20	4.70	3.50	17.60	84.00	210.00	118.10	157.20	10.20	3.50	0.00	624.50	52.00	12.00
1994	5.30	0.00	0.00	9.60	59.00	199.40	44.40	220.70	113.70	33.00	0.00	4.40	689.50	57.50	12.00
1995	9.50	6.30	0.00	3.50	137.00	87.20	118.70	232.80	81.30	3.80	31.40	26.10	737.60	61.50	12.00
1996	0.00	0.00	0.00	2.80	28.30	95.90	98.90	111.80	194.20	26.50	4.30	0.00	562.70	46.90	12.00
1997	1.00	10.00	61.30	39.70	24.30	73.70	238.90	85.00	77.20	20.40	5.00	0.00	636.50	53.00	12.00
1998	0.00	0.00	0.00	3.40	0.00	117.50	136.01	172.40	413.60	41.11	20.80	0.00	904.82	75.40	12.00
1999	0.00	0.00	0.00	5.50	20.26	110.96	235.93	200.32	55.45	4.53	0.00	2.03	634.98	52.90	12.00
2000	0.00	0.00	3.02	0.03	37.40	153.66	135.43	77.44	108.83	38.52	14.20	2.30	570.83	47.60	12.00
2001	10.50	1.03	11.51	27.02	75.52	220.58	197.34	147.05	141.05	67.03	0.00	6.03	904.66	75.40	12.00
2002	33.50	19.01	6.00	5.06	19.60	95.37	138.35	149.46	247.95	46.76	28.52	2.51	792.09	66.00	12.00
2003	10.06	0.00	1.00	16.20	79.18	140.30	217.46	215.66	241.05	80.37	0.03	0.00	1001.31	83.40	12.00
2004	38.24	0.00	32.15	13.54	83.67	152.38	106.15	268.46	172.18	89.78	0.03	7.12	963.70	80.30	12.00
2005	2.12	8.34	8.14	4.03	0.04	60.35	149.83	184.48	34.05	39.02	0.02	0.01	490.43	40.90	12.00
2006	22.11	0.02	4.72	45.03	146.33	60.56	175.13	210.98	147.11	110.44	10.83	5.20	938.46	78.20	12.00
2007	10.53	27.32	3.05	4.53	33.89	188.77	173.83	142.26	129.85	25.56	9.05	0.03	748.67	62.40	12.00
2008	0.00	0.03	0.01	3.59	15.07	110.59	314.83	263.55	169.22	15.00	0.00	0.00	891.89	74.30	12.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
2009	7.02	0.00	2.02	7.50	37.58	69.04	99.04	80.52	240.15	47.68	0.00	25.11	615.66	51.30	12.00
2010	31.52	150.13	0.02	0.03	6.07	69.00	213.98	109.42	80.64	0.00	0.01	0.00	660.82	55.10	12.00
2011	3.50	0.00	0.01	1.07	4.06	78.84	131.37	94.96	55.01	45.01	0.02	0.00	413.85	34.50	12.00
2012	13.02	38.71	2.02	0.03	29.90	111.68	164.51	111.62	91.65	5.03	29.30	0.03	597.50	49.80	12.00
2013	2.54	0.00	11.00	0.02	38.56	61.98	283.04	164.32	248.55	59.56	22.02	26.50	918.09	76.50	12.00
2014	4.01	0.00	2.03	6.54	89.03	148.03	114.10	185.05	140.00	56.01	6.00	0.04	750.84	62.60	12.00
2015	1.00	19.00	150.00	12.00	140.03	86.00	131.00	54.00	86.08	20.05	0.01	18.01	717.18	59.80	12.00
2016	7.04	4.02	15.05	3.03	42.07	125.04	227.05	293.04	95.08	45.02	30.02	1.04	887.50	74.00	12.00
2017	0.00	1.00	7.10	5.05	34.08	63.03	152.04	159.04	164.05	9.00	0.00	0.00	594.39	49.50	12.00
2018	8.01	8.02	0.01	5.04	36.09	319.02	115.05	206.07	211.03	71.05	48.05	0.00	1027.44	85.60	12.00
2019	1.02	1.02	0.00	0.01	22.00	80.00	139.00	142.00	132.00	103.00	13.00	8.00	641.05	53.40	12.00
2020	4.00	30.00	7.00	0.00	24.00	125.00	166.00	170.00	113.00	1.00	0.00	4.00	644.00	53.70	12.00
2021	5.00	0.00	0.00	4.00	0.00	162.00	174.00	175.00	175.00	32.00	1.00	0.00	728.00	60.70	12.00
2022	0.00	0.00	0.00	4.00	3.50	166.00	189.00	---	---	---	---	---	362.50	51.80	7.00
2024	---	---	---	---	26.01	47.02	10.00	---	---	---	---	---	83.03	27.70	3.00
MÍNIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.20	10.00	38.40	23.70	0.00	0.00	0.00	83.03	18.20	2.00
MÁXIMA	95.00	150.13	150.00	64.60	146.33	319.02	314.83	293.04	413.60	152.50	48.05	51.50	1156.30	96.40	12.00
MEDIA	11.20	8.70	9.10	8.30	41.60	121.50	164.10	158.10	134.70	49.50	9.60	6.60	679.40	59.90	11.30
DESV.ST	18.20	21.00	21.60	12.30	36.80	57.80	63.00	63.00	69.50	38.50	11.50	10.90	243.30	16.80	2.40

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL

ESTADÍSTICA MENSUAL

EMISIÓN: 05/07/2024

DATOS DISPONIBLES EN LA BASE DE DATOS A: JULIO DE 2024

CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ESTACIÓN : 11077 LATITUD : 19.9975 °
NOMBRE : TARANDACUAO LONGITUD : -100.5122222 °
ESTADO : GUANAJUATO ALTITUD : 1937 msnm
MUNICIPIO : TARANDACUAO
SITUACIÓN : OPERANDO

Tabla 19 Datos históricos de precipitación, estación TARANDACUAO 11077.

