

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS  
SUBSEDE MAPASTEPEC

FACULTAD DE INGENIERÍA

LICENCIATURA EN INGENIERÍA TOPOGRÁFICA E HIDROLOGÍA

**TESIS PROFESIONAL**

DETERMINACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DEL RÍO LAS ARENAS,  
EN LA COLONIA DOCTOR SAMUEL LEÓN BRINDIS, MUNICIPIO DE  
MAPASTEPEC, CHIAPAS.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO TOPÓGRAFO E HIDRÓLOGO

PRESENTA:  
MAURICIO HERNÁNDEZ VERDUGO.  
MARIBEL MORALES MORALES.

DIRECTOR  
ING. AGUSTÍN DEL CARMEN MORALES HERNÁNDEZ

CODIRECTORA  
DRA. ROSBI CRUZ ORNELAS

MAPASTEPEC, CHIAPAS

Agosto -2024





# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

SECRETARÍA GENERAL  
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES  
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR  
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Mapastepec Chiapas  
Fecha: 06 de Agosto de 2024

C. MAURICIO HERNÁNDEZ VERDUGO

Pasante del Programa Educativo de: INGENIERÍA TOPOGRÁFICA E HIDROLOGÍA.

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:  
DETERMINACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DEL RÍO LAS ARENAS, EN LA COLONIA DOCTOR SAMUEL LEÓN  
BRINDIS, MUNICIPIO DE MAPASTEPEC, CHIAPAS.

En la modalidad de: TESIS PROFESIONAL

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

### Revisores

MTRO. TEÓFILO GUADALUPE GÓMEZ PÉREZ

ING. SANTIAGO FAJARDO MARTÍNEZ

MTRO. AGUSTÍN DEL CARMEN MORALES  
HERNÁNDEZ

### Firmas:

[Firma]  
[Firma]  
[Firma]



Ccp. Expediente

Pág. 1 de 1  
Revisión 4



# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

SECRETARÍA GENERAL  
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES  
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR  
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Mapastepec Chiapas  
Fecha: 06 de Agosto de 2024

C. MARIBEL MORALES MORALES

Pasante del Programa Educativo de: INGENIERÍA TOPOGRÁFICA E HIDROLOGÍA.

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:  
DETERMINACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DEL RÍO LAS ARENAS, EN LA COLONIA DOCTOR SAMUEL LEÓN  
BRINDIS, MUNICIPIO DE MAPASTEPEC, CHIAPAS.

En la modalidad de: TESIS PROFESIONAL

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

### Revisores

MTRO. TEÓFILO GUADALUPE GÓMEZ PÉREZ

ING. SANTIAGO FAJARDO MARTÍNEZ

MTRO. AGUSTÍN DEL CARMEN MORALES  
HERNÁNDEZ

### Firmas:

[Firma]  
[Firma]  
[Firma]



Ccp. Expediente

Pág. 1 de 1  
Revisión 4

## **Dedicatoria**

A Dios

Por estar siempre junto a nosotros en cada paso que damos, por darnos fuerza y esperanza en todo momento. Por ponernos a gente maravillosa en nuestros caminos, y darnos una hermosa familia que en todo momento nos demuestran sus apoyos incondicionales.

A nuestras madres

Por ser los pilares de nuestras familias y el ángel guardián que siempre han sido, por ayudarnos en todo momento y no dejarnos caer nunca, por ser esas madres ejemplares que siempre nos llevan por el camino correcto y cuando cometemos errores siempre están ahí para motivarnos para ser mejores en nuestros día a día.

A nuestros padres

Por darnos el cariño y las enseñanzas que a través del tiempo ellos han adquirido y por darnos sabios consejos, por darnos la inspiración de lograr lo que nos proponemos siempre, gracias por darnos el apoyo que siempre necesitamos.

A nuestros amigos

A cada persona que nos hizo crecer en todos los aspectos, por su ayuda y apoyo, muchas gracias a todos.

A nuestros profesores

A todos aquellos que nos brindaron su conocimiento, su atención y comprensión, por su labor tan noble, muchas gracias a todos

## **Agradecimiento**

A DIOS: por permitirnos culminar este trabajo de investigación y darnos el entendimiento requerido en la realización de este estudio, darnos salud y bendición

ASESORES: estamos muy agradecidos con nuestro director de tesis Ingeniero Agustín del Carmen Morales Hernández y codirectora de tesis la Doctora Rosbi Cruz Ornelas por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiésemos podido lograr concluir el estudio de investigación

MAESTROS: por ser pilares fundamentales de nuestra formación profesional durante nuestra estancia en la Universidad y compartirnos sus conocimientos adquiridos a través de los años

FAMILIA: siempre estaremos agradecidos ya que sin ellos esto no sería posible, por ser nuestra inspiración a seguir y poder concluir esta línea de investigación como última etapa de nuestro desarrollo académico

COMPAÑEROS: Por el apoyo brindado durante el trayecto de toda la carrera y la motivación a impulsarnos a concluir la carrera.

AMIGOS: Por la motivación y sus buenos deseos para no rendirnos en el proceso y así poder concluir gratamente un peldaño más en nuestras vidas.

## **Resumen**

La Importancia de delimitar una zona federal de un río basándonos en la ley establecida de CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) fracción XLVII que establece las fajas de 20 metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes de propiedad nacional de ríos.

Tomando en cuenta dicha ley se realizó el estudio topo hidráulico del río las arenas en la comunidad Doctor Samuel León Brindis del tramo 0+000 al 0+747 estudiado en el municipio de Mapastepec, Chiapas.

Con base en estudios topográficos e hidrológicos se obtuvo su NAMO (Nivel de Aguas Máximas Ordinarias), esto permitió realizar un modelo hidráulico con el software Hec-Ras, para después delimitar la zona federal correspondiente, con ello se generó un mapa de delimitación de la zona federal del río las arenas.

***Palabras clave:*** Delimitación, río, cauce, topo hidraulico, NAMO, Hec-Ras.

## **Abstract**

The Importance of delimiting a federal zone of a river based on the established law of CONAGUA (National Water Commission) section XLVII that founds the strips of 20 meters wide adjacent to the channel of the currents of national property of rivers.

On the other hand, taking this law into account, the hydraulic topo study of the Arenas River was carried out in the Doctor Samuel León Brindis community of the section 0+000 to 0+747 studied in the municipality of Mapastepec, Chiapas.

Based on topographic and hydrological studies, its NAMO (Maximum Ordinary Water Level) was obtained, this allowed a hydraulic model to be made with the Hec-Ras software, to later delimit the corresponding federal zone, with this a delimitation map of the federal area was generated in the Arenas river.

***Key words:*** Delimiting, river, channel, hydraulic topo, NAMO, Hec-Ras.

## Índice

1.- Introducción. - - - - -	pag.- 11-12.
2.- Planteamiento del problema. - - - - -	pag.- 13.
3.- Justificación. - - - - -	pag.- 14.
4.- Objetivos. - - - - -	pag.- 15.
4.2.- General. - - - - -	pag.- 15.
4.1.- Específicos. - - - - -	pag.- 15.
5.- Marco teórico. - - - - -	pag.- 16.
5.1.- Zona Federal del Río. - - - - -	pag.- 16 -17.
5.2.- Río. - - - - -	pag.- 18.
5.3.- Cauce. - - - - -	pag.- 19.
5.4.- Pendiente del cauce principal. - - - - -	pag.- 20.
5.5.- Caudal. - - - - -	pag.- 21.
5.5.1.- Métodos para la medición de caudales. - - - - -	pag.- 21.
5.6.- Aguas máximas ordinarias. - - - - -	pag.- 22.
5.7.- Componentes para un estudio. - - - - -	pag.- 23.
5.7.1.- Topografía. - - - - -	pag.- 23.
5.7.2.- Levantamiento topográfico. - - - - -	pag.- 23.
5.8.- Hidrología. - - - - -	pag.- 24-25.
5.9.- Estudio topo hidráulico. - - - - -	pag.- 26.
6.- Bancos de nivel. - - - - -	pag.- 26.
6.1.- GNSS. - - - - -	pag.- 27-28.
6.2.- Fotogrametría. - - - - -	pag.- 29.
6.2.1.- Estudio fotogramétrico. - - - - -	pag.- 29.
6.2.2.- Levantamiento fotogramétrico. - - - - -	pag.- 29.
6.3.- Estaciones meteorológicas en kmz. - - - - -	pag.- 30.

6.4.- ¿Qué es un archivo Kmz?.	----- pag.- 30.
6.5.- Hec-Ras.	----- pag.- 31.
6.6.- Clasificación de tipo de suelos.	-----pag.- 32.
6.7.- Ven Te Chow.	----- pag.- 33.
6.8.- Método de Gumbel.	----- pag.- 34.
6.9.- Método de Weibull.	----- pag.- 35.
7.- Modelo digital de elevación.	----- pag.- 36.
8.- Características fisiográficas.	----- pag.- 37.
8.1.- Referencia de la sub cuenca RH23Ca.	----- pag.37-38.
8.2.- Datos de la población.	----- pag.- 39-40.
8.3.- Mapa de degradación de suelos.	----- pag.- 41.
8.4.- mapa de ríos principales.	----- pag.- 42.
8.5.- Mapa de uso de suelo y vegetación.	----- pag.- 43.
8.6.- Mapa de clima.	----- pag.- 44.
8.7- Materiales y Metodología.	----- pag.- 45.
8.8.- Metodología.	----- pag.- 46.
8.9. Levantamiento topo hidráulico.	----- pag.- 46 – 47.
9.- Ejecutar estudio fotogramétrico.	----- pag.- 48.
9.1.- Vuelo fotogramétrico.	----- pag.- 48.
9.2.- Elaboración del modelo digital de elevación (mde).	----- pag.- 49.
9.3.- Obtención del Modelo Digital de Elevación (MDE).	----- pag.- 47.
9.4.- Recabar información estadística y geográfica.	----- pag.- 50.
9.5.- Sub cuenca RH23Ca.	----- pag.- 51.
9.6.- Descarga de las estaciones meteorológicas.	----- pag.- 52.
9.7.- Calculo de Lag Time.	----- pag.- 53.
9.8.- Método de Weibul y Gumbel.	----- pag.- 54.