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1941	---	---	---	43.80	0.00	230.80	199.60	98.40	210.40	140.40	15.70	17.90	957.00	106.30	9.00
1942	0.00	2.00	0.00	0.00	20.60	75.30	191.50	146.60	91.00	40.90	45.70	5.50	619.10	51.60	12.00
1943	0.00	0.00	0.00	7.00	48.20	258.80	116.00	222.40	203.70	5.60	14.60	23.00	899.30	74.90	12.00
1944	0.00	0.00	8.50	0.00	29.50	56.70	139.50	148.90	207.80	42.90	24.70	0.00	658.50	54.90	12.00
1945	0.40	0.30	3.20	6.40	22.60	37.00	238.50	151.10	68.80	13.30	3.60	1.70	546.90	45.60	12.00
1946	17.50	4.50	0.00	33.70	31.60	122.80	120.00	108.00	68.80	70.40	18.50	16.60	612.40	51.00	12.00
1947	19.90	0.00	0.00	6.40	142.00	212.70	100.80	125.90	140.30	62.30	17.50	81.60	909.40	75.80	12.00
1948	60.70	0.00	0.00	1.40	5.40	16.00	221.50	177.00	88.50	95.00	6.00	0.00	671.50	56.00	12.00
1949	0.00	---	0.00	0.00	53.00	185.00	153.00	108.00	130.00	16.00	0.00	3.00	648.00	58.90	11.00
1951	0.00	0.00	12.60	7.60	32.10	137.20	153.30	128.70	167.80	47.90	0.00	0.00	687.20	57.30	12.00
1952	2.40	10.40	0.00	25.50	37.70	171.30	107.50	185.60	81.70	0.00	10.70	0.00	632.80	52.70	12.00
1953	0.00	0.00	0.00	0.00	35.90	140.00	122.20	165.10	91.20	23.10	43.80	24.80	646.10	53.80	12.00
1954	0.00	22.00	0.00	16.60	83.40	103.40	155.80	181.40	105.40	121.60	0.00	0.20	789.80	65.80	12.00
1955	9.70	0.00	0.00	0.00	23.80	93.70	216.10	150.30	181.00	76.70	5.60	0.00	756.90	63.10	12.00
1956	0.00	0.00	2.20	12.90	77.30	78.80	226.90	134.30	74.60	17.60	5.60	27.40	657.60	54.80	12.00
1957	0.00	8.10	0.00	0.00	21.10	52.80	129.00	133.80	76.80	49.40	2.10	5.80	478.90	39.90	12.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1958	151.00	0.00	0.00	0.00	50.60	212.60	281.60	174.00	281.00	158.50	73.60	30.00	1412.90	117.70	12.00
1959	11.70	6.20	0.00	115.00	19.80	78.30	97.60	195.60	136.40	81.40	0.00	0.00	742.00	61.80	12.00
1960	23.30	2.30	0.00	0.00	20.60	36.10	182.90	173.50	134.60	75.20	2.60	2.80	653.90	54.50	12.00
1961	12.20	4.20	2.30	5.70	0.00	151.60	134.20	139.20	77.20	25.60	14.60	0.00	566.80	47.20	12.00
1962	0.00	0.00	0.00	21.30	15.50	137.30	108.80	143.70	166.50	160.00	5.60	2.20	760.90	63.40	12.00
1963	0.00	0.00	29.20	9.70	48.90	186.50	223.70	141.00	79.40	68.80	0.00	9.80	797.00	66.40	12.00
1964	48.40	0.00	26.10	7.90	45.60	136.80	123.10	145.00	257.80	46.50	12.10	15.30	864.60	72.00	12.00
1965	12.90	26.30	---	39.00	23.20	136.40	126.10	334.60	122.00	41.00	7.40	0.00	868.90	79.00	11.00
1966	21.60	10.80	36.10	38.90	38.40	121.70	248.70	242.10	94.60	158.60	0.00	1.20	1012.70	84.40	12.00
1967	58.70	0.00	13.00	23.00	39.00	171.20	303.90	188.40	189.20	77.20	21.10	11.80	1096.50	91.40	12.00
1969	15.90	0.00	0.00	0.00	10.70	33.90	184.70	206.30	70.00	47.42	0.00	8.20	577.12	48.10	12.00
1970	0.00	9.60	0.00	0.00	14.30	169.00	164.80	156.90	141.70	38.30	7.10	0.00	701.70	58.50	12.00
1971	4.30	0.00	35.70	9.80	105.70	210.80	130.10	167.20	334.50	69.90	13.50	1.60	1083.10	90.30	12.00
1972	0.00	0.00	1.80	6.30	78.00	92.40	145.10	111.80	146.40	28.80	6.50	12.50	629.60	52.50	12.00
1973	5.50	0.00	0.00	19.90	82.90	138.80	169.00	234.10	181.00	85.10	1.10	0.00	917.40	76.40	12.00
1974	0.00	0.00	1.10	9.50	40.00	186.60	153.60	190.40	89.70	26.60	15.00	3.50	716.00	59.70	12.00
1975	35.80	11.70	0.00	0.00	104.30	116.40	215.10	301.70	130.00	38.30	0.00	0.00	953.30	79.40	12.00
1976	0.00	5.00	21.00	28.60	52.80	38.70	242.70	222.30	185.80	127.50	36.90	11.20	972.50	81.00	12.00
1977	6.50	11.60	0.00	13.00	38.70	118.80	154.50	190.70	181.60	23.90	0.00	14.60	753.90	62.80	12.00
1978	16.60	9.20	20.90	1.50	47.10	167.20	163.90	164.70	178.80	151.30	36.30	12.10	969.60	80.80	12.00
1979	2.50	37.20	1.20	7.50	37.20	47.20	187.90	100.60	206.30	0.00	3.00	65.60	696.20	58.00	12.00
1980	85.30	3.20	0.00	36.30	60.63	78.42	123.73	334.21	257.81	76.08	30.62	0.01	1086.31	90.50	12.00
1981	81.51	12.13	19.22	52.01	55.50	176.50	172.94	179.52	65.83	199.31	7.91	17.41	1039.79	86.60	12.00
1982	0.00	19.01	11.81	18.41	48.31	41.31	206.30	133.50	23.50	62.90	0.01	26.10	591.16	49.30	12.00
1983	24.00	10.40	2.80	0.00	63.80	35.40	305.41	128.43	223.52	75.81	30.61	4.51	904.69	75.40	12.00
1984	16.00	18.90	0.00	0.00	31.10	130.20	283.30	136.70	96.20	42.40	7.10	15.80	777.70	64.80	12.00
1985	0.00	0.00	2.00	10.80	23.10	217.70	205.30	229.60	136.00	48.30	64.70	0.00	937.50	78.10	12.00
1986	0.00	15.00	0.00	26.30	47.10	209.20	150.90	91.90	114.00	57.40	29.90	1.00	742.70	61.90	12.00
1987	0.00	1.80	6.80	11.70	12.60	86.80	197.30	161.20	101.30	0.00	17.70	0.00	597.20	49.80	12.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1988	13.20	5.00	32.60	29.30	4.20	138.70	265.40	187.10	56.90	53.70	2.20	17.10	805.40	67.10	12.00
1989	0.00	2.00	5.80	2.70	5.30	54.90	127.00	193.60	136.60	8.40	7.70	24.30	568.30	47.40	12.00
1990	5.60	13.70	6.60	19.80	105.00	129.30	162.10	266.10	135.60	96.50	0.00	10.50	950.80	79.20	12.00
1991	4.50	2.20	0.00	3.50	11.70	144.00	141.10	146.20	225.40	40.30	5.00	11.60	735.50	61.30	12.00
1992	88.20	14.00	2.50	9.00	91.00	32.00	122.00	81.90	144.90	143.00	32.90	0.00	761.40	63.50	12.00
1993	37.00	0.00	0.00	7.50	19.00	0.00	193.00	88.00	157.00	145.00	32.90	0.00	679.40	56.60	12.00
1994	12.50	0.00	0.00	31.00	21.20	158.00	78.00	208.70	0.00	8.00	0.00	2.10	519.50	43.30	12.00
1995	3.00	0.00	2.50	14.20	73.00	84.40	108.70	208.60	62.00	---	32.10	0.00	588.50	53.50	11.00
1996	12.00	0.00	0.00	0.00	5.00	88.00	0.00	---	---	---	---	0.02	105.02	13.10	8.00
1997	0.00	0.00	0.00	85.60	49.40	79.60	169.00	85.00	69.60	4.50	0.02	0.00	542.72	45.20	12.00
1998	1.00	0.00	0.00	0.00	1.50	85.63	112.13	155.61	244.02	61.11	6.12	0.00	667.12	55.60	12.00
1999	0.00	0.00	0.00	0.03	15.01	108.13	151.02	176.40	106.20	11.50	2.20	3.30	573.79	47.80	12.00
2000	0.00	---	0.01	0.00	33.11	186.13	146.70	98.21	69.70	82.50	33.00	6.40	655.76	59.60	11.00
2001	0.00	0.00	9.70	25.12	65.70	201.41	206.35	110.51	135.82	73.92	0.00	1.52	830.05	69.20	12.00
2002	18.10	10.71	4.20	5.41	6.42	91.02	95.54	113.02	174.64	92.20	37.11	0.00	648.37	54.00	12.00
2003	9.70	0.00	2.30	10.52	66.20	128.90	180.91	375.02	249.62	127.93	56.50	0.00	1207.60	100.60	12.00
2004	42.32	0.00	11.62	9.20	24.92	264.50	134.43	274.73	249.13	71.20	1.91	6.50	1090.46	90.90	12.00
2005	3.70	4.61	1.01	0.00	0.00	0.00	200.11	197.32	80.12	66.81	0.01	---	553.69	50.30	11.00
2006	---	---	---	---	---	---	175.51	333.60	239.43	127.91	22.31	2.50	901.26	150.20	6.00
2007	8.40	36.50	0.02	14.31	24.93	135.92	176.81	129.90	113.51	30.70	23.31	3.50	697.81	58.20	12.00
2008	2.50	1.51	0.00	7.80	39.41	170.70	334.43	252.43	91.91	12.20	0.00	0.00	912.89	76.10	12.00
2009	6.71	0.00	0.01	4.00	37.70	150.32	98.41	149.12	306.21	53.60	0.00	5.60	811.68	67.60	12.00
2010	44.30	105.00	0.01	0.00	1.50	25.10	179.31	102.11	163.90	0.00	0.00	0.00	621.23	51.80	12.00
2011	1.00	0.00	0.00	2.80	6.51	56.40	165.34	100.21	77.50	25.02	0.01	0.00	434.79	36.20	12.00
2012	7.80	38.24	13.40	3.70	30.01	94.21	343.70	117.54	98.72	0.02	22.50	0.01	769.85	64.20	12.00
2013	1.90	0.00	8.00	0.01	24.21	88.00	133.81	118.70	147.02	60.32	18.31	28.81	629.09	52.40	12.00
2014	4.01	0.00	5.91	18.00	113.71	136.80	123.24	195.60	181.33	97.70	2.80	4.70	883.80	73.70	12.00
2015	0.00	0.00	138.02	9.01	139.52	67.54	218.54	99.02	228.52	64.52	1.51	13.01	979.21	81.60	12.00
2016	5.50	3.00	17.50	14.00	65.10	86.60	226.20	296.80	82.40	36.20	43.00	0.00	876.30	73.00	12.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
2017	0.00	0.00	11.80	13.30	31.70	32.40	52.90	134.40	---	---	---	---	276.50	34.60	8.00
2018	---	---	---	---	---	161.30	---	---	---	---	---	---	161.30	161.30	1.00
MÍNIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.90	0.00	0.00	0.00	0.00	105.02	13.10	1.00
MÁXIMA	151.00	105.00	138.02	115.00	142.00	264.50	343.70	375.02	334.50	199.31	73.60	81.60	1412.90	161.30	12.00
MEDIA	14.80	7.00	7.40	13.70	41.00	117.50	170.70	171.30	142.70	62.60	14.30	8.40	750.40	66.40	11.60
DESV.ST	26.20	14.90	18.10	19.10	32.40	62.90	62.60	65.20	69.10	46.80	16.90	13.90	217.00	22.70	1.60

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL

ESTADÍSTICA MENSUAL

EMISIÓN : 05/07/2024

DATOS DISPONIBLES EN LA BASE DE DATOS A: JULIO DE 2024;

CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ESTACIÓN : 11116 LATITUD : 20.17611111 °
NOMBRE : HACIENDA SAN LUCAS LONGITUD : -100.555 °
ESTADO : GUANAJUATO ALTITUD : 2027 msnm
MUNICIPIO : JERÉCUARO
SITUACIÓN : OPERANDO

Tabla 20 Datos históricos de precipitación, estación HACIENDA SAN LUCAS 11116.

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1975	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	3.50	1.50	5.00	1.70	3.00
1976	0.00	1.00	0.00	10.00	28.30	86.70	191.30	68.90	126.90	97.10	29.00	9.50	648.70	54.10	12.00
1977	0.00	0.00	0.00	2.60	6.40	196.70	107.00	194.10	65.40	5.30	0.50	0.90	578.90	48.20	12.00
1978	0.30	1.80	2.00	0.00	9.20	42.50	160.70	59.50	27.70	90.90	14.50	0.10	409.20	34.10	12.00
1979	0.00	1.10	0.60	0.60	17.00	90.20	41.20	80.60	144.10	0.00	0.00	28.00	403.40	33.60	12.00
1980	65.50	0.90	0.00	4.80	26.50	31.60	97.30	136.00	76.50	15.00	4.00	0.00	458.10	38.20	12.00
1981	49.00	7.90	5.00	15.50	26.10	46.00	146.00	108.00	73.00	123.60	0.00	5.00	605.10	50.40	12.00
1982	0.00	4.50	0.00	1.00	32.20	43.00	130.50	77.50	27.80	43.50	1.50	20.00	381.50	31.80	12.00
1983	5.10	0.00	0.00	0.00	16.50	45.30	274.00	114.00	255.51	38.00	4.51	0.00	752.92	62.70	12.00
1984	22.00	0.70	0.00	0.00	23.90	80.10	196.50	101.80	56.10	31.40	0.40	10.00	522.90	43.60	12.00
1985	0.10	0.10	10.00	6.70	12.10	284.30	167.80	124.60	107.00	11.40	0.70	1.80	726.60	60.60	12.00
1986	0.00	0.00	0.00	0.90	26.70	206.05	75.80	122.80	86.50	85.60	13.80	0.00	618.15	51.50	12.00
1987	0.00	2.50	0.00	10.60	8.70	62.70	103.90	63.60	48.30	0.00	12.50	0.00	312.80	26.10	12.00
1988	7.00	0.00	24.10	24.00	32.00	195.50	328.80	127.10	41.70	1.50	1.00	0.00	782.70	65.20	12.00
1989	0.00	1.20	0.00	3.00	62.00	104.40	196.20	190.20	101.10	3.50	2.00	18.70	682.30	56.90	12.00
1990	10.00	16.80	1.50	5.10	98.70	31.50	171.70	173.90	79.10	87.20	1.00	3.50	680.00	56.70	12.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1991	0.00	0.00	0.00	0.00	38.60	140.00	316.60	77.50	166.80	27.40	7.90	11.30	786.10	65.50	12.00
1992	88.50	20.60	17.50	30.30	80.20	38.40	132.10	200.10	111.40	85.20	28.70	0.00	833.00	69.40	12.00
1993	10.00	3.50	2.00	6.00	6.00	61.50	91.50	94.00	63.50	32.00	11.50	0.00	381.50	31.80	12.00
1994	4.00	0.00	15.00	10.50	50.50	213.00	39.00	102.50	68.50	18.00	0.00	2.50	523.50	43.60	12.00
1995	8.50	6.50	0.50	7.00	91.50	125.50	59.00	175.50	60.50	9.00	19.50	24.00	587.00	48.90	12.00
1996	0.00	0.00	---	0.00	7.50	44.50	169.00	140.50	111.50	45.20	4.00	---	522.20	52.20	10.00
1997	0.00	0.00	36.10	24.50	36.00	64.00	122.50	160.60	41.00	71.00	13.50	5.50	574.70	47.90	12.00
1998	3.50	0.50	0.00	0.00	0.00	102.00	161.50	86.50	317.50	106.00	15.50	0.00	793.00	66.10	12.00
1999	0.00	0.00	0.00	1.00	12.50	94.50	---	---	---	---	---	---	108.00	18.00	6.00
2000	0.00	0.00	0.00	0.00	34.50	213.30	155.00	86.50	19.50	27.00	11.00	2.00	548.80	45.70	12.00
2001	4.00	2.50	11.60	38.90	53.00	228.30	252.31	133.00	55.50	37.50	1.50	10.00	828.11	69.00	12.00
2002	26.00	24.50	1.00	12.50	10.50	50.00	161.00	79.00	100.50	67.00	40.00	1.00	573.00	47.80	12.00
2003	9.50	0.00	0.00	0.50	0.00	105.00	106.00	152.50	332.00	119.00	0.00	0.00	824.50	68.70	12.00
2004	38.00	0.00	29.00	2.50	37.00	231.00	158.00	144.50	111.00	36.50	0.00	3.50	791.00	65.90	12.00
2005	3.50	8.00	5.50	4.50	8.50	14.50	178.10	104.80	51.50	17.50	0.00	1.00	397.40	33.10	12.00
2006	29.00	0.00	18.50	24.10	76.50	122.50	173.00	145.00	88.50	117.00	23.50	4.00	821.60	68.50	12.00
2007	13.50	24.00	6.00	3.50	35.00	139.00	290.50	241.50	93.00	1.00	15.50	0.00	862.50	71.90	12.00
2008	0.00	3.50	2.50	5.00	21.50	127.00	289.50	191.50	58.50	1.00	0.00	---	700.00	63.60	11.00
2009	9.00			4.50	59.00	132.00	72.50	57.50	165.00	77.50	0.00	11.50	588.50	58.90	10.00
2010	69.50	174.50	0.00	1.50	6.00	23.50	153.00	125.00	103.50	0.00	0.00	0.00	656.50	54.70	12.00
2011	2.00	0.00	0.00	40.00	6.00	88.50	99.50	90.00	175.50	48.00	3.50	0.00	553.00	46.10	12.00
2012	15.50	49.00	1.60	6.00	3.50	187.00	247.00	108.00	131.00	0.00	23.50	1.00	773.10	64.40	12.00
2013	1.50	0.00	8.00	3.00	54.00	109.50	277.50	114.50	159.00	57.50	42.00	26.50	853.00	71.10	12.00
2014	2.50	0.00	0.00	23.00	124.50	177.00	131.50	115.00	49.50	109.00	3.50	5.50	741.00	61.80	12.00
2015	0.01	10.50	125.50	24.00	116.50	167.00	60.50	108.00	145.50	95.00	1.00	11.00	864.51	72.00	12.00
2016	2.50	3.50	45.50	3.00	59.00	132.00	195.50	307.50	50.00	26.10	51.20	1.00	876.80	73.10	12.00
2017	---	---	---	5.50	79.50	103.00	117.00	175.00	138.50	2.50	0.00	0.00	621.00	69.00	9.00
2018	0.00	18.50	0.00	6.50	41.00	262.60			220.60	69.50	52.50	3.00	674.20	67.40	10.00
2019	0.00	0.00	2.00	0.00	7.50	75.00	233.00	132.00	87.00	135.50	2.50	14.50	689.00	57.40	12.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
2020	10.00	26.00	6.00	5.50	33.50	215.00	91.00	162.50	58.00	5.50	0.00	12.00	625.00	52.10	12.00
2021	6.00	0.00	0.00	5.50	61.00	---	---	---	---	---	---	---	72.50	14.50	5.00
MÍNIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.50	39.00	57.50	19.50	0.00	0.00	0.00	5.00	1.70	3.00
MÁXIMA	88.50	174.50	125.50	40.00	124.50	284.30	328.80	307.50	332.00	135.50	52.50	28.00	876.80	73.10	12.00
MEDIA	11.50	9.40	8.80	8.30	36.40	118.50	161.00	129.10	105.70	46.20	10.20	5.80	608.80	52.20	11.30
DESV.ST	20.30	27.40	21.00	10.40	31.40	71.10	75.00	51.10	70.30	41.80	14.20	7.80	206.90	16.70	1.90

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL

ESTADÍSTICA MENSUAL
EMISIÓN : 05/07/2024

DATOS DISPONIBLES EN LA BASE DE DATOS A: JULIO DE 2024;
CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ESTACIÓN : 11149 LATITUD : 20.11055556 °
NOMBRE : PARACUARO LONGITUD : -100.7236111 °
ESTADO : GUANAJUATO ALTITUD : 1890 msnm
MUNICIPIO : ACÁMBARO
SITUACIÓN : OPERANDO

Tabla 21 Datos históricos de precipitación, estación PARACUARO 11149.

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1979	---	---	---	---	---	---	---	---	50.80	58.60	---	---	109.40	54.70	2.00
1980	0.00	0.00	0.00	7.00	58.60	96.80	178.20	202.40	213.50	35.10	30.20	1.10	822.90	68.60	12.00
1981	0.00	50.00	0.00	24.30	30.40	121.80	152.80	130.00	82.50	176.50	0.00	12.00	780.30	65.00	12.00
1982	0.00	24.50	0.10	16.50	45.60	18.50	198.70	105.00	78.50	109.80	0.00	6.50	603.70	50.30	12.00
1983	22.00	0.00	13.50	0.00	38.50	145.90	180.10	176.10	230.00	70.20	27.50	0.00	903.80	75.30	12.00
1984	24.90	6.20	0.00	0.00	18.00	179.80	218.40	206.30	119.50	110.10	0.00	30.30	913.50	76.10	12.00
1985	0.80	0.00	10.40	27.60	56.90	240.80	220.00	225.80	112.80	78.50	12.10	0.00	985.70	82.10	12.00
1986	0.00	0.00	0.00	9.50	14.00	165.90	126.00	112.30	184.90	131.40	28.60	0.00	772.60	64.40	12.00
1987	0.00	8.20	0.00	9.20	25.20	161.90	210.80	96.40	17.90	---	0.00	---	529.60	53.00	10.00
1988	0.00	0.00	24.60	18.20	0.00	85.30	128.00	118.90	---	---	---	---	375.00	46.90	8.00
1989	0.00	8.60	0.00	0.00	5.90	---	106.70	148.70	69.80	15.60	4.00	10.40	369.70	33.60	11.00
1990	0.00	24.20	0.00	2.00	69.90	130.30	141.60	172.00	33.80	103.00	1.00	0.00	677.80	56.50	12.00
1991	9.00	2.30	0.00	0.00	15.70	191.00	151.70	200.00	132.00	107.70	0.00	3.50	812.90	67.70	12.00
1992	58.10	12.00	7.30	8.70	45.80	36.70	153.10	181.40	179.70	---	---	0.00	682.80	68.30	10.00
1993	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	188.00	---	18.00	10.00	---	---	221.00	24.60	9.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1994	0.00	---	3.00	---	---	49.00	94.30	35.40	83.00	5.04	0.00	0.00	269.74	30.00	9.00
1995	12.00	8.00	0.00	7.00	118.00	146.00	146.00	265.00	51.00	31.00	35.00	---	819.00	74.50	11.00
1996	0.00	0.00	6.00	1.00	11.00	78.00	114.00	156.00	78.00	22.00	0.00	3.00	469.00	39.10	12.00
1997	0.00	0.00	14.00	29.00	19.00	14.00	138.00	65.00	28.00	0.00	0.00	0.00	307.00	25.60	12.00
1998	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	70.01	231.00	---	261.05	120.04	14.00	0.00	696.11	63.30	11.00
1999	0.00	0.00	0.00	0.00	17.03	72.04	125.07	154.07	41.00	0.00	0.00	0.00	409.21	34.10	12.00
2000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.04	26.01	71.01	32.02	0.00	4.01	179.09	14.90	12.00
2001	0.00	3.03	2.01	30.40	37.00	142.98	255.12	122.07	105.03	79.01	0.01	4.04	780.70	65.10	12.00
2002	6.50	44.00	0.01	0.02	23.04	36.03	121.10	---	180.14	109.06	29.00	0.00	548.90	49.90	11.00
2003	0.00	0.00	0.01	8.03	65.04	149.08	188.10	142.04	242.02	85.04	2.03	0.00	881.39	73.40	12.00
2004	6.00	8.00	15.00	0.00	---	---	110.07	317.01	165.03	45.00	3.00	4.00	673.11	67.30	10.00
2005	0.00	13.01	16.00	4.01	0.00	15.02	98.05	15.00	1.10	0.00	0.00	---	162.19	14.70	11.00
2006	---	---	---	---	---	94.02	12.54	249.06	331.06	50.02	44.02	0.00	780.72	111.50	7.00
2007	17.02	19.00	7.01	2.01	4.03	160.02	333.04	147.00	164.03	20.04	7.04	0.00	880.24	73.40	12.00
2008	0.00	13.01	0.01	0.04	7.04	148.02	302.04	177.04	119.01	26.00	0.00	0.00	792.21	66.00	12.00
2009	0.01	0.00	0.00	0.02	11.05	99.01	66.02	---	---	---	---	---	176.11	25.20	7.00
2010	---	---	---	0.00	---	42.02	---	---	---	0.00	0.00	0.00	42.02	8.40	5.00
2011	2.00	0.00	0.01	0.02	0.03	31.54	120.09	136.08	65.00	89.01	0.01	0.00	443.79	37.00	12.00
2012	18.01	57.02	0.01	0.00	8.15	126.04	198.08	138.01	79.02	0.03	0.00	0.01	624.38	52.00	12.00
2013	0.01	0.00	8.01	0.03	41.05	133.22	341.03	132.05	33.73	47.04	27.02	29.03	792.22	66.00	12.00
2014	6.01	0.00	0.00	28.00	85.60	156.00	92.30	101.00	76.00	105.00	0.00	0.00	649.91	54.20	12.00
2015	0.00	10.00	42.00	2.00	136.00	117.54	173.04	99.03	127.52	59.53	0.00	0.02	766.68	63.90	12.00
2016	0.05	0.00	11.03	0.64	146.06	193.77	66.00	304.40		30.00	57.00	1.00	809.95	73.60	11.00
2017	3.00	3.00	43.02	26.02	32.03	119.01	108.04	118.05	166.03	0.03	0.00	0.00	618.23	51.50	12.00
2018	0.00	15.02	0.00	0.03	33.06	257.04	---	---	---	---	---	---	305.15	50.90	6.00
MÍNIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.54	15.00	1.10	0.00	0.00	0.00	42.02	8.40	2.00
MÁXIMA	58.10	57.02	43.02	30.40	146.06	257.04	341.03	317.01	331.06	176.50	57.00	30.30	985.70	111.50	12.00
MEDIA	5.10	9.20	6.00	7.10	34.80	108.80	157.70	150.70	114.00	56.00	9.50	3.40	585.90	54.30	10.60
DESV.ST	11.20	14.50	10.80	10.20	38.00	66.10	73.60	70.90	78.40	46.80	15.40	7.50	260.80	21.40	2.30

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL

ESTADÍSTICA MENSUAL

EMISIÓN : 05/07/2024

DATOS DISPONIBLES EN LA BASE DE DATOS A: JULIO DE 2024;

CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ESTACIÓN: 11166

LATITUD : 19.9725 °

NOMBRE : EL GIGANTE

LONGITUD: -100.4511111 °

ESTADO : MICHOACÁN DE OCAMPO

ALTITUD : 1971 msnm

MUNICIPIO : MARAVATÍO

SITUACIÓN : OPERANDO

Tabla 22 Datos históricos de precipitación, estación EL GIGANTE 11166.