9.9.- Método de vente Chow. - - - - -	pag.- 55.
10.- Delimitación de la micro cuenca vía satelital. - - - - -	pag.- 56.
10 .1.- Google earth. - - - - -	pag.- 56.
10.3.2.- Global mapper. - - - - -	pag. - 57.
10.3.3.- Auto CaD, trabajo en gabinete. - - - - -	pag. – 58.
10.3.4.- mapa de micro cuenca. - - - - -	pag. - 59 - 60.
10.4.- Simulación en hec-hms. - - - - -	pag. - 61 - 63.
10.5.- Simulación en Hec-Ras. - - - - -	pag. - 63 – 64.
11.- Presentación y análisis de los resultados. - - - - -	pag. - 65.
11.1.-. Resultados del levantamiento topo hidráulico. - - - - -	pag. - 65.
11.2.- Modelo digital de elevación Mapa. - - - - -	pag.- 66.
11.3.-Tabla de aguas máximas ordinarias. - - - - -	pag. - 67.
11.4.- Resultados de lag time y parámetro de la cuenca. - - - - -	pag.- 68.
11.5.- Resultados del método de weibull y gumbel. - - - - -	pag. - 69.
11.6.- Datos recolectados de lluvias maximas. - - - - -	pag. -70 - 71.
11.7.- Obtención de duración e intensidad. - - - - -	pag.- 72.
11.8.- Resultado de la simulación en Hec-Hms. - - - - -	pag.73 – 74.
11.9.- Resultado de la simulación en Hec-ras. - - - - -	pag.- 75.
12.- Resultado final. - - - - -	pag. - 76.
12.1.- Mapa final. - - - - -	pag. - 77.
13 – Conclusión. - - - - -	pag. - 78.
14.- recomendaciones. - - - - -	pag.- 79.
15.- Anexos. - - - - -	pag. - 80.
15.1.- Fotografías. - - - - -	pag. – 80 - 81.
15.2.- carpeta descargada de inegi de la sub cuenca RH23ca. - - - - -	pag. - 82.
15.3.- Trámite para delimitación de zona federal. - - - - -	pag. – 83 - 86.

- 16.- Referencias documentales. - - - - - pag. - 87 - 88.
- 17.- Bibliografía de figuras que se utilizaron en marco teórico. - - - - pag. – 89- 91.

## **1.- Introducción**

Los ríos y arroyos son sistemas de agua con movimiento constante unilateral sobre la superficie terrestre. Se reabastecen de agua con la precipitación y los escurrimientos superficiales, los mantos freáticos y el deshielo de las altas montañas, formando así, parte del ciclo hidrológico. Por su parte, los lagos y lagunas (incluyendo presas y bordos) son sistemas con poco movimiento que se abastecen de arroyos, ríos y mantos freáticos (Aguilar 2003, Torres Orozco 2011).

Las riberas de los cauces de ríos y arroyos son la transición entre hábitats terrestres y acuáticos. Estas fajas de terreno cumplen con un amplio rango de funciones, como ayudar a mantener el régimen hidrológico e hidráulico de los cauces, dando estabilidad en las márgenes, regulando las crecidas para evitar inundaciones y manteniendo un flujo base; ayudar a proteger ecosistemas acuáticos y ribereños de la contaminación, atrapando y filtrando sedimentos, nutrientes y químicos; proteger peces y vida silvestre proveyendo alimento, abrigo y protección térmica; entre otras.

Los cauces y sus riberas se han visto afectados por prácticas humanas que inducen al cambio del uso de suelos, como la extensión de zonas urbanas y agrícolas, explotación de bancos madereros y de materiales pétreos, la industria, etc. En zonas urbanas y rurales los cauces incluso son estrangulados o cubiertos por construcciones, lo que además magnifica las inundaciones recurrentes.

Ley 3, fracción XLVII, de la ley de aguas nacionales que rigen las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria en los cauces no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas se calculará a partir de la medida de los gastos máximos anuales producidos durante diez años (Xóchitl Peñaloza Rueda y José Alfredo González verdugo,2015).

Por ello es importante que todos los ríos y arroyos cuenten con dicha determinación.

Chiapas cuenta con 23 ríos principales los cuales no cuenta con sus respectivas delimitaciones de zona federal; entre los cuales se encuentra el río las arenas ubicado en la comunidad de Doctor Samuel León brindis perteneciente al municipio de Mapastepec, Chiapas, el cual no cuenta con delimitación de zona federal, por ello el objetivo de esta investigación es determinar la Zona Federal del río las Arenas en la colonia Doctor Samuel León Brindis Mapastepec, Chiapas.

## **2.- Planteamiento del problema**

Uno de los grandes problemas que acoge la comunidad Doctor Samuel León Brindis, Chiapas, es no contar con los límites de la zona federal del río las arenas que se encuentra cerca de dicha comunidad. Puesto que, La ley de las aguas nacionales establece en su artículo 3, fracción XLVII, que zona federal son las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de las aguas máximas ordinarias. Al no contar con ellos, conlleva a una serie de problemas hacia la comunidad como lo es las invasiones de cause y zona federal en las áreas urbanas o rurales de las poblaciones, incrementando el riesgo de pérdida de vidas y pertenencias de los habitantes asentados en dichas propiedades. Como lo fue en el 2005, el desbordamiento del río por fuertes lluvias debido al Huracán Stan, dejó pérdidas humanas, animales y materiales en la comunidad Doctor Samuel León Brindis.

La comunidad Doctor Samuel León Brindis, no cuenta con la información necesaria para disminuir los riesgos a los que están expuestos por el río las arenas para evitar pérdidas humanas y económicas. Por ello surge la siguiente pregunta de investigación.

¿Cuál es la medida a tomar ante el río las arenas para evitar daños en la comunidad Doctor León Brindis?

### **3.- Justificación**

Es importante respetar las zonas federales ya que tiene una ley establecida que la rige y dándole validez e importancia evitamos tanto pérdidas materiales y humanas a futuro por lo tanto se requiere establecer estrategias de delimitación de zonas federales con sus respectivos señalamientos, dando prioridad a aquellas en las que exista un alto grado de invasión con asentamientos irregulares ubicados sobre el cauce y/o la zona federal, dándole validez a la ley de Conagua que nos marca la ley 3, fracción XLVII, de la ley de aguas nacionales, definida como " Ribera o Zona Federal. "

La comunidad Doctor Samuel León Brindis tenido un gran desarrollo a medida que la comunidad crece, lo cual esto ha generado que parte de la zona urbana se acerque cada vez más a los límites de la zona federal del río las arenas, por lo tanto, se requiere establecer los límites de la zona federal del río y así proteger asentamientos y nuevas construcciones que podrían llegar a ser afectadas cuando en nivel del río sobre pase sus límites.

Actualmente la comunidad Doctor Samuel León Brindis no posee un análisis de estudio y delimitación de la zona federal el río las arenas, lo cual es de suma importancia delimitar y dar a conocer los límites permisibles a las orillas del río, como parte del ordenamiento urbano, equilibrio ecológico y cuidar la integridad de las personas vecinas al río las Arenas.

## **4.- Objetivos**

### **4.1.- General**

Determinar la Zona Federal del Río las Arenas en la Colonia Doctor Samuel León Brindis Mapastepec, Chiapas.

### **4.2.- Específicos**

- Recabar información estadística y geográfica.
- Ejecutar estudio fotogramétrico.
- Realizar estudio topo hidráulico y simulación hidráulica.
- Determinar la zona federal y generar un mapa.

## **5.- Marco teórico**

### **5.1.- Zona Federal del Río**

Los ríos y arroyos tienen una gran misión en el ciclo hidrológico y en la preservación de ecosistemas y el desarrollo social, ya que son el medio para encauzar y conducir el agua que precipita y escurre, por lo que proveen a los seres vivos un acceso al agua, alimento, producción, comunicación, etcétera. Contiguo a los cauces de ríos y arroyos se encuentran las riberas, que son la transición entre hábitats terrestres y acuáticos. Estas fajas de terreno cumplen con un amplio rango de funciones, entre otras: ayudar a mantener el régimen hidrológico e hidráulico de los cauces, dando estabilidad en las márgenes, regulando las crecidas para evitar inundaciones y manteniendo un flujo base; ayudar a proteger ecosistemas acuáticos y ribereños de la contaminación, atrapando y filtrando sedimentos, nutrientes y químicos, así como proteger peces y vida silvestre proveyendo alimento, abrigo y protección térmica. Los cauces y sus riberas han sido afectados por prácticas humanas que inducen al cambio del uso de suelos, tal como la extensión de zonas urbanas y agrícolas, explotación de bancos madereros y de materiales pétreos, la industria, etcétera. En zonas urbanas y rurales, los cauces incluso son estrangulados o cubiertos por construcciones, lo que además magnifica las inundaciones recurrentes. Estas y 2 otras actividades se han ido intensificando exponencialmente a lo largo de la historia, llegando en la actualidad a un deterioro alarmante que sigue poniendo en peligro los ecosistemas acuáticos y ribereños, así como la calidad de vida y la seguridad de las localidades contiguas a las riberas.

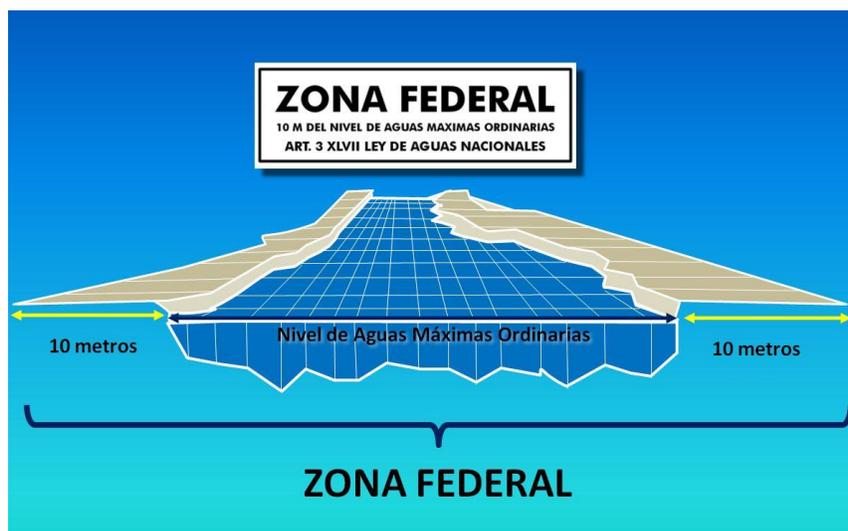


Fig. 1.- Zona federal después del nivel de aguas máximas ordinarias.

En el artículo 3, fracción XLVII, de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), se define como "Ribera o Zona Federal" a: Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias.

## 5.2.- Río

Un río es un ecosistema fluvial que posee algunas características comunes con todos los ecosistemas en los que la vida se desarrolla en el agua (océanos, lagos, charcas, etc.). Utilizamos el nombre genérico de ecosistemas acuáticos para designar a todos estos ambientes.



Fig. 2.- Imagen de un río, tomada de internet.

### 5.3.- Cauce

El cauce de un río puede definirse como un canal alargado que ha sido modelado por la acción del agua y que permite el movimiento de la misma de una manera más efectiva y ordenada.