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1979	4.10	49.11	0.03	10.89	27.59	54.25	161.93	112.90	138.17	3.11	0.03	42.22	604.33	50.40	12.00
1980	98.82	5.83	0.02	29.07	70.30	102.39	51.81	282.34	191.40	42.23	40.72	0.00	914.93	76.20	12.00
1981	60.42	14.43	15.14	48.00	11.74	120.84	172.44	123.44	80.22	122.12	12.00	13.21	794.00	66.20	12.00
1982	0.00	6.64	6.41	12.73	26.76	39.92	200.83	144.34	18.62	46.03	1.61	26.41	530.30	44.20	12.00
1983	25.55	4.40	3.70	0.00	47.92	65.21	228.41	143.32	165.51	132.20	16.32	0.01	832.55	69.40	12.00
1984	32.62	26.40	0.01	0.00	40.16	167.03	220.62	204.81	142.42	71.30	6.50	8.01	919.88	76.70	12.00
1985	0.01	3.22	2.02	18.93	14.13	144.00	136.06	192.41	132.92	69.13	11.72	1.01	725.56	60.50	12.00
1986	0.00	0.02	0.00	44.36	50.53	179.14	184.92	96.43	119.50	146.30	26.71	0.02	847.93	70.70	12.00
1987	0.00	3.31	0.01	35.41	33.12	90.81	172.61	184.83	61.50	0.00	27.72	0.00	609.32	50.80	12.00
1988	9.60	0.01	36.80	18.40	13.50	108.21	240.71	204.21	73.60	39.81	19.20	0.00	764.05	63.70	12.00
1989	0.00	17.71	0.01	1.40	25.81	99.10	87.14	163.83	88.15	9.70	24.80	15.00	532.65	44.40	12.00
1990	0.03	24.31	3.60	29.32	83.90	135.42	127.32	244.41	65.40	145.92	10.00	9.10	878.73	73.20	12.00
1991	7.60	7.10	0.00	1.41	8.31	153.61	256.00	129.10	152.61	71.31	26.41	1.31	814.77	67.90	12.00
1992	104.40	28.00	1.21	15.81	66.63	52.20	175.51	103.71	206.60	82.80	22.50	4.20	863.57	72.00	12.00
1993	8.20	1.00	0.40	21.30	0.80	68.71	123.00	141.20	202.70	30.70	2.71	0.00	600.72	50.10	12.00
LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															

Valoración del volumen de azolve en el vaso de almacenamiento de la "Presa Solís" Acámbaro, Guanajuato.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1994	8.10	0.00	0.00	9.10	8.80	149.50	127.30	82.70	78.60	7.00	0.00	0.00	471.10	39.30	12.00
1995	0.00	9.50	0.00	0.00	0.00	71.00	171.30	167.50	94.80	0.00	42.00	23.50	579.60	48.30	12.00
1996	0.00	0.00	0.50	0.00	26.10	125.00	132.10	123.44	216.70	53.00	0.00	0.00	676.84	56.40	12.00
1997	0.00	0.00	30.80	59.60	60.71	199.50	107.20	90.00	15.70	99.40	11.90	0.00	674.81	56.20	12.00
1998	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	203.60	229.50	128.12	204.32	106.91	6.82	0.00	879.27	73.30	12.00
1999	0.00	0.00	0.01	1.51	18.94	132.33	188.50	259.63	74.22	58.71	2.50	28.30	764.65	63.70	12.00
2000	0.00	0.00	5.10	0.01	90.81	150.02	150.02	92.11	84.21	68.90	13.95	14.21	669.34	55.80	12.00
2001	2.00	16.20	9.81	29.80	64.21	155.62	114.83	129.41	104.22	80.01	0.00	0.61	706.72	58.90	12.00
2002	23.30	9.21	2.10	5.70	23.32	117.74	212.13	197.03	192.12	159.04	50.61	4.01	996.31	83.00	12.00
2003	9.62	0.00	4.20	7.10	49.71	134.94	206.32	371.81	335.03	138.80	21.71	0.00	1279.24	106.60	12.00
2004	64.02	0.00	13.20	7.22	54.74	192.34	142.32	244.40	204.12	85.14	9.41	7.11	1024.02	85.30	12.00
2005	4.12	12.52	9.42	5.61	21.32	7.71	208.72	155.33	26.11	73.02	1.30	0.00	525.18	43.80	12.00
2006	31.40	0.00	6.83	6.30	60.41	109.61	172.63	250.01	173.11	174.53	28.01	6.21	1019.05	84.90	12.00
2007	8.42	32.61	20.50	13.50	15.62	114.61	167.83	160.83	144.61	30.21	42.01	1.20	751.95	62.70	12.00
2008	2.61	1.80	0.00	5.41	11.64	73.22	282.43	238.32	76.32	13.90	0.00	0.00	705.65	58.80	12.00
2009	4.21	0.00	0.82	5.40	51.02	137.71	192.12	94.11	330.50	37.14	0.60	9.81	863.44	72.00	12.00
2010	36.82	158.10	3.40	4.52	8.01	55.10	283.73	132.83	126.93	0.00	0.00	0.00	809.44	67.50	12.00
2011	1.60	0.00	0.01	4.10	14.21	64.22	142.18	154.12	80.02	43.80	1.01	0.00	505.27	42.10	12.00
2012	7.51	44.91	40.30	1.30	13.60	113.24	217.21	175.21	107.21	13.20	27.80	0.01	761.50	63.50	12.00
2013	2.11	0.00	10.31	0.02	41.62	85.76	187.11	198.60	136.16	73.00	11.42	18.32	764.43	63.70	12.00
2014	1.02	0.00	2.31	24.42	105.22	132.20	204.11	217.91	140.93	89.64	2.00	5.70	925.46	77.10	12.00
2015	0.00	14.30	140.20	12.90	147.30	67.60	192.60	107.00	219.01	49.22	0.61	14.91	965.65	80.50	12.00
2016	5.50	2.42	19.42	15.91	74.03	97.15	265.83	300.85	101.14	41.31	34.82	9.30	967.68	80.60	12.00
2017	0.00	0.00	28.71	31.00	30.53	111.01	208.75	235.51	88.42	6.52	0.00	0.00	740.45	61.70	12.00
2018	8.22	35.01	0.00	19.30	34.60	156.00	145.72	132.01	284.40	83.30	49.50	2.60	950.66	79.20	12.00
2019	1.20	9.80	6.20	0.00	8.90	110.70	169.90	147.90	148.20	86.70	6.50	12.10	708.10	59.00	12.00
2020	15.40	34.00	16.30	4.50	16.00	52.00	131.20	248.50	48.90	1.50	0.00	0.00	568.30	47.40	12.00
2021	0.00		0.00	23.10	85.40	83.60	157.10	184.90	248.30	25.70	3.10	1.30	812.50	73.90	11.00
2022	0.00	18.90	4.10	36.40	3.60	154.90	214.30	---	---	---	---	---	432.20	61.70	7.00
LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															

Valoración del volumen de azolve en el vaso de almacenamiento de la "Presa Solís" Acámbaro, Guanajuato.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
2024	---	---	---	---	18.60	58.50	34.30	---	---	---	---	---	111.40	37.10	3.00
MÍNIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.71	34.30	82.70	15.70	0.00	0.00	0.00	111.40	37.10	3.00
MÁXIMA	104.40	158.10	140.20	59.60	147.30	203.60	283.73	371.81	335.03	174.53	50.61	42.22	1279.24	106.60	12.00
MEDIA	13.40	13.70	10.10	14.10	37.30	111.10	175.50	174.20	137.80	63.10	14.30	6.50	752.10	64.00	11.70
DESV.ST	24.60	26.20	22.60	14.80	31.90	45.40	54.10	64.70	76.30	47.80	15.10	9.50	198.90	14.50	1.50

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL

ESTADÍSTICA MENSUAL

EMISIÓN : 05/07/2024

DATOS DISPONIBLES EN LA BASE DE DATOS A: JULIO DE 2024;

CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ESTACIÓN : 16199

LATITUD : 19.98944444 °

NOMBRE : SAN MIGUEL CURINHUATO

LONGITUD : -100.5891667 °

ESTADO : MICHOACÁN DE OCAMPO

ALTITUD : 2020 msnm

MUNICIPIO : MARAVATÍO

SITUACIÓN : OPERANDO

Tabla 23 Datos históricos de precipitación, estación SAN MIGUEL CURINHUATO 16199.

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1975	---	---	0.00	---	85.50	259.30	169.70	241.60	49.30	36.80	1.50	0.00	843.70	93.70	9.00
1976	0.00	10.10	1.90	12.20	85.50	52.80	149.70	262.00	226.80	180.60	19.80	4.80	1006.20	83.80	12.00
1977	4.00	21.00	0.00	20.60	31.80	161.90	121.20	129.20	105.50	18.00	1.30	25.50	640.00	53.30	12.00
1978	12.70	12.60	20.20	0.00	26.70	187.60	125.10	185.90	126.30	150.40	6.80	1.40	855.70	71.30	12.00
1979	0.00	25.50	0.60	15.50	30.00	55.30	147.30	95.00	124.50	10.00	1.50	39.50	544.70	45.40	12.00
1980	103.10	0.00	0.00	41.50	27.30	70.00	117.00	213.20	208.90	69.10	24.50	0.00	874.60	72.90	12.00
1981	68.50	6.00	9.20	60.50	9.90	146.50	140.00	168.50	71.50	168.00	0.00	16.00	864.60	72.00	12.00
1982	0.00	7.00	3.50	7.00	52.50	52.50	146.70	137.50	39.50	45.00	5.00	26.50	522.70	43.60	12.00
1983	23.00	5.00	4.70	0.00	59.50	123.00	---	181.80	177.90	105.50	0.00	0.00	680.40	61.90	11.00
1984	9.50	9.00	5.00	0.00	47.00	86.50	290.80	225.00	140.50	78.50	16.50	2.50	910.80	75.90	12.00
1985	3.00	0.00	16.00	32.50	52.00	224.50	134.00	166.00	185.00	42.50	50.00	6.00	911.50	76.00	12.00
1986	0.00	13.00	0.00	31.50	65.60	222.50	204.50	143.50	29.00	3.00	10.50	0.00	723.10	60.30	12.00
1987	0.00	17.80	0.50	20.00	10.50	64.00	227.00	158.50	90.00	0.00	25.00	0.00	613.30	51.10	12.00
1988	8.00	7.00	25.50	23.00	0.00	132.30	204.00	106.50	57.50	21.00	6.50	0.00	591.30	49.30	12.00
1989	0.00	5.00	0.00	0.00	18.00	96.50	179.30	213.10	88.70	28.20	6.90	30.90	666.60	55.50	12.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1990	3.70	9.90	14.80	30.90	73.80	148.80	182.00	274.60	116.70	101.30	30.50	17.20	1004.20	83.70	12.00
1991	0.00	10.70	0.00	0.00	43.70	199.60	233.70	152.20	156.00	180.30	17.80	6.60	1000.60	83.40	12.00
1993	---	---	---	---	---	104.00	256.20	193.20	168.60	19.50	6.00	0.00	747.50	106.80	7.00
1994	19.50	0.00	2.00	13.00	20.50	262.50	117.00	141.00	168.50	---	---	---	744.00	82.70	9.00
1995	8.30	14.50	0.00	24.00	60.30	163.60	79.50	249.00	165.50	17.50	35.00	53.50	870.70	72.60	12.00
1996	0.00	---	---	---	---	---	99.00	145.00	158.60	39.50	1.00	0.00	443.10	63.30	7.00
1997	2.50	0.00	35.00	113.50	63.00	108.00	249.90	155.50	41.30	24.80	38.10	0.00	831.60	69.30	12.00
1998	1.00	1.00	2.00	0.00	0.00	158.30	165.70	159.80	213.30	140.30	5.80	0.00	847.20	70.60	12.00
1999	0.00	0.00	17.00	0.00	47.03	120.01	200.01	369.00	60.50	22.00	0.00	0.00	835.55	69.60	12.00
2000	0.00	0.00	11.50	0.00	81.11	277.20	61.02	160.05	100.82	62.80	13.50	15.50	783.50	65.30	12.00
2001	2.60	9.01	14.50	31.01	74.91	149.23	218.32	173.40	129.50	52.00	2.30	1.00	857.78	71.50	12.00
2002	33.50	11.50	0.00	33.70	18.50	101.40	286.20	105.10	210.90	53.70	0.00	0.00	854.50	71.20	12.00
2005	4.70	12.50	21.52	2.05	24.65	10.53	10.53	---	---	---	---	---	86.48	12.40	7.00
2006	41.50	0.00	12.00	10.04	136.63	94.50	138.32	275.42	185.82	159.42	25.21	4.00	1082.86	90.20	12.00
2007	11.42	42.00	43.30	17.04	38.90	187.72	289.75	291.35	156.03	22.41	9.81	9.00	1118.73	93.20	12.00
2008	---	---	0.00	45.15	17.42	128.35	331.52	233.25	72.90	44.00	0.00	0.00	872.59	87.30	10.00
2009	3.50	0.00	9.42	5.51	55.93	101.51	76.32	55.51	246.21	39.53	0.00	2.60	596.04	49.70	12.00
2010	59.91	243.20	0.50	1.00	24.52	150.82	291.22	121.00	161.31	0.00	0.00	0.00	1053.48	87.80	12.00
2011	2.00	0.00	0.00	2.35	13.84	141.10	208.01	123.51	60.00	53.70	7.00	0.30	611.81	51.00	12.00
2012	5.00	45.10	10.51	0.70	20.81	124.00	262.00	195.10	107.50	23.70	35.50	0.00	829.92	69.20	12.00
2013	1.50	0.00	10.70	0.00	29.50	115.80	339.50	185.00	261.50	66.50	20.50	24.50	1055.00	87.90	12.00
2014	1.10	0.00	10.00	35.50	82.50	201.40	152.90	245.50	134.90	152.00	0.50	7.10	1023.40	85.30	12.00
2015	0.00	17.50	164.00	39.50	145.50	105.00	170.00	136.50	150.50	55.30	13.50	9.00	1006.30	83.90	12.00
2016	4.00	9.50	51.00	11.00	66.00	105.00	222.51	287.21	108.50	19.00	48.50	1.00	933.22	77.80	12.00
2017	0.00	0.00	21.50	13.01	40.00	58.00	235.01	255.00	143.50	3.50	1.50	0.00	771.02	64.30	12.00
2018	5.50	37.50	0.00	12.00	41.02	195.51	130.01	147.51	259.00	83.00	85.51	8.00	1004.56	83.70	12.00
2019	13.00	6.50	5.51	0.00	7.00	70.51	336.01	178.40	111.51	82.51	16.50	12.00	839.45	70.00	12.00
2020	15.51	40.50	21.00	15.00	30.02	64.50	217.00	175.00	73.00	3.00	0.00	0.00	654.53	54.50	12.00
2021	2.00	3.00	0.01	13.00	30.50	89.50	181.00	220.00	339.50	66.01	3.00	6.00	953.52	79.50	12.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
2022	0.00	8.50	5.00	23.01	14.01	130.00	242.00	162.51	108.00	67.00	4.00	12.00	776.03	64.70	12.00
2023	0.00	0.00	9.00	28.00	46.00	24.50	113.50	176.50	97.00	42.50	48.00	54.50	639.50	53.30	12.00
2024	6.50	1.00	0.00	1.00	---	---	---	---	---	---	---	---	8.50	2.10	4.00
MÍNIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.53	10.53	55.51	29.00	0.00	0.00	0.00	8.50	2.10	4.00
MÁXIMA	103.10	243.20	164.00	113.50	145.50	277.20	339.50	369.00	339.50	180.60	85.51	54.50	1118.73	106.80	12.00
MEDIA	10.90	15.40	12.90	17.80	44.30	129.50	187.80	186.00	137.50	60.30	14.70	9.00	786.90	68.60	11.30
DESV.ST	20.8	37.5	25.9	21.2	32	62.7	76.2	61.3	67.4	51.9	18.2	13.8	225.8	19.4	1.7