Fig. 3.- Imagen de cauce, tomada de internet.

Hay varias formas de caracterizar un cauce. En función de su profundidad, del área transversal de la pendiente (o ángulo que forma la superficie del agua con el plano horizontal), etc. (B.G. De Vicuña redondo, A. Amor Morales, A. Escudero Berian, 1983).

#### 5.4.- Pendiente del cauce principal

El conocimiento de la pendiente del cauce principal de una cuenca, es un parámetro importante, en el estudio del comportamiento del recurso hídrico, como, por ejemplo, para la determinación de las características óptimas de su aprovechamiento hidroeléctrico, o en la solución de problemas de inundaciones. En general, la pendiente de un tramo de un cauce de un río, se puede considerar como el cociente, que resulta de dividir, el desnivel de los extremos del tramo, entre la longitud horizontal de dicho tramo (©© All Rights Reserved, 2018).

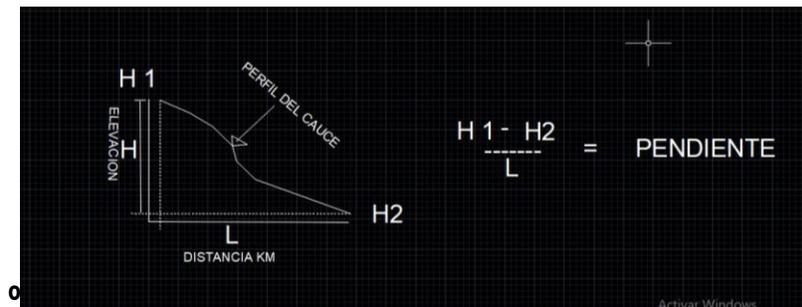


Fig. 4.- Formula para calcular pendiente.

## 5.5.- Caudal

El caudal corresponde a una cantidad de agua que pasa por un lugar (canal, tubería, etc.) en una cierta cantidad de tiempo, o sea, corresponde a un volumen de agua (Litros, Metros Cúbicos, etc.), por unidad de tiempo (Segundos, Minutos, Horas, etc.). Unidades de medición de caudal Como ya se señaló, el caudal corresponde a un volumen de agua por unidad de tiempo, siendo las unidades de medición más utilizadas, las siguientes:

9 Litros por segundo = Us.

Litros por minuto = Umin

Litros por hora = Uh

Metros cúbicos por hora = m<sup>3</sup> /h

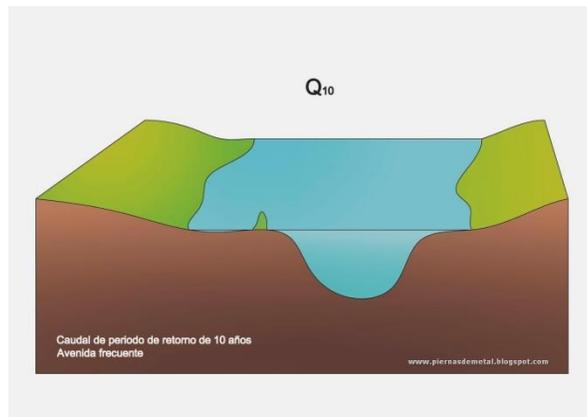


Fig. 5.- Caudal de un río, tomada de internet.

### 5.5.1.- Métodos para la medición de caudales

Entre los métodos más utilizados para medir caudales de agua, se encuentran los siguientes:

1. Método del Flotador
2. Método
3. Método de la Trayectoria
4. Estructuras de medida

(MARCO ANTONIO BELLO U., MARÍA TERESA PINO Q., 2000).

## 5.6.- Aguas máximas ordinarias

El nivel de aguas máximas ordinarias a que se refiere la fracción VIII, del artículo 3o. de la “Ley”, se entiende como el que resulta de la corriente ocasionada por la creciente máxima ordinaria dentro de un cauce sin que en este se produzca desbordamiento (Xochitl Peñaloza Rueda, J. A. , 2015).

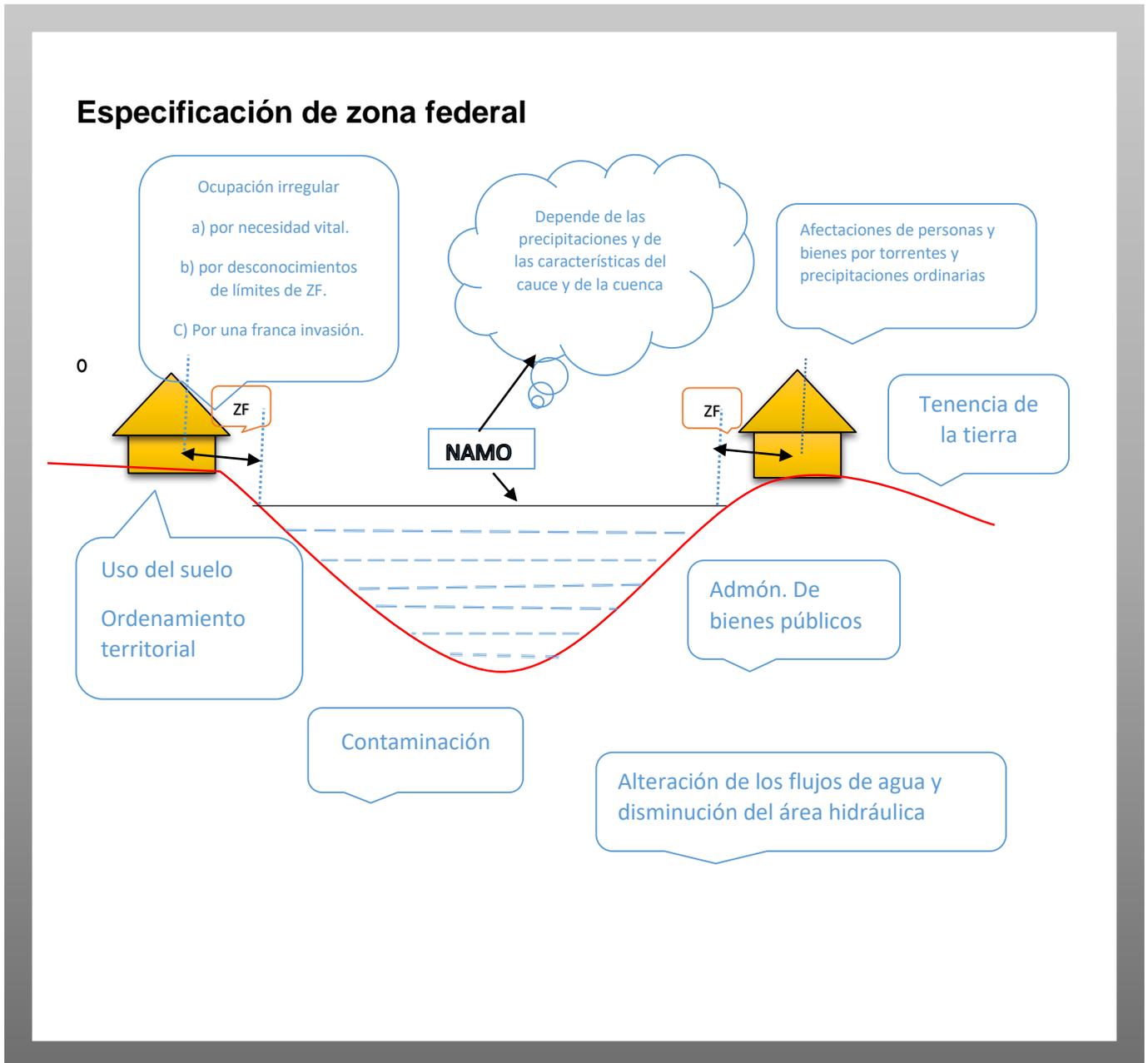


Fig. 6.- Especificación de zona federal.

## **5.7.- Componentes para un estudio**

### **5.7.1.- Topografía**

La topografía es una ciencia que estudia los diferentes métodos para medir, procesar y transmitir datos del terreno; ha venido tomando fuerza a través de la historia como una herramienta en el desarrollo del hombre en la elaboración de planos, mapas, linderos y otras operaciones de construcción.

La topografía se remonta desde muchos años atrás, a la época de los Egipcios donde surge la necesidad de dividir los terrenos en lotes para pago de impuestos, pero las inundaciones del río Nilo arrastraron partes de los lotes y de allí nace la necesidad de designar topógrafos para ubicar de nuevo los linderos estos recibían el nombre de estira cuerdas ya que utilizaban cuerdas para tal efecto. El desarrollo topográfico apoyó el desarrollo agrícola ya que permitió crear excelentes sistemas de riego.



Fig.7.- Levantamiento topográfico, tomada de internet.

### **5.7.2.- Levantamiento topográfico**

Aprovechando los avances en la tecnología y nuevos métodos creados, se decide realizar el presente levantamiento por medio del método de coordenadas llevadas para implementarlo en el desarrollo de este proyecto el cual por su características de conservación se hace necesario un método que no afecte la estructura, por tal motivo se escoge la estación topográfica total south para realizar el levantamiento ya que es la más adecuada para el trabajo de restauración porque no es invasivo y ofrece precisión lo cual es necesario para este tipo de actividad ( Brinker, 1998), (Daniel, 1999).

## 5.8.- Hidrología

La palabra hidrología proviene de las raíces griegas “hidros” agua y “logos” tratado o sea que la hidrología es la ciencia del agua. Según Ven Te Chow (1994), la hidrología estudia el agua existente en la tierra, su distribución, sus propiedades físicas y químicas y su influencia sobre el medio ambiente. El agua juega un papel fundamental en la calidad de vida de los habitantes del planeta. La disponibilidad de agua potable y la facilidad de tratamiento de aguas servidas son uno de los principales índices para calificar la calidad de vida en una región. Actualmente se presentan graves problemas en varios países del mundo, particularmente en África, por la escasez de agua para consumo tanto doméstico como industrial y agropecuario. Fenómenos como El Niño, han hecho que el tema del agua sea prioritario para todos los países de la tierra y hoy se dedican grandes esfuerzos para conocer el papel que el cambio climático jugará en los recursos de agua disponibles en el planeta.



Fig. 8.- Hidrología – Ciclo hidrológico, tomada de internet.

La hidrología es fundamental en el diseño y operación de casi todos los proyectos civiles: construcción de carreteras, suministro de agua potable, diseño de embalses y proyectos hidroeléctricos, adecuación y drenaje de tierras, prevención y control de inundaciones, diseño de canales, puentes y alcantarillados de aguas lluvias. En países como Colombia, donde la precipitación es muy alta (casi 4 veces el promedio mundial), es necesario conocer los recursos hídricos disponibles para poder luego hacer una adecuada planeación de ellos, sin afectar el desarrollo sostenible del país. Esto se hace particularmente importante dada la desigual distribución de la precipitación en Colombia, tanto temporal como espacialmente, que se ha agudizado por efecto de fenómenos como El Niño y La Niña (Facultad de Minas Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín 2000).

### 5.9.- Estudio topo hidráulico

Al estudio de campo se le denomina un estudio topo hidráulico el cual se realizara en el sitio de cruce de una vía de transporte de una corriente de agua, el cual sirve de apoyo para proyectar la estructura necesaria de drenaje, así como las obras auxiliares que aseguran el buen funcionamiento hidráulico de la obra (Cruz Saldaña Gustavo, 2021).



Fig. 9.- Levantamiento de un río, tomada de internet.

### 6.- Bancos de nivel

Los bancos de nivel se identifican a través de una clave o nombre que se le asigna a partir de la zona donde se ubiquen. Son identificados por placas circulares de bronce o placas cuadradas de aluminio, o tubos enterrados (BLANCA LAURA BARRERA GUERRERO, 2010).



Fig. 10.- Banco de nivel, tomada de internet.

## 6.1.- GNSS

El termino (Gloval Navegation Satellite System) es el nombre genérico que engloba a los sistemas de navegación por satélite, que proporcionan un posicionamiento y navegación, así como el mejor sistema de definición de tiempos (PNT) con cobertura global, tanto de forma autónoma, como con sistemas de aumentación.



Fig.11. - Gloval Navegation Satellite System (GNSS), tomada de internet.

El sistema global de navegación por satélite (GNSS) es la infraestructura espacial de satélites generadores de señales que permite a los usuarios de receptores con un dispositivo compatible, determinar su posición, velocidad y tiempo (PVT), mediante el procedimiento de las señales de los satélites. Las señales GNSS son proporcionadas por cuatro constelaciones de carácter global (GPS, GLONASS, GALILEO y BeiDou), y dos regionales (QZSS o IRNSS), que a menudo se complementan con sistemas de aumentación, basados en satélites (SBAS), como EGNOS.

Un sistema de navegación similar llamado GLONASS (GLObal NAVigation Satellites System) se desarrolló en la antigua Unión Soviética. El sistema, también diseñado con fines militares, reservó un subconjunto de señales sin codificar para las aplicaciones civiles. Actualmente la responsabilidad del sistema es de la Federación Rusa. De los 24 satélites, distribuidos en tres planos orbitales inclinados  $64.8^\circ$  a 19100 Km. de altitud y periodo 11 h. 15 min. Sólo funcionan 14. A pesar del beneficio que supone la ausencia de perturbación en la señal GLONASS, la incertidumbre sobre su futuro ha limitado su demanda, sin embargó

se han comercializado receptores que combinando las señales GPS y GLONASS, mejoran la precisión de las medidas.

Gabinete: es un trabajo que se realiza con los datos que se obtiene después del trabajo de campo (José Luis Berné Valero, Natalia Garrido Villén, Raquel Capilla Romá, 2019).

## **6.2.- Fotogrametría**

### **6.2.1.- Estudio fotogramétrico**

El objetivo fundamental de un sistema fotogramétrico, cualquiera que sea la metodología empleada para su construcción es la obtención de información espacial de objetos a partir de imágenes de los mismos, en el caso concreto de los Sistemas Fotogramétricos Digitales, a partir de imágenes en formato digital.

### **6.2.2.- Levantamiento fotogramétrico**

La fotogrametría digital sigue los mismos pasos de la fotogrametría tradicional analítica/ analógica con los equipos óptico-mecánicos de restitución con alto costo en momento de adquisición y después en su mantenimiento preventivo y suministro de piezas de repuesto. El método fotogramétrico tradicional consiste en la toma de fotografías aéreas consecutivas con sobre-posición longitudinal de 60%. En caso de levantamientos medianos y grandes se realizan varias líneas de vuelo con sobre-posición transversal de 30% para obtener una cobertura completa del área objeto del levantamiento de planimetría y altimetría del terreno natural (M. En I. Adolfo Reyes Pizano, 2014).

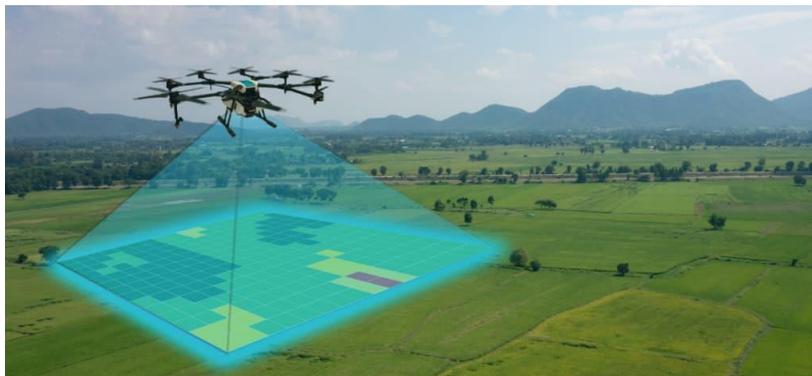


Fig. 12.- Levantamiento fotogramétrico, tomada de internet.

### 6.3.- Estaciones meteorológicas.

Una estación meteorológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas. Estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos.

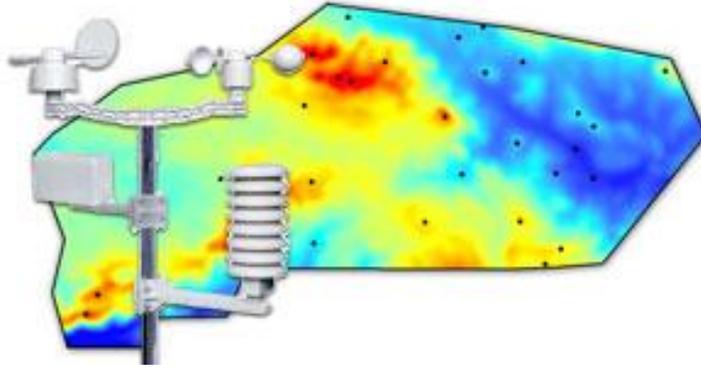


Fig. 13.- Estaciones meteorológicas, tomada de internet.

### 6.4.- ¿Qué es un archivo Kmz?

Los archivos KMZ son muy similares a los archivos zip. (Keyhole Markup Zip) Estos archivos permiten empaquetar varios archivos juntos y comprimen el contenido para que sean más fáciles de descargar. Esto te permite unir imágenes al archivo KML.

Los archivos KMZ son fáciles de crear con Google Earth. Cuando se guarda marca de posición o una carpeta desde el panel Lugares, tienes la opción de guardar el contenido como archivo KMZ o como archivo KML. Esto se parece a la opción que dan los navegadores web de guardar páginas web enteras, incluyendo imágenes y hojas de estilo, o sólo el HTML para una sola página web (Carlos Abel Fuentes Zambudio,2012).

## 6.5.- Hec-Ras

HEC-RAS es un software de uso libre, cuyo proceso evolutivo ha venido desarrollando nuevas herramientas de trabajo para el análisis de flujo en diferentes condiciones. Esta evolución va desde las versión 2.2, la cual analiza el flujo de forma unidimensional en condiciones permanentes, hasta la actual versión 5.0, que permite la modelización en una y dos dimensiones para condiciones permanentes y no permanentes. Para darnos una idea de la evolución del software, mostramos en el siguiente cuadro el tipo de modelización y las herramientas que han sido incorporadas en cada una de las versiones desarrolladas. (willi Eduardo Lluen Chero, 2015).

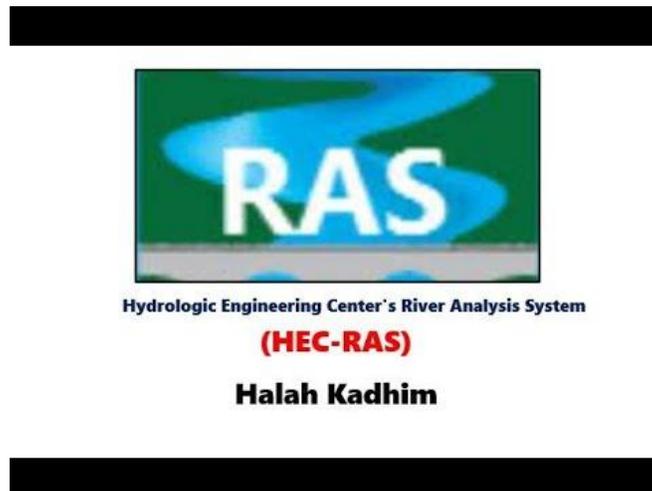
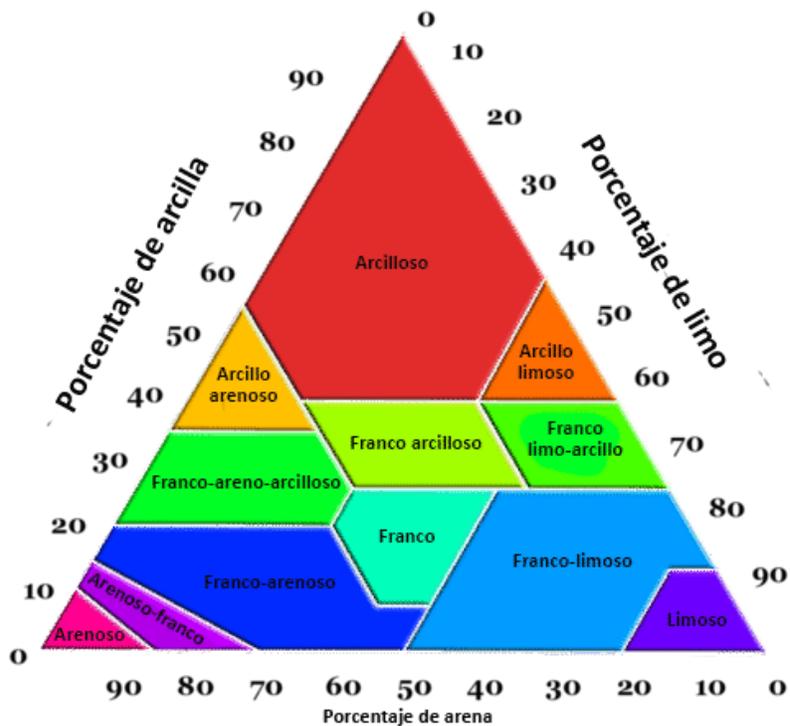


Fig. 14.- Hec-ras, tomada de internet.