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL

ESTADÍSTICA MENSUAL

EMISIÓN : 05/07/2024

DATOS DISPONIBLES EN LA BASE DE DATOS A: JULIO DE 2024;

CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ESTACIÓN : 16233

NOMBRE : EPITACIO HUERTA

LATITUD : 20.14916667 °

ESTADO : MICHOACÁN DE OCAMPO

LONGITUD : -100.2972222 °

MUNICIPIO : EPITACIO HUERTA

ALTITUD : 2503 msnm

SITUACIÓN : OPERANDO

Tabla 24 Datos históricos de precipitación, estación EPITACIO HUERTA 16233.

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1982	---	---	---	---	---	---	164.10	111.60	22.20	44.50	---	18.70	361.10	72.20	5.00
1983	28.20	8.80		0.00	62.10	138.70	---	---	---	---	---	---	237.80	47.60	5.00
1984	15.90	5.50	0.30	0.00	35.00	107.50	163.80	187.50	97.70	61.40	10.10	5.00	689.70	57.50	12.00
1985	0.00	0.00	1.00	32.20	107.50	160.40	138.40	142.90	167.50	8.20	14.30	3.70	776.10	64.70	12.00
1986	0.00	3.20	0.00	41.00	56.80	248.70	185.80	84.30	105.60	83.20	16.60	1.30	826.50	68.90	12.00
1987	0.00	3.10	5.00	93.00	54.00	102.40	146.20	166.40	84.80	0.00	17.70	0.20	672.80	56.10	12.00
1988	6.50	5.50	23.80	12.30	20.40	86.30	243.60	153.20	46.60	8.10	24.60	0.00	630.90	52.60	12.00
1989	0.00	10.10	1.20	3.80	58.40	97.50	91.30	151.90	82.10	10.90	1.40	41.10	549.70	45.80	12.00
1990	6.20	25.30	8.10	18.30	101.90	48.40	261.80	151.60	82.20	140.00	4.40	8.90	857.10	71.40	12.00
1991	8.52	6.40	0.00	2.20	28.90	226.60	483.90	154.60	161.90	86.10	55.00	---	1214.12	110.40	11.00
1997		0.00	31.60	76.40	179.20	97.50	47.90	79.90	27.80	13.60	11.80	12.30	578.00	52.50	11.00
1998	5.50	2.10	0.00	0.00	5.80	123.10	158.00	118.70	266.70	---	---	0.00	679.90	68.00	10.00
1999	0.00	0.00	0.50	8.20	64.30	19.00	64.00	182.60	164.70	35.00	0.00	7.00	545.30	45.40	12.00
2000	0.00	0.02	7.01	0.03	96.82	195.50	107.01	104.60	---	---	---	---	510.99	63.90	8.00
2001	---	---	---	32.64	67.34	169.82	206.44	27.90	173.52	33.14	26.00	0.80	737.60	82.00	9.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
2002	24.00	8.12	0.02	38.13	22.23	181.55	189.61	43.40	281.35	124.74	34.31	1.60	949.06	79.10	12.00
2003	2.80	0.00	3.20	12.33	54.81	183.81	333.21	188.43	239.83	173.55	0.31	0.00	1192.28	99.40	12.00
2004	29.91	0.00	20.41	11.82	15.53	192.62	176.70	162.04	290.01	41.03	2.30	5.40	947.77	79.00	12.00
2005	3.60	7.72	16.82	14.61	18.94	48.55	227.32	181.74	21.21	59.81	0.01	0.00	600.33	50.00	12.00
2006	19.41	0.00	16.82	56.10	102.83	72.32	256.72	184.30	124.11	138.02	36.45	2.30	1009.38	84.10	12.00
2007	10.15	32.01	7.21	6.44	50.04	216.84	321.02	173.65	131.10	60.51	14.43	2.43	1025.83	85.50	12.00
2008	6.40	6.31	2.20	32.73	28.91	121.60	303.00	237.81	110.64	4.94	0.00	6.40	860.94	71.70	12.00
2009	---	0.40	2.10	7.30	75.44	132.91	101.24	124.31	286.22	98.15	0.00	22.01	850.08	77.30	11.00
2010	47.83	189.22	0.02	1.51	28.33	114.14	163.20	95.73	114.75	2.41	0.00	0.00	757.14	63.10	12.00
2011	4.60	0.00	0.71	28.63	22.02	---	147.33	158.04	61.33	44.22	6.61	0.00	473.49	43.00	11.00
2012	14.92	58.95	19.93	10.32	5.85	110.58	249.43	142.47	93.44	5.70	37.20	0.02	748.81	62.40	12.00
2013	5.83	0.01	7.30	3.02	45.64	98.82	220.01	78.64	197.02	120.91	22.61	20.02	819.83	68.30	12.00
2014	4.51	0.50	0.05	17.61	141.42	277.80	197.20	---	134.62	91.74	9.13	---	874.58	87.50	10.00
2015	1.20	15.52	166.87	14.94	158.14	122.41	179.11	134.23	262.34	8.96	0.00	12.32	1076.04	89.70	12.00
2016	7.51	3.80	33.81	15.23	101.93	195.34	211.42	340.30	108.93	34.02	22.04	0.04	1074.37	89.50	12.00
2017	0.00	0.70	18.93	20.02	45.83	182.32	250.70	232.30	181.72	4.47	12.20	0.01	949.20	79.10	12.00
2018	7.91	10.47	---	56.83	0.00	182.32	250.70	232.30	181.72	4.47	12.20	0.01	938.93	85.40	11.00
2019	13.01	0.41	4.13	8.51	35.70	47.11	230.72	154.11	162.72	117.42	---	21.40	795.24	72.30	11.00
2020	19.02	32.20	53.00	23.31	26.43	127.51	245.20	243.91	45.83	7.21	0.00	10.52	834.14	69.50	12.00
2021	0.52	5.02	0.01	8.10	90.82	217.30	156.21	332.63	251.11	59.24	---	---	1120.96	112.10	10.00
MÍNIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.00	47.90	27.90	21.21	0.00	0.00	0.00	237.80	43.00	5.00
MÁXIMA	47.83	189.22	166.87	93.00	179.20	277.80	483.90	340.30	290.01	173.55	55.00	41.10	1214.12	112.10	12.00
MEDIA	9.50	13.40	14.60	20.80	59.10	140.80	202.10	159.30	144.30	53.90	13.50	6.80	793.30	71.60	11.10
DESV.ST	11.10	34.00	31.00	22.30	44.10	62.60	84.30	69.20	80.80	49.60	14.10	9.60	228.30	17.40	1.80

BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL

ESTADÍSTICA MENSUAL
EMISIÓN : 05/07/2024

DATOS DISPONIBLES EN LA BASE DE DATOS A: JULIO DE 2024;
CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ESTACIÓN : 16255 LATITUD : 19.9 °
NOMBRE : UCAREO LONGITUD : -100.6916667 °
ESTADO : MICHOACÁN DE OCAMPO ALTITUD : 2554 msnm
MUNICIPIO : ZINAPÉCUARO
SITUACIÓN : OPERANDO

Tabla 25 Datos históricos de precipitación, estación UCAREO 16255.