### 6.6.- Clasificación de tipo de suelos

De acuerdo con el INEGI (2007), en México existen 26 de los 30 grupos de suelo reconocidos por el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (FAO-ISRIC-ISSS, 1998); siendo los dominantes los Leptosoles (28.3% del territorio), Regosoles (13.7%), Phaeozems (11.7%), Calcisoles (10.4%), Luvisoles (9%) y Vertisoles (8.6%), que en suma cubren 81.7% del país.



Clasificación de suelo del área :

Tipo " A "

Fig. 15.- Clasificación de suelo tomada del internet.

## 6.7.- Ven Te Chow

Ven Te Chow fue un profesor en el departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Illinois desde 1951 a 1981. Adquirió renombre internacional en los ámbitos de la hidrología e hidráulica. Se graduó en ingeniería civil en 1940 en Chaio Tung University en Shanghái, pasó varios años en China para enseñar.

Flujo en canales abiertos y su clasificación – Canales abiertos y sus propiedades – Principios de energía y momento – Flujo crítico : su cálculo y sus aplicaciones – Desarrollo del flujo uniforme y de sus ecuaciones – Cálculo de flujo uniforme – Diseño de canales con flujo uniforme – Conceptos teóricos de capa límite, rugosidad superficial, distribución de velocidades e inestabilidad de flujo uniforme – Flujo gradualmente variado – Métodos de cálculo – Problemas prácticos – Flujo espacialmente variado – Flujo sobre vertederos – Resalto hidráulico y su uso como disipador de energía – Flujo en canales con alineamiento no lineal – Flujo a través de canales con secciones no prismáticas – Flujo no permanente gradualmente variado – Flujo no permanente rápidamente variado – Tránsito de crecientes.

(Saldarriaga, 1994)

**QUIEN FUE VEN TE CHOW?**

Nació en China en 1914.

Se graduó de ingeniería civil en China en 1940.  
Vino a USA y estudió una maestría en estructuras en Pennsylvania State University, 1948.  
Siguió con el doctorado, ahora sí en hidráulica, en la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, 1950.

Trabajó como profesor de planta de la Universidad de Illinois, Urbana-Champaign, hasta su muerte en 1981 (67 años).



1

Fig. 16.- Ven te chow, tomada de internet.

## 6.8.- Método de Gumbel

De los trabajos más destacados basados en la teoría de valores extremos fue el realizado por Gumbel, en donde se plantea el problema del desborde de los ríos Ródano y Mississippi causantes de inundaciones en Francia y EU, respectivamente, siendo este una aplicación práctica. En años recientes se ha profundizado la investigación sobre los modelos, TORRES-RAMOS Y B. ROLDAN-RODRÍGUEZ de fenómenos extremos, gracias al creciente interés de aplicación que se tiene en las áreas de ciencia actuarial y ambiental. Se ha descubierto que cambios en el tamaño y frecuencia de eventos raros, pueden ser la causa real de devastadoras pérdidas humanas, así como mayor daño material (I. Torres Ramos, B.Roldan. Rodríguez, 2019).

4. Precipitación/ 4.5 Análisis de registros de lluvias

### Distribución de Gumbel

Para calcular el caso inverso, que gasto o precipitación se producirán cada  $n$  años, se debe despejar  $b$  de la ecuación, obteniendo:

$$b = -\ln(-\ln(F(x)))$$

Despejando  $x$  de la segunda ecuación:

$$x = \left(\frac{b}{\alpha}\right) + u$$

nº datos	$\mu_n$	$\sigma_n$
10	0.4952	0.9496
15	0.5128	1.0206
20	0.5236	1.0628
25	0.5309	1.0914
30	0.5362	1.1124
35	0.5403	1.1285
40	0.5436	1.1413
45	0.5463	1.1518
50	0.5485	1.1607
55	0.5504	1.1682
60	0.5521	1.1747
65	0.5535	1.1803
70	0.5548	1.1854
75	0.5559	1.1898
80	0.5569	1.1938
85	0.5578	1.1974
90	0.5586	1.2007
95	0.5593	1.2037
100	0.5600	1.2065

HOLOGÍA SUPERFICIAL

M.I. ORAZ SALVADOR ARELLANO

Fig. 17.- Distribución de Gumbel, tomada de internet.

## 6.9.- Método de Weibull

La distribución de Weibull complementa a la distribución exponencial y a la normal, que son casos particulares de aquella, como veremos. A causa de su mayor complejidad sólo se usa cuando se sabe de antemano que una de ellas es la que mejor describe la distribución de fallos o cuando se han producido muchos fallos (al menos 10) y los tiempos correspondientes no se ajustan a una distribución más simple. En general es de gran aplicación en el campo de la mecánica. Aunque existen dos tipos de soluciones analíticas de la distribución de Weibull (método de los momentos y método de máxima verosimilitud), ninguno de los dos se suele aplicar por su complejidad. En su lugar se utiliza la resolución gráfica a base de determinar un parámetro de origen. Un papel especial para gráficos, llamado papel de Weibull, hace esto posible. El procedimiento gráfico, aunque exige varios pasos y una o dos iteraciones, es relativamente directo y requiere, a lo sumo, álgebra sencilla. La distribución de Weibull nos permite estudiar cuál es la distribución de fallos de un componente clave de seguridad que pretendemos controlar y que a través de nuestro registro de fallos observamos que éstos varían a lo largo del tiempo y dentro de lo que se considera tiempo normal de uso. La tarea que quedará en manos del analista, pero al menos la distribución de Weibull facilitará la identificación de aquellos y su consideración, aparte de disponer de una herramienta de predicción de comportamientos. Esta metodología es útil para aquellas empresas que desarrollan programas de mantenimiento preventivo de sus instalaciones. (José M. Tamborero del Pino. 1994).

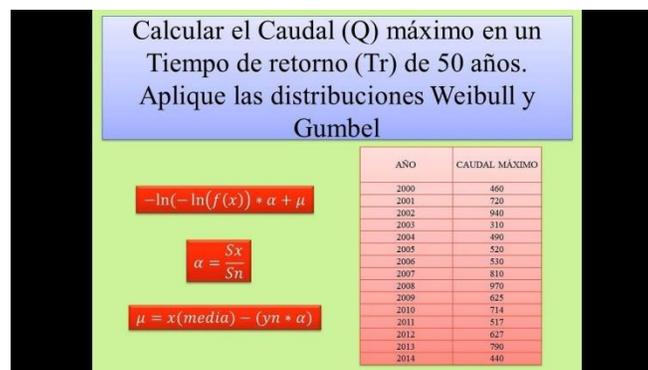


Fig. 18.- Método de Weibull, tomada de internet.

## 7.- Modelo digital de elevación

- 1.- Realizar vuelo fotogramétrico.
- 2.- Cargar las fotos tomadas por el dron a un software (OPEN DRWON MAP).
- 3.- importar las fotos al software y descargar el chivo en formato TIFF.



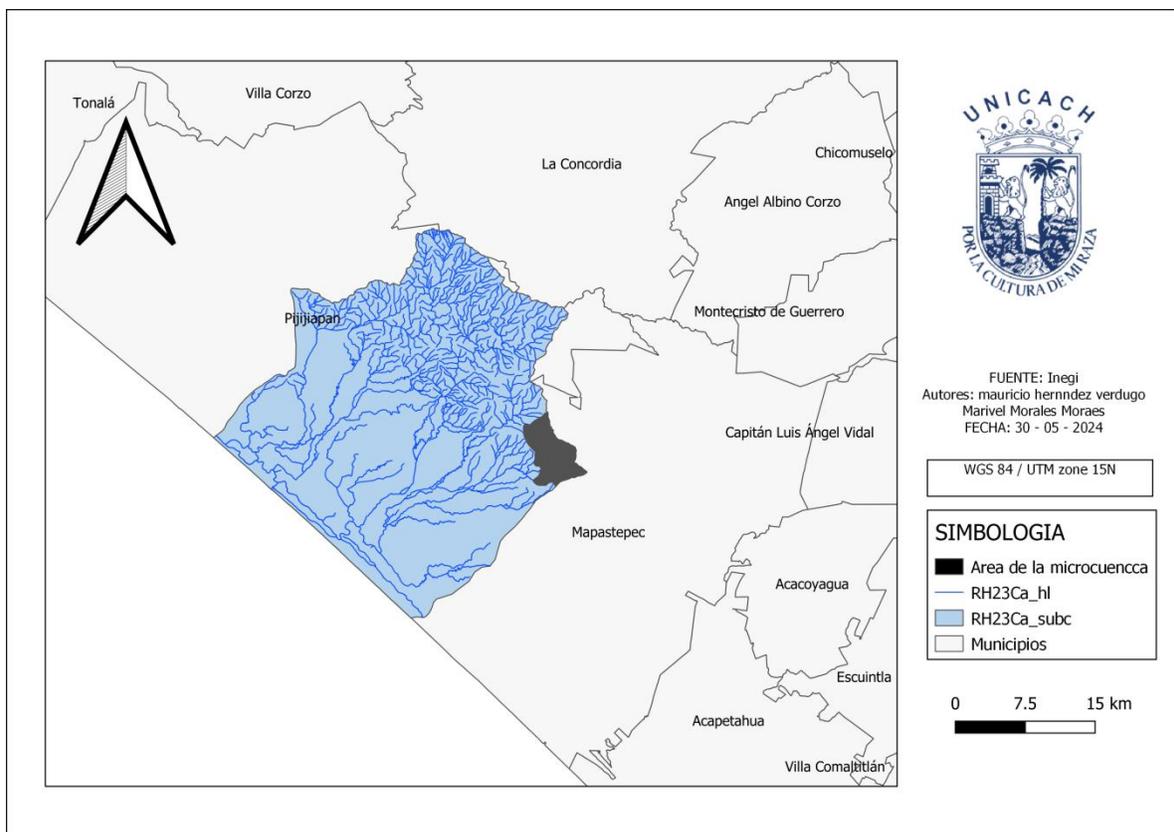
Fig. 19.- Soft ware utilizado para cracion del modelo digital de elevación, tomada de internet.

(<https://www.helixnorth.com/blog/opendronemap-software-de-proceso-fotogramtrico-gratis-y-open-source>).

## 8.- Características fisiográficas

La etimología de la palabra fisiografía es physios = naturaleza y graphos = descripción; es decir, se trata de la "descripción de las producciones de naturaleza", entendiéndose por naturaleza el conjunto, orden y disposición de todas las entidades que componen el universo (Villota, 1992).

### 8.1.- Referencia de sub cuenca RH23Ca, delimitando la microcuenca, que se utilizó para llevar a cabo el estudio topo hidráulico



Sub cuenca. - RH23Ca

Micro cuenca

Área total de 26529879.385m

Impermeabilidad de 563809.046

Porcentaje de 2.13

Longitud estudiado.- 750 mtrs.