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1981	80.50	24.20	3.70	38.60	24.40	150.10	159.90	169.80	95.90	99.50	6.00	10.70	863.30	71.90	12.00
1982	0.00	11.30	3.80	19.20	64.50	73.30	232.50	138.10	69.40	34.70	3.10	17.40	667.30	55.60	12.00
1983	21.00	12.80	8.80	0.00	76.00	96.80	---	---	---	58.60	15.30	0.50	289.80	32.20	9.00
1984	15.40	15.00	0.00	0.00	33.30	173.50	267.90	149.50	122.90	73.80	20.70	1.30	873.30	72.80	12.00
1985	1.20	0.80	1.50	22.90	31.20	252.40	263.90	233.60	131.10	55.70	25.10	4.70	1024.10	85.30	12.00
1986	0.00	3.50	0.00	5.80	92.30	368.00	278.00	184.50	54.10	38.30	11.00	0.00	1035.50	86.30	12.00
1987	0.00	0.00	0.00	8.70	57.30	174.20	270.90	238.30	154.70	19.40	0.00	0.00	923.50	77.00	12.00
1988	6.50	1.80	9.80	0.00	14.60	166.50	237.10	339.10	60.00	1.00	28.10	12.00	876.50	73.00	12.00
1989	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	99.80	69.40	186.10	95.70	49.10	3.10	9.40	514.80	42.90	12.00
1990	15.40	15.00	0.00	18.90	97.00	187.30	115.20	467.20	177.30	75.30	12.00	0.00	1180.60	98.40	12.00
1991	8.40	0.00	0.00	0.00	0.00	147.20	144.20	89.20	221.50	125.30	7.00	0.00	742.80	61.90	12.00
1992	174.60	46.40	0.00	8.00	120.80	1.50	103.20	302.70	172.70	201.30	66.00	0.00	1197.20	99.80	12.00
1993	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	188.70	435.40	300.00	385.10	0.00	0.00	---	1309.20	119.00	11.00
1994	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	73.00	220.00	88.70	49.10	0.00	0.00	430.80	35.90	12.00
1995	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	182.40	76.00	108.00	141.50	0.00	25.00	33.00	565.90	47.20	12.00
1996	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00	5.00
1997	---	0.00	47.20	29.00	0.00	0.00	0.00	77.60	0.00	0.00	0.00	0.00	153.80	14.00	11.00

LLUVIA TOTAL MENSUAL (mm)															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1998	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	173.10	231.60	327.80	46.00	3.00	0.00	0.00	782.50	65.20	12.00
1999	---	0.00	0.00	0.00	0.00	183.10	132.40	138.30	28.30	0.00	0.00	0.00	482.10	43.80	11.00
2000	0.00	0.00	0.00	0.00	22.32	192.00	204.20	198.00	---	---	---	13.30	629.82	70.00	9.00
2001	0.00	0.00	0.00	21.30	50.70	72.30	219.50	203.00	2.10	0.00	0.00	0.00	568.90	47.40	12.00
2002	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	312.20	268.83	116.53	107.80	51.50	5.00	868.36	72.40	12.00
2003	0.00	0.00	0.00	0.00	72.00	136.31	296.00	214.21	143.80	55.41	75.51	0.00	993.24	82.80	12.00
2004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.00	0.00	10.00
2006	---	0.00	10.00	16.50	62.00	65.60	88.20	97.70	95.50	52.00	14.00		501.50	50.10	10.00
2007	17.40	48.70	5.00	17.00	28.30	194.90	184.10	227.10	---	---	4.30	2.30	729.10	72.90	10.00
2008	0.00	2.50	0.00	2.00	1.00	144.30	195.90	243.20	147.90	6.01	0.00	0.00	742.81	61.90	12.00
2009	11.60	0.00	0.00	2.00	57.80	74.00	35.00	20.50	0.00	0.00	0.00	0.00	200.90	16.70	12.00
2010	67.00	2.00	0.00	---	---	0.00	0.00	---	---	---	0.00	---	69.00	11.50	6.00
2011	2.80	0.00	1.00	17.00	8.80	41.40	223.30	144.00	96.60	39.60	0.00	0.50	575.00	47.90	12.00
2012	20.60	48.20	1.20	6.40	41.70	81.50	162.60	127.70	68.30	6.10	21.10	0.00	585.40	48.80	12.00
2013	---	0.00	0.00	2.10	25.50	90.50	192.30	156.30	138.20	76.70	8.80	15.40	705.80	64.20	11.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	86.00	93.70	135.90	155.10	41.00	2.10	0.00	533.80	44.50	12.00
2015	0.00	22.70	33.30	8.70	94.60	88.00	202.20	151.10	120.90	19.90	7.90	27.00	776.30	64.70	12.00
2016	6.60	0.00	0.00	0.00	50.60	86.90	223.00	165.00	<u>93.20</u>	42.90	19.20	3.00	690.40	57.50	12.00
2017	0.00	0.00	21.10	0.00	6.60	95.40	161.30	130.10	100.30	0.00	0.00	0.00	514.80	42.90	12.00
2018	3.00	7.40	0.00	10.40	42.40	156.00	122.20	187.20	205.70	73.90	44.40	7.00	859.60	71.60	12.00
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	29.40	109.90	194.61	177.30	188.90	93.10	10.90	0.00	804.11	67.00	12.00
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	120.00	166.20	185.70	89.90	2.60	0.00	0.00	564.40	47.00	12.00
MÍNIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00
MÁXIMA	174.60	48.70	47.20	38.60	120.80	368.00	435.40	467.20	385.10	201.30	75.51	33.00	1309.20	119.00	12.00
MEDIA	12.70	6.60	3.70	6.50	31.50	114.20	167.60	181.20	108.80	41.70	13.00	4.60	645.70	55.60	11.30
DESV.ST	32.80	13.40	9.60	9.80	33.70	80.10	98.30	94.10	77.30	45.40	18.80	8.10	327.50	27.50	1.60

Anexo II. Precipitación media acumulada anual.

Tabla 26 Datos históricos de precipitación en un periodo de 40 años (1980- 2020).

	$\bar{h}_p$ ACUMULADA ANUAL POR CADA ESTACIÓN (mm)								
Año	11012	11031	11076	11077	11116	11166	16199	16255	($\bar{h}_p$)
1980	673.400	853.750	0.000	1039.790	458.100	914.930	874.600	0.000	666.990
1981	661.400	951.480	0.000	591.160	605.100	794.000	864.600	863.300	660.735
1982	558.800	717.050	0.000	904.690	381.500	530.300	522.700	667.300	551.754
1983	882.940	1051.100	0.000	777.700	752.920	832.550	61.900	0.000	541.635
1984	687.600	798.900	762.200	937.500	522.900	919.880	910.800	873.300	827.192
1985	805.000	822.800	805.200	742.700	726.600	725.560	911.500	1024.100	823.210
1986	709.710	73.600	665.600	597.200	618.150	847.930	723.100	1035.500	534.550
1987	551.900	525.100	224.100	805.400	312.800	609.320	613.300	923.500	553.073
1988	547.800	621.100	235.200	568.300	782.700	764.050	591.300	876.500	563.098
1989	531.700	603.700	218.500	950.800	682.300	532.650	666.600	514.800	602.272
1990	59.700	873.500	764.900	735.500	680.000	878.730	1004.200	1180.600	824.288
1991	999.100	886.500	895.600	761.400	786.100	814.770	1000.600	742.800	876.472
1992	902.500	826.300	941.500	679.400	833.000	863.570	0.000	1197.200	690.352
1993	10.000	652.500	624.500	519.500	381.500	600.720	0.000	119.000	426.585
1994	547.000	785.100	689.500	53.500	523.500	471.100	870.700	430.800	598.187
1995	10.000	766.000	737.600	0.000	587.000	579.600	0.000	565.900	419.002
1996	674.000	624.000	562.700	542.720	10.000	676.840	831.600	0.000	575.683
1997	51.600	601.000	636.500	667.120	574.700	674.810	847.200	14.000	610.360
1998	36.700	910.080	904.820	573.790	793.000	879.270	835.550	782.500	781.746
1999	0.000	551.310	634.980	59.600	0.000	764.650	783.500	43.800	449.642
2000	0.000	442.010	570.830	830.050	548.800	669.340	857.780	0.000	582.814
2001	0.000	862.000	904.660	648.370	828.110	706.720	854.500	568.900	767.372
2002	502.600	694.600	792.090	1207.600	573.000	996.310	0.000	868.360	678.224
2003	63.600	0.000	1001.310	1090.460	824.500	1279.240	1082.860	993.240	726.499
2004	416.010	0.000	963.700	50.300	791.000	1024.020	1118.730	0.000	492.547
2005	561.800	45.300	490.430	0.000	397.400	525.180	10.000	10.000	575.683
2006	657.500	92.500	938.460	697.810	821.600	1019.050	596.040	10.000	541.537
2007	510.900	921.800	748.670	912.890	862.500	751.950	1053.480	10.000	836.479
2008	357.600	713.130	891.890	811.680	63.600	705.650	611.810	742.810	693.467
2009	368.530	778.250	615.660	621.230	10.000	863.440	829.920	200.900	644.122
2010	254.000	765.380	660.820	434.790	656.500	809.440	1055.000	0.000	674.465
2011	600.700	521.670	413.850	769.850	553.000	505.270	1023.400	575.000	648.551
2012	827.400	689.910	597.500	629.090	773.100	761.500	1006.300	585.400	730.390
2013	732.300	828.580	918.090	883.800	853.000	764.430	933.220	64.200	826.810
2014	981.100	871.950	750.840	979.210	741.000	925.460	771.020	533.800	832.349

2015	771.410	957.970	717.180	876.300	864.510	965.650	1004.560	776.300	886.888
$\bar{h}_p$ ACUMULADA ANUAL POR CADA ESTACIÓN (mm)									
Año	11012	11031	11076	11077	11116	11166	16199	16255	($\bar{h}_p$)
2016	719.610	916.500	887.500	0.000	876.800	967.680	839.450	690.400	713.567
2017	980.300	779.110	594.390	0.000	0.000	740.450	654.530	514.800	536.717
2018	616.000	1089.190	1027.440	0.000	10.000	950.660	953.520	859.600	762.820
2019	720.900	478.740	641.050	0.000	689.000	708.100	776.030	804.110	527.848
2020	890.700	364.800	644.000	0.000	625.000	568.300	639.500	564.400	458.044

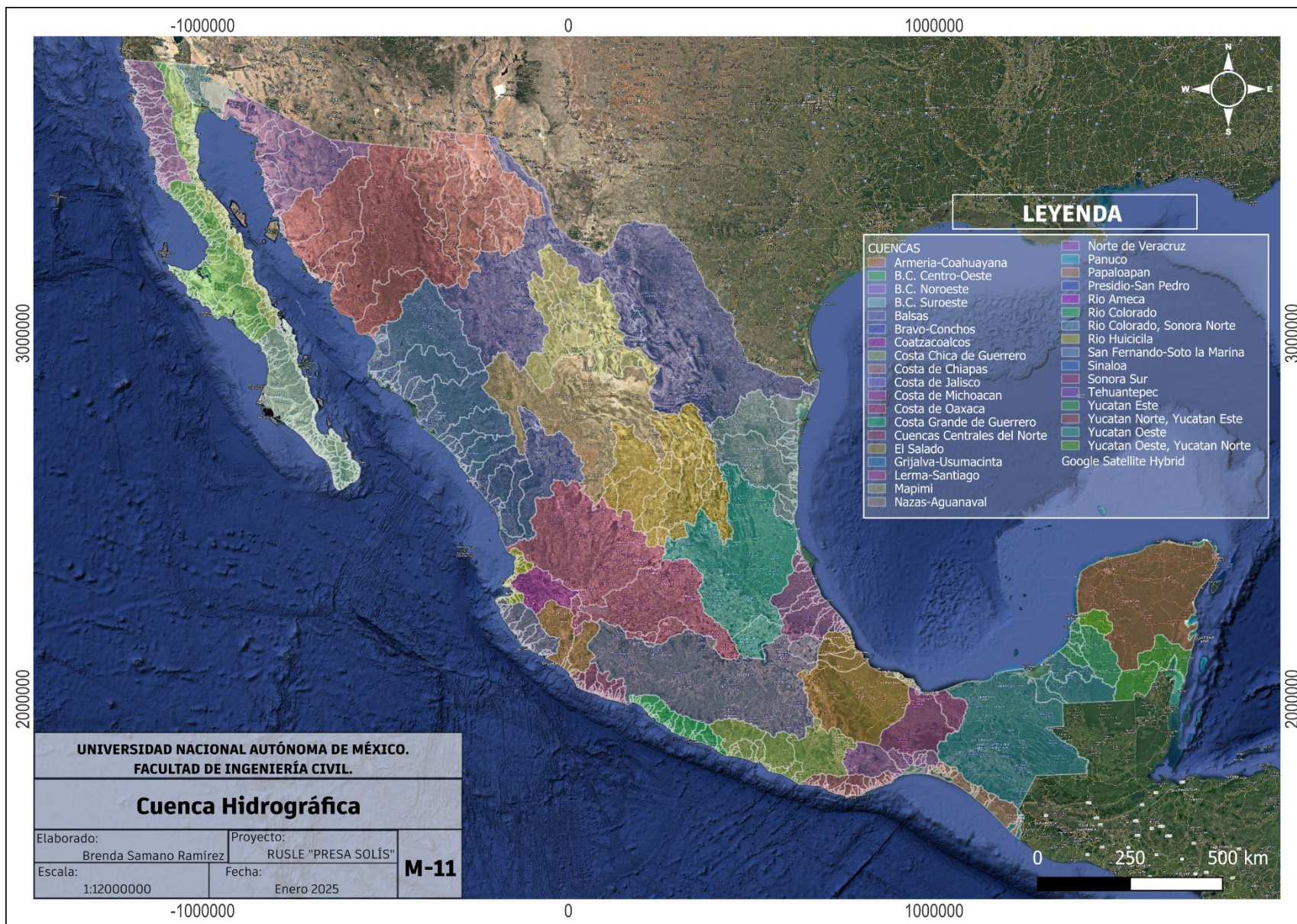
Anexo III. Estimación del volumen de azolve

Tabla 27 Estimación del volumen de azolve 1980-2020.

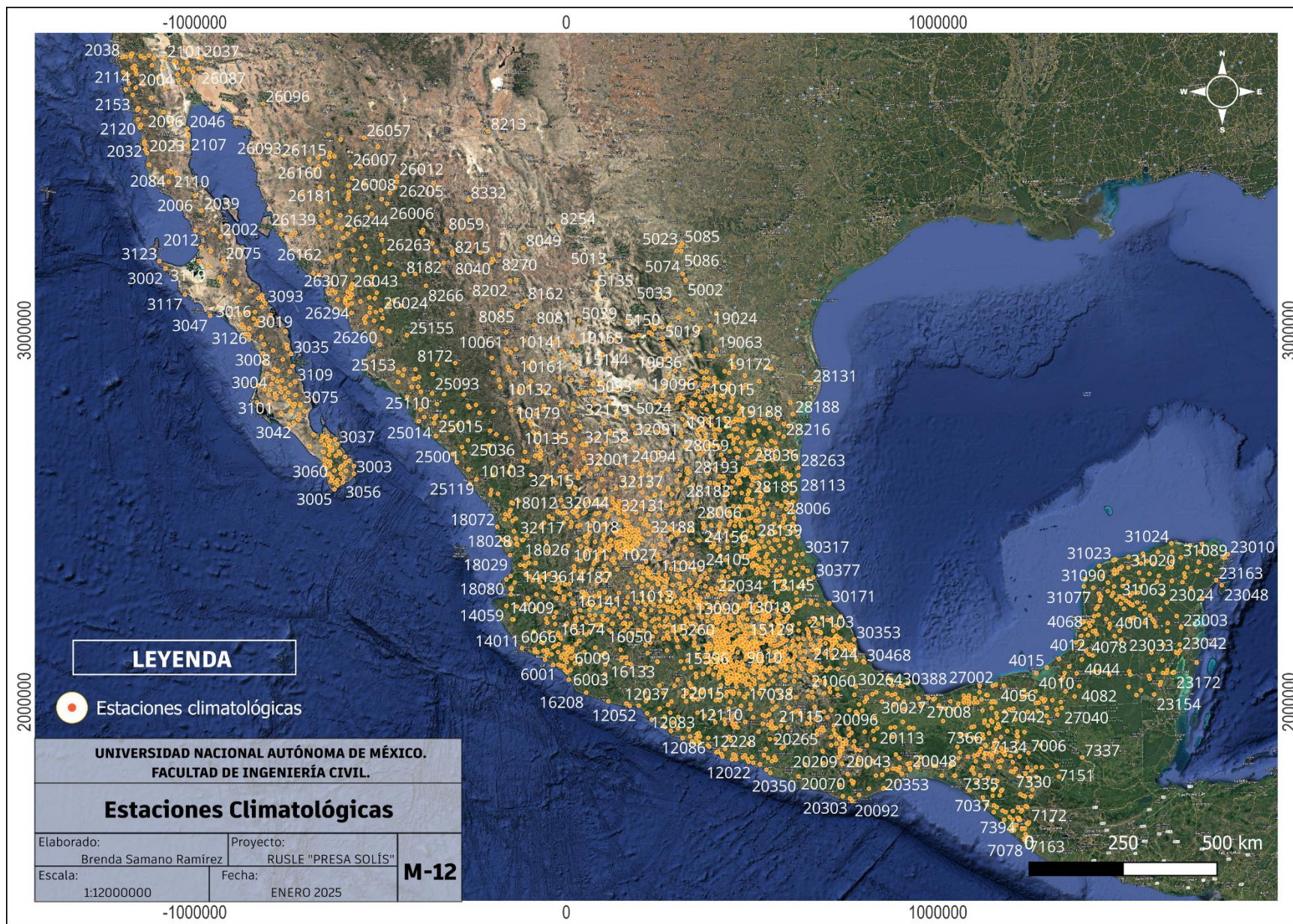
AÑO	$\bar{h}_p$ (mm)	R	K	LS	C	P	RUSLE (Ton/ha/año)	SEDIMENTOS (Ton)	AZOLVE (m ³)	% VOLUMEN MUERTO TOTAL.
1980	666.990	2242.824	0.018	0.307	0.663	1	7.746	273,787.25	103,315.94	0.19%
1981	660.735	2222.568	0.018	0.307	0.663	1	7.676	271,314.51	102,382.83	0.19%
1982	551.754	1867.286	0.018	0.307	0.663	1	6.449	227,944.39	86,016.75	0.16%
1983	541.635	1834.068	0.018	0.307	0.663	1	6.334	223,889.39	84,486.56	0.15%
1984	827.192	2756.606	0.018	0.307	0.663	1	9.520	336,505.96	126,983.38	0.23%
1985	823.210	2743.955	0.018	0.307	0.663	1	9.476	334,961.55	126,400.59	0.23%
1986	534.550	1810.792	0.018	0.307	0.663	1	6.254	221,048.01	83,414.34	0.15%
1987	553.073	1871.611	0.018	0.307	0.663	1	6.464	228,472.32	86,215.97	0.16%
1988	563.098	1904.475	0.018	0.307	0.663	1	6.577	232,484.08	87,729.84	0.16%
1989	602.272	2032.532	0.018	0.307	0.663	1	7.019	248,116.44	93,628.85	0.17%
1990	824.288	2747.380	0.018	0.307	0.663	1	9.488	335,379.74	126,558.39	0.23%
1991	876.472	2912.712	0.018	0.307	0.663	1	10.059	355,562.17	134,174.40	0.24%
1992	690.352	2318.348	0.018	0.307	0.663	1	8.006	283,006.73	106,794.99	0.19%
1993	426.585	1453.718	0.018	0.307	0.663	1	5.020	177,459.04	66,965.67	0.12%
1994	598.187	2019.205	0.018	0.307	0.663	1	6.973	246,489.46	93,014.89	0.17%
1995	419.002	1428.474	0.018	0.307	0.663	1	4.933	174,377.46	65,802.82	0.12%
1996	575.683	1945.676	0.018	0.307	0.663	1	6.719	237,513.64	89,627.79	0.16%
1997	610.360	2058.898	0.018	0.307	0.663	1	7.110	251,334.98	94,843.39	0.17%
1998	781.746	2611.839	0.018	0.307	0.663	1	9.020	318,833.88	120,314.67	0.22%
1999	449.642	1530.342	0.018	0.307	0.663	1	5.285	186,812.80	70,495.40	0.13%
2000	582.814	1968.998	0.018	0.307	0.663	1	6.800	240,360.65	90,702.13	0.16%
2001	767.372	2565.887	0.018	0.307	0.663	1	8.861	313,224.36	118,197.87	0.21%
2002	678.224	2279.168	0.018	0.307	0.663	1	7.871	278,223.83	104,990.13	0.19%
2003	726.499	2434.803	0.018	0.307	0.663	1	8.409	297,222.60	112,159.47	0.20%
2004	492.547	1672.393	0.018	0.307	0.663	1	5.776	204,153.32	77,038.99	0.14%
2005	575.683	1945.676	0.018	0.307	0.663	1	6.719	237,513.64	89,627.79	0.16%
2006	541.537	1833.748	0.018	0.307	0.663	1	6.333	223,850.32	84,471.82	0.15%
2007	836.479	2786.097	0.018	0.307	0.663	1	9.622	340,105.95	128,341.87	0.23%
2008	693.467	2328.406	0.018	0.307	0.663	1	8.041	284,234.42	107,258.27	0.20%
2009	644.122	2168.697	0.018	0.307	0.663	1	7.490	264,738.43	99,901.29	0.18%
2010	674.465	2267.013	0.018	0.307	0.663	1	7.829	276,740.03	104,430.20	0.19%
2011	648.551	2183.071	0.018	0.307	0.663	1	7.539	266,493.01	100,563.40	0.18%
2012	730.390	2447.308	0.018	0.307	0.663	1	8.452	298,749.18	112,735.54	0.20%
2013	826.810	2755.393	0.018	0.307	0.663	1	9.516	336,357.86	126,927.49	0.23%
2014	832.349	2772.988	0.018	0.307	0.663	1	9.577	338,505.68	127,737.99	0.23%
2015	886.888	2945.591	0.018	0.307	0.663	1	10.173	359,575.83	135,688.99	0.25%

AÑO	$\bar{h}_p$ (mm)	R	K	LS	C	P	RUSLE (Ton/ha/año)	SEDIMENTOS (Ton)	AZOLVE (m ³)	% VOLUMEN MUERTO TOTAL.
2016	713.567	2393.195	0.018	0.307	0.663	1	8.265	292,143.40	110,242.79	0.20%
2017	536.717	1817.914	0.018	0.307	0.663	1	6.278	221,917.43	83,742.43	0.15%
2018	762.820	2551.319	0.018	0.307	0.663	1	8.811	311,446.09	117,526.83	0.21%
2019	527.848	1788.752	0.018	0.307	0.663	1	6.177	218,357.49	82,399.05	0.15%
2020	458.044	1558.215	0.018	0.307	0.663	1	5.381	190,215.28	71,779.35	0.13%