TRAMO	Río	LONGITUD	MUNICIPIO
000+750	Río las arenas	750 m	Mapastepec

**8.2.- Datos de la población de la comunidad Doctor Samuel León Brindis (Inegi) 2023.**

Entidad federativa: Chiapas (07)

Municipio Mapastepec (07051)

Localidad: Doctor Samuel León Brindis (070510046)

Longitud 92°58'17.335 W, Latitud 15°30'25.944 N

Ubicación geográfica:

Altitud 41 metros sobre el nivel del mar

Cabecera municipal: Mapastepec (070510001)

**Datos poblacional (Inegi 2023).**

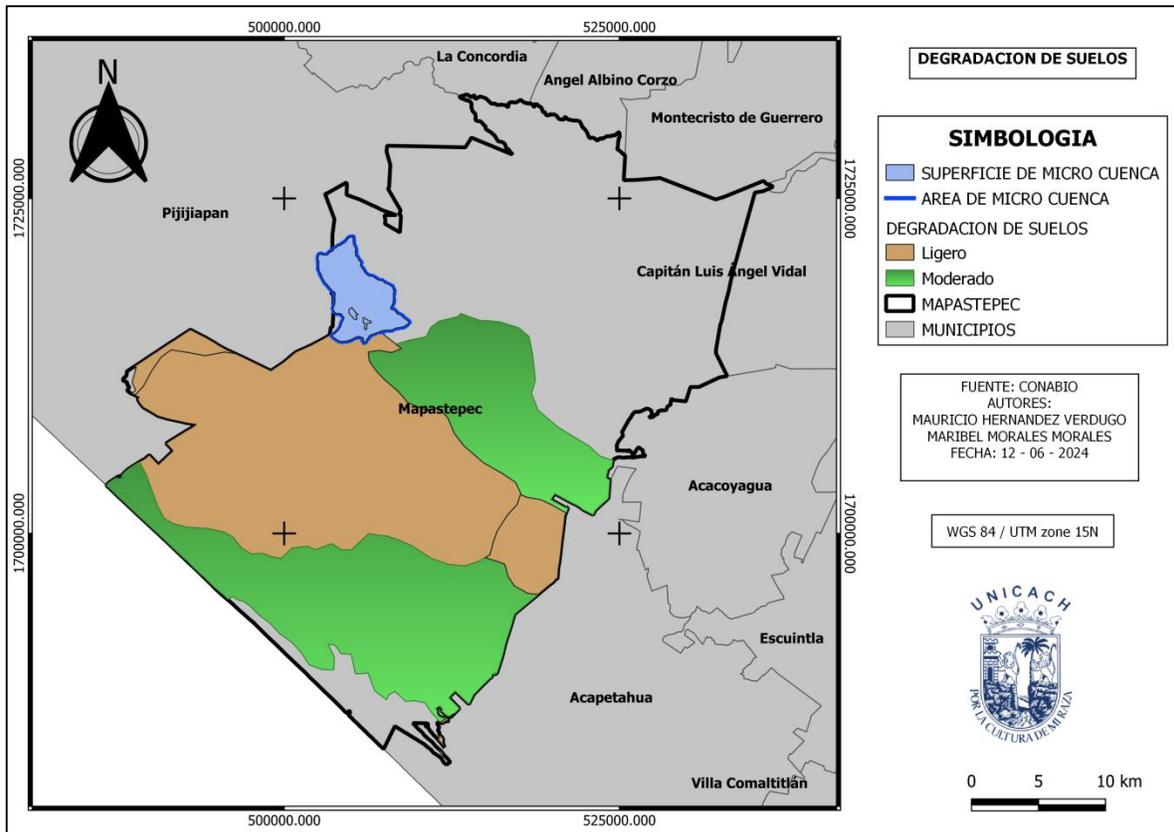
Población de la colonia Dr. León Brindis.	
Viviendas y población total	
Población total:	706
Total de viviendas:	258
Viviendas particulares habitadas:	197

Viviendas de la comunidad Doctor Samuel Leon Brindis municipio de Mapastepec,  
Chiapas Datos pobacionales (Inegi 2023).



### 8.3.- Degradación de suelos

Mapa de degradación de suelo de Mapastepec, Chiapas, tiene una actividad constante generando degradación de suelo ligero, moderado.

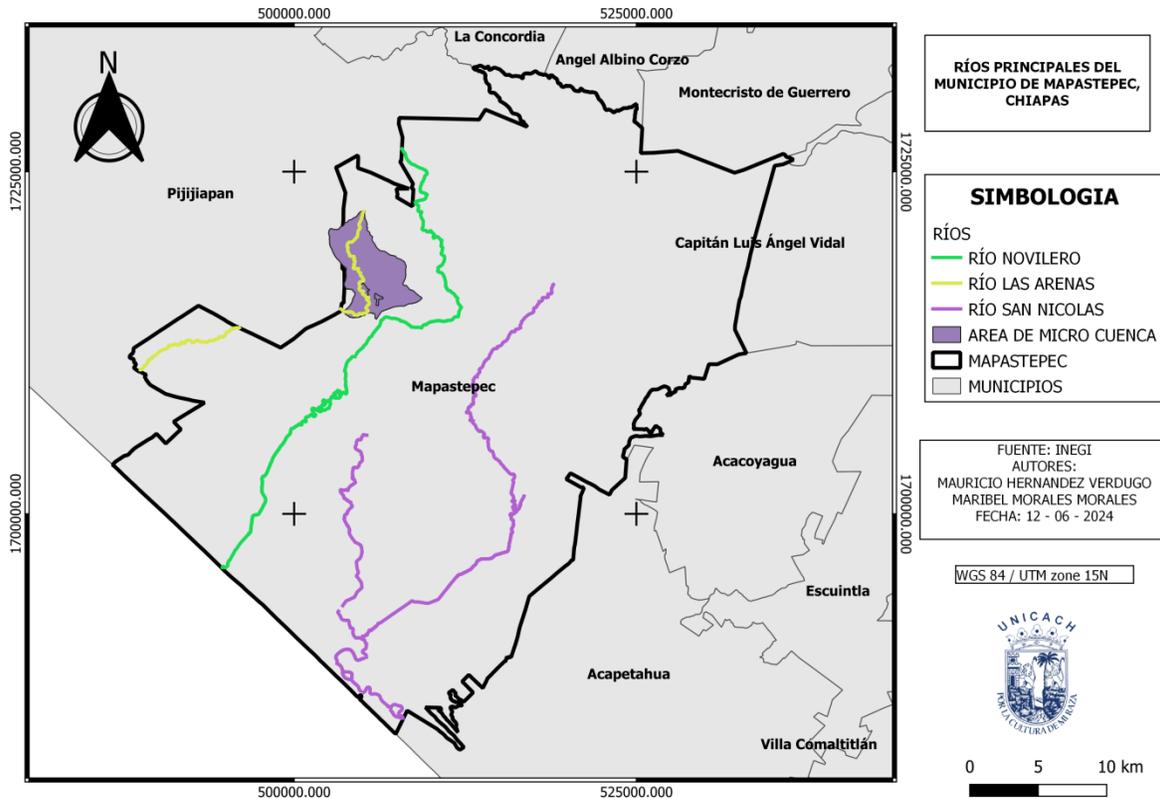


Mapa 2 .- Degradación de suelo del municipio de Mapastepec.

Mapa de degradación de suelo de la Colonia Doctor Samuel León Brindis, donde hay una actividad constante en suelo en la cual reduce su composición orgánica.

#### 8.4.- RÍOS PRINCIPALES DE MAPASTEPEC, CHIAPAS.

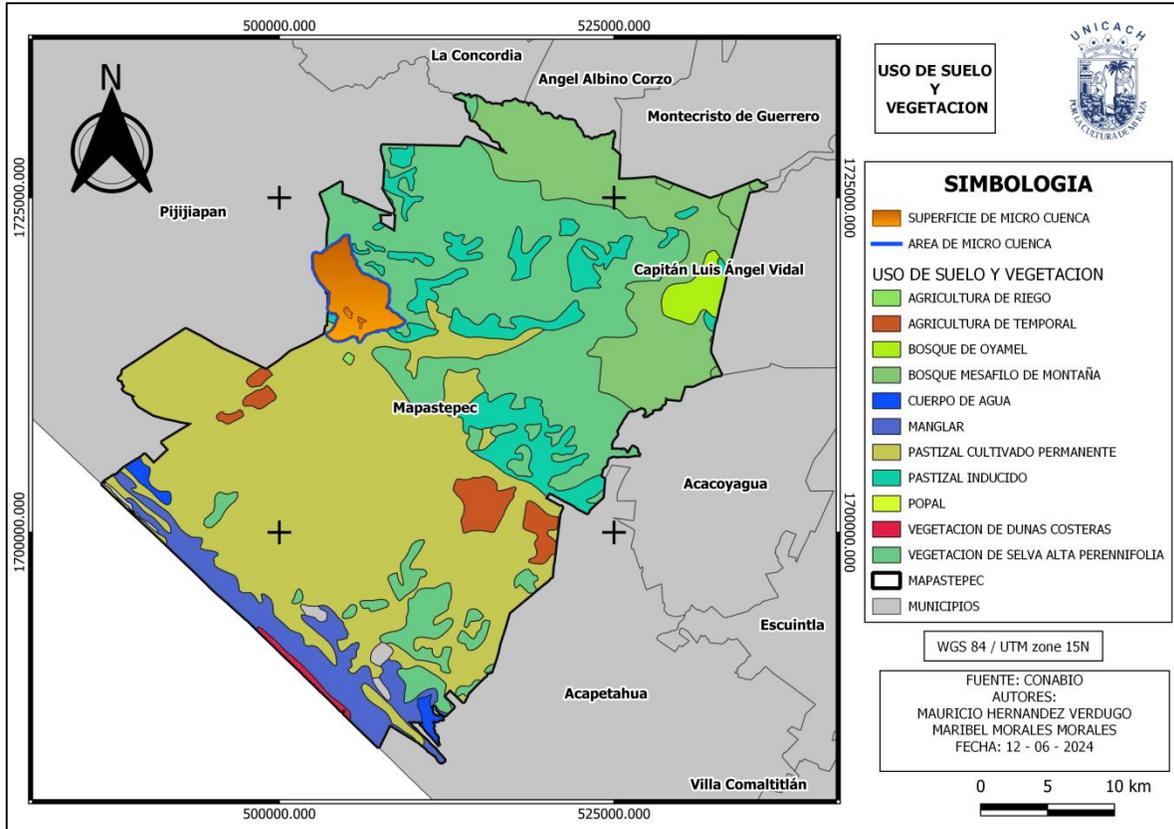
Mapa de ríos principales del municipio de Mapastepec, Chiapas, los cuales cuentan con tres y llevan por nombre, Río Novillero, Río las Arenas, Río San Nicolás, en el cual en el río las arenas se encuentra la zona de estudio.



Mapa 3. Ríos principales del municipio de Mapastepec.

### 8.5.- Uso de suelo y vegetación

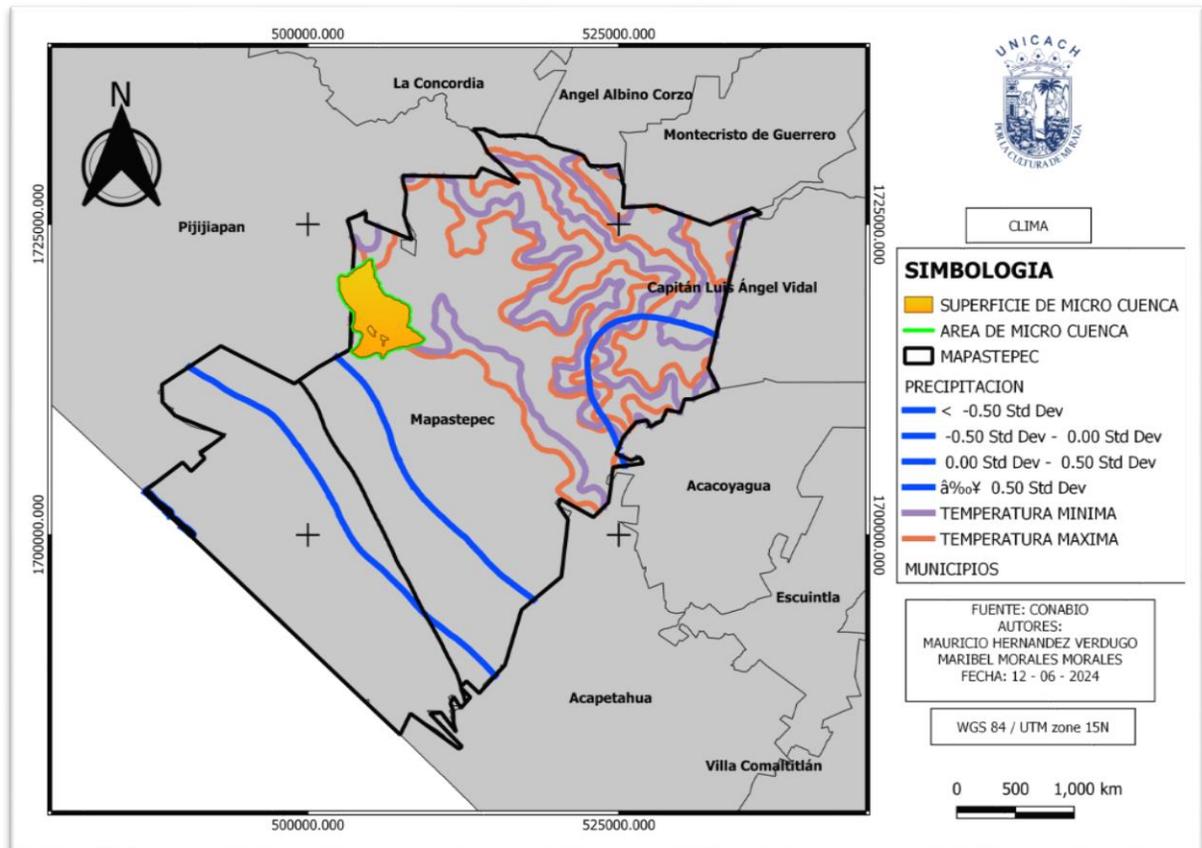
Mapa de estudio de uso de suelo y vegetación del municipio de Mapastepec, Chiapas, donde hay mayor uso de suelo durante todo el año, llevando acabo la agricultura de riego y agricultura de temporada.



Mapa 4. Uso de suelo y vegetación del municipio de Mapastepec.

## 8.4.- Clima

Mapa del clima de Mapastepec, Chiapas, donde se generan temperaturas máximas y mínimas que varían durante el año, durante las estaciones verano e invierno, en la época de invierno cuenta con mayor precipitación.



Mapa 5. Clima del municipio de Mapastepec.

## 8.7.- MATERIAES Y METODOLOGÍA

### 9.1.- Materiales para un levantamiento topográfico.



Libreta de transito



Lapicero



Estación total hi-target 220R



Trípode



Bastón



Prisma



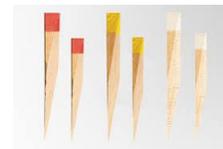
Fluxómetro



Machete



Clavos



Trompos



Marro



Pintura en aerosol

## **8.8.-Metodología**

La topografía es una ciencia que se viene practicando desde muchos años atrás con la finalidad de conocer como está conformado el terreno y permite adquirir más información a detalle, con la finalidad de realizar proyectos, tomando en cuenta la topografía, se realizó un levantamiento topo hidráulico en el río las arenas en la colonia doctor Samuel León Brindis, municipio de Mapastepec, Chiapas, utilizando el método de radiación para determinar la zona federal.

## **8.9.- Levantamiento topo hidráulico**

Como primer punto de la metodología se realizó un levantamiento topo hidráulico del tramo 0+000 al 0+747 para conocer el comportamiento del terreno empleando el método de radiación, Según el ingeniero Sergio junior navarro hudiel en el año 2008 menciona que la topografía es una de las artes más importantes y antiguas que practique el hombre y que los tiempos más antiguos ha sido necesario marcar límites y dividir terrenos, además juega un papel muy importante en muchas ramas de la ingeniería, se requiere levantamientos topográficos antes, durante y después de la planeación y construcción de carreteras, vías férreas, aeropuertos, edificios, puentes, túneles, canales y cualquier obra civil.

(Lluis sanmiquel 2003) menciona que el método de radiación es el método planímetro más sencillo. Se utiliza fundamentalmente en trabajos de relleno en combinación con otros métodos.

Consisten en medir los ángulos A2, A3, A4, A5...y las distancias E1, E2, E3...

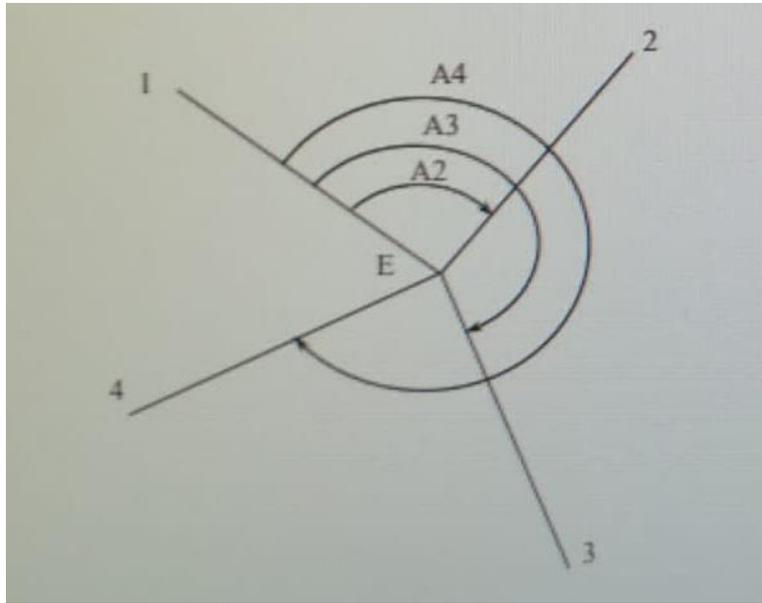


Fig. 20 Técnica de medición, tomada de internet.

Para medir estos ángulos y distancias, tendremos que estacionar el taquímetro en el punto E, y tomar como origen los ángulos acimutales una dirección determinada, que en el caso de la figura 20, es la alineación E1. Seguidamente se efectúan visuales a los diferentes puntos, midiendo los respectivos ángulos y distancias horizontales.

De este modo, los diferentes puntos visados quedan definidos por un ángulo y una distancia (coordenadas polares. La dirección de referencia, origen del ángulo acimutales, puede ser una dirección arbitraria o una de las direcciones del norte geográfico, magnético y norte de la cuadrícula del punto de la estación E.

utilizando un instrumento fundamental en la topografía como lo es la estación total (Hi-target 220R) dicho instrumento nos permite obtener datos a detalles para después procesarlo en el soft ware Auto Cad y como resultado obteniendo eje de proyecto, triangulación, curvas de nivel, secciones y perfiles.

## **9.- Ejecutar estudio fotogramétrico**

### **9.1.- Vuelo fotogramétrico**

Poligonal de apoyo

La poligonal de apoyo se estableció a cada 100 metros para tener buenos resultados al momento de realizar el estudio.

Ejecutar el estudio fotogramétrico.

El estudio se ejecutó con la ayuda de un vuelo fotogramétrico (VANT) con bancos de nivel establecidos como puntos de control sobre el área de estudio.

Según el (ingeniero Sergio junior navarro hudiel en el año 2008) menciona que levantamientos aéreos o fotogramétricos se hacen por fotogrametría, generalmente desde aviones y se usan como auxiliares muy valiosos de todas las otras clases de levantamiento. Se realizan por medio de fotografías aéreas tomadas con cámaras especiales ya sea desde un avión, o desde estaciones de la tierra.

## **9.2.- Elaboración del modelo digital de elevación (mde)**

- 1.- Realizar vuelo fotogramétrico.
- 2.- Cargar las fotos tomadas por el dron a un software (OPEN DRWON MAP).
- 3.- importar las fotos al software y descargar el chivo en formato TIFF.

## **9.3.- Obtención del Modelo Digital de Elevación (MDE)**

Para realizar el modelo digital de elevación ( MDE ) primero hay que obtener los datos del levantamiento topográfico y con ello los bancos de nivel (BN) que fueron establecidos a cada 20 metros y que se obtuvieron por medio del levantamiento que fue de gran importancia ya que con los ( BN ) se pudo llevar acabo el levantamiento fotogramétrico para después procesar los datos obtenidos en el software (OPEN DRWON MAP).

#### 9.4.- Recabar información estadística y geográfica

Recabar información del Instituto Nacional de Estadística y Geográfica (INEGI), Se descargará la cuenca Rh23Ca y también datos poblacionales de la comunidad Doctor Samuel León Brindis, municipio de Mapastepec, Chiapas.

Se descargó las estaciones meteorológicas 2023 (CONAGUA) en archivo kmz (descargar la estación meteorológica 7208) (Anexo 2).