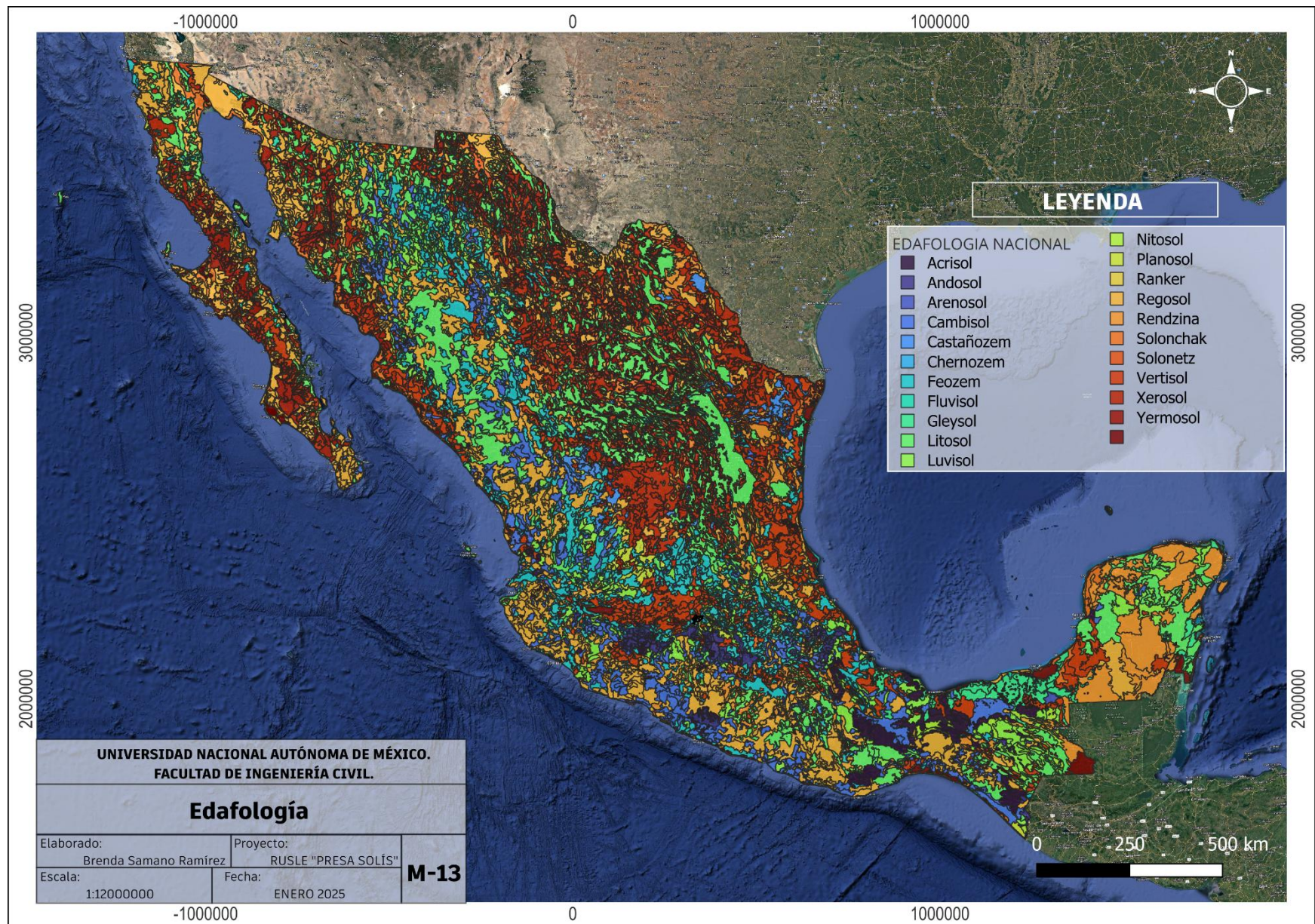
Anexo IV. Mapas



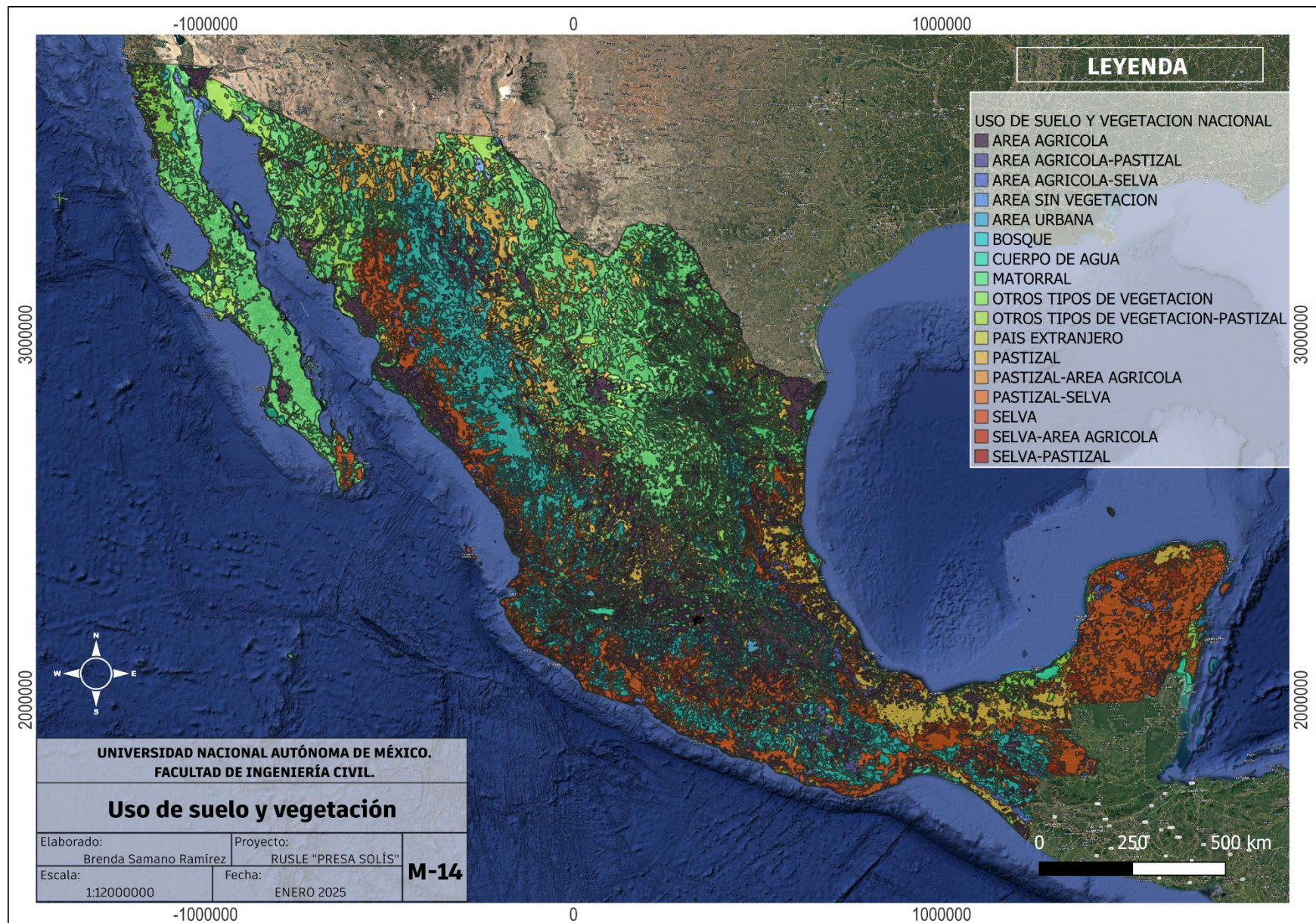
Mapa 11 Cuencas hidrográficas. Elaboración propia.

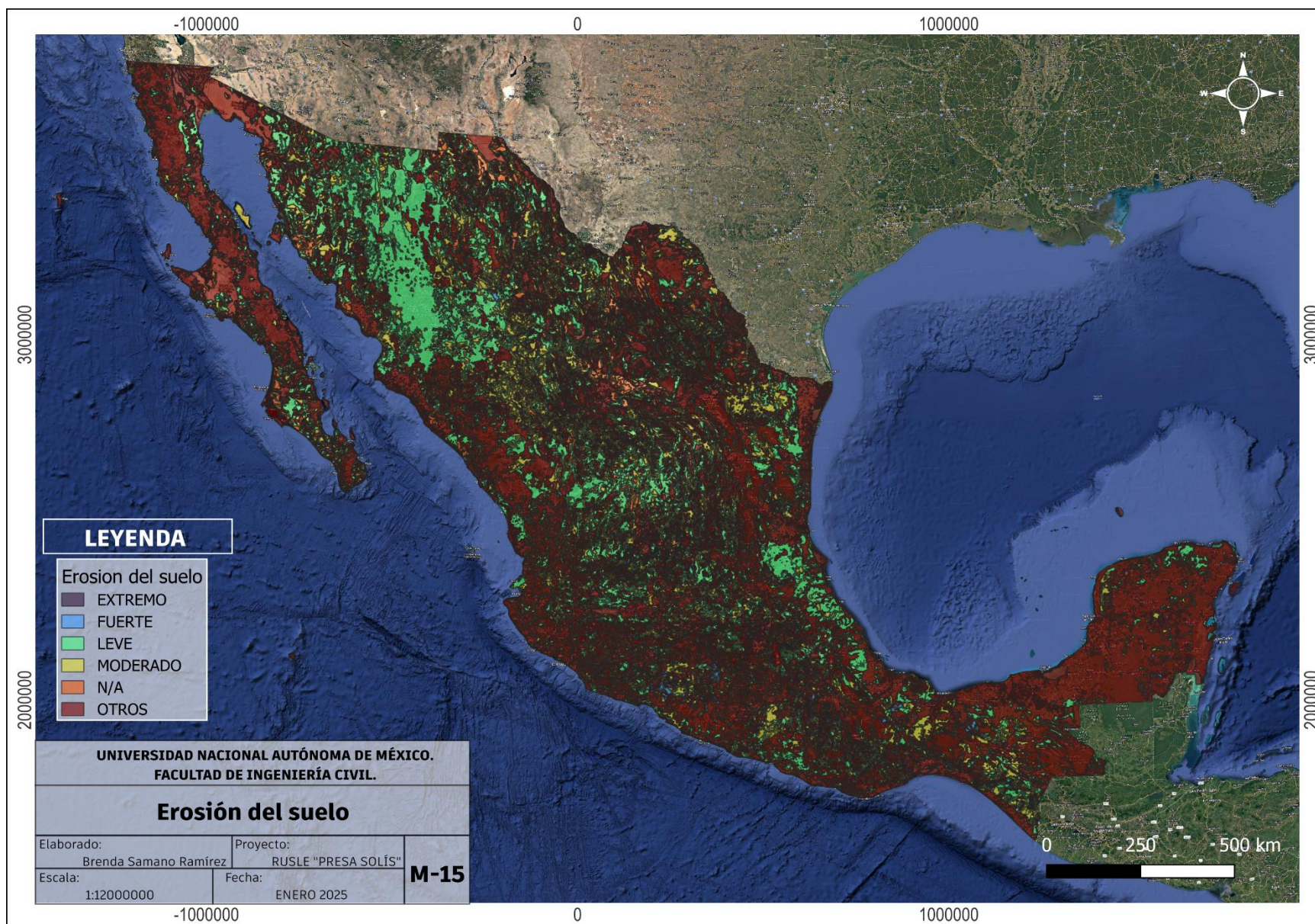


Mapa 12 Estaciones climatológicas. Elaboración propia.



Mapa 13 Edafología. Elaboración propia.





Mapa 15 Erosión del suelo. Elaboración propia.

Anexo V. Reporte fotográfico.



Figura 10 Presa Solís. Elaboración propia.



Figura 11 Cortina tipo cimacio Presa Solís. Elaboración propia.



Figura 12 Compuertas radiales Presa Solís. Elaboración propia.



Figura 13 Obra se excedencia, tanque amortiguador. Elaboración propia.



Figura 14 Visita técnica Presa Solís. Elaboración propia.