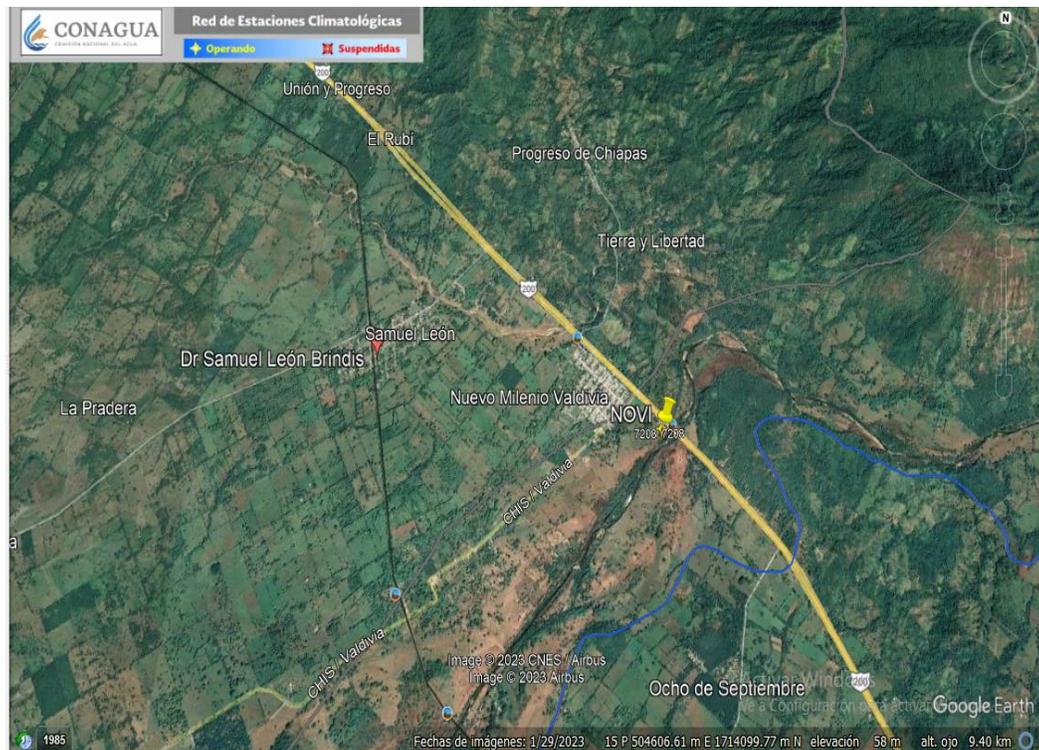


Fig. 21.- Software Google Earth ubicando la estación meteorológica (7208) con un marcador.

### 9. 5.- Sub cuenca RH23Ca

También es necesario el SHAPEFILE (Shp) de la sub cuenca RH23Ca para establecer en el programa el cauce, entrada y la salida del agua mediante una línea que las unirá.

Así también se establecerá el tiempo de lluvia de la simulación, así como también el tiempo de escurrimiento.

Al igual que otras características como la impermeabilidad del lugar en porcentaje, la pendiente principal del cauce, el número de curva que se determina mediante el tipo de suelo que este caso de la zona de la comunidad del doctor Samuel león brindis es un tipo de suelo tipo A.

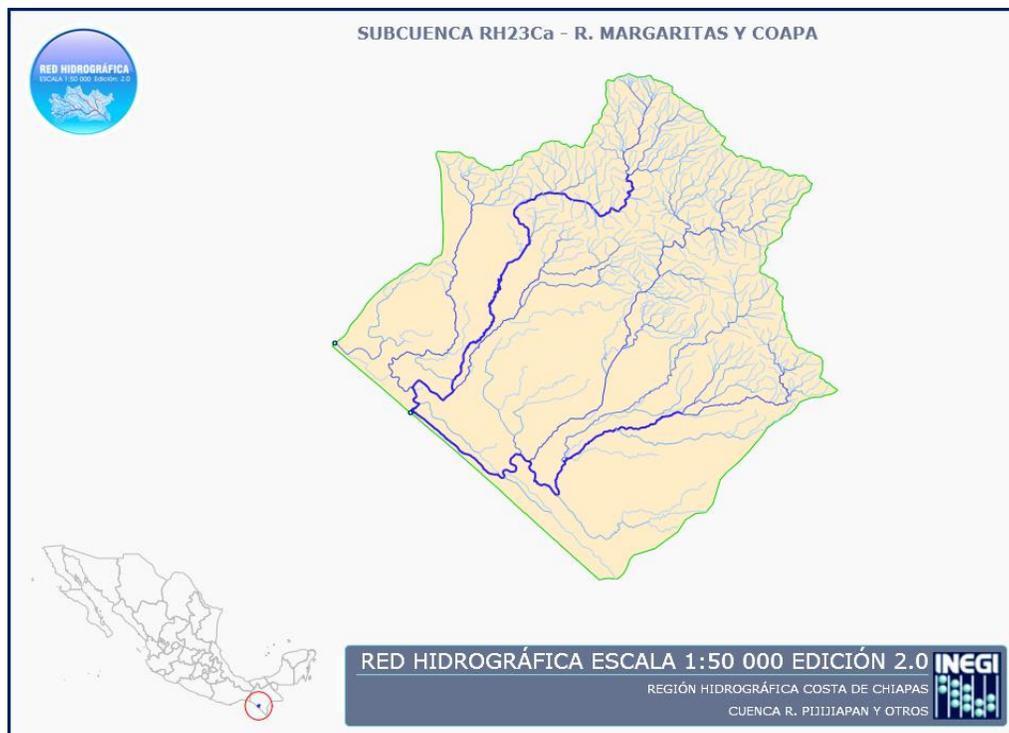


Fig.-22.- Sub cuenca RH23Ca.

**9.6.- Se descargó las estaciones meteorológicas 2023 (CONAGUA) en archivo kmz (descargar la estación meteorológica 7208)**

Determinación de las aguas máximas ordinarias de lluvias máximas 24 horas de los datos obtenidos de la estación meteorológica 7208 (Conagua).

LLUVIA MAX 24 H.															
1963						76.4	60.5	179.2	25.7	133	0	474.8	79.1	6	
1964	0		15.8	31.3	85.5	160	92.5	111	30	25.9	9	561.0	56.1	10	
1965	8.7	0	2.6	36.5	101	64.3	52	52.5	88.6	60.4	9.7	0	476.3	39.7	12
1966	0	22	0	40.3	70.8	100.2	49	75.3	85.6	71.5	0	0	514.7	46.8	11
1967	0	0	6.3	18.7	28.3	31.2	29.2	41.3	33.7	38.3	11.3	0	238.3	19.9	12
1968	0	0	0	6.9	32.5	25.6	56.3	40.2	52.4	22.3	10	0	246.2	20.5	12
1969	0	21.4	0	18.4	30.2	44.2	72.4	70.3	52	70.6	8.5	0	388.0	32.3	12
1970	0	0	0	5.3	24.5	88.5	48.2	80.4	88.2	64.3	20.6	0	420.0	35.0	12
1972	0	0	18.7	30	76.3	54	72.4	138.5	77.6	66.5	42.2	5	581.2	48.4	12
1973	0	0	2.6	27.6		54.6	44.3	69.2	66.4	49.3	40.6	0	354.6	32.2	11
1974	22.7	0	15.2	8.3	88.6	96.3	49.2	55.8	82.4	18.4	34.4	2.4	473.7	39.5	12
1975	2.3	4.8	16.3	6.8	28.3	94.6	94.8	46.7	65.3	40.6	73.4	5.2	479.1	39.9	12
1976	0	0	0	74.6	74.2	72.5	22.6	42.5	52.4	42.5	26.2	0	407.5	34.0	12
1977	0	0	0	28.4	21.4	26.2	60.8	70.5	46.3	24.6	10.3	12.6	301.1	25.1	12
1978	0	0	0	6.2	82.6	40.6	32.5	58.6	56.4	11.3	12.2	10.8	311.2	25.9	12
1979	0	0	0	0	72.4	28.9	68.4	110.6	78.4	101.3	26.4	0	486.4	44.2	11
1980	12.6	0	0	16	62.3	78.8	68.3	121.5	104	27	10.2	2.8	503.5	42.0	12
1981	0	0	19	52	56	80	70	60	71	113	2	0	523.0	43.6	12
1982	0	31	11.5	22	43	60.7	32.6	60	50.4	36.7	23.6	2.4	373.9	31.2	12
1983	0	31.3	40.6	0	22.4	41.7	53.7	66.6		58.6		8.5	323.4	32.3	10
1984	0	1.7	16.7	0	24.8	41.7	76.5	61.4	53.8	37.6	11.7	0	325.9	27.2	12
1985	0	17.8	12.8	23.8	44.3	53.6	53.8	65.8	33.7	33.7	47.8	0	387.1	32.3	12
1986	0.9	6.7	0	18.6	124.6	57.6	38.7	47.3	62.8	56.4	27.4	0	441.0	36.8	12
1987	0	0	33.7	16.3	29.6	53.7	69.7	52.5	37.3	14.5	5.3	0	312.6	26.1	12
1988	2	0	3.9	0	44.6	67.2	83.5	78.5	86.3	46.1	8.5	0	420.6	35.1	12
1989	5.4	0	6.5	6.5	68	27.5	77.4	80	61.5	20	42	2	396.8	33.1	12
1990	0	2.5	4.5	42.5	58.5				44.2	53	43	31.5	279.7	31.1	9
1991	20.5	0	0	85	12	82	65.5	34.5	70	73	3.5	0	446.0	37.2	12
1992	0	0	11.2	14	18	22.5	44	32	52				193.7	21.5	9
2001									119	44.5	0	0	163.5	40.9	4
2002	0	1.5	0	29.5	72	52	61	77	88	50.5	14	0	445.5	37.1	12
2003	0	0	18	15	82	86.5	75	62	43	55	22	0	458.5	38.2	12
2004	0	0	0	0	72.5	53	58	62	51	67	21	2	386.5	32.2	12
2005	0	5	0	1	52	78	99.5	95.5	148	334	2	0	815.0	67.9	12
2006	2.5	0	0	55	61	143.5	111	129	71	81	33	19	706.0	58.8	12
2007	0	0	41	39	41	60	159	159	46	102	0	0	647.0	53.9	12
2008	0	21	0	13	46	117.5	156.6	95	111	42	0	0	602.1	50.2	12
2009	0	0	20	0	42	211	48	62	39	71	42		535.0	48.6	11
2010	0.1	0	2	75	59	137	93	112	182	23	1.5	0	684.6	57.1	12
2011	0.1	20	24	81	66	78	51	88	106	82	6	0	602.1	50.2	12
2012	0	1	18	38	83	53	71	131	77	42.5	1	0	515.5	43.0	12
2013	0	0	0	8	173	62	65	71.5	81	41	35		536.5	48.8	11
2014	0	3	0	26	21	105.5	47.5	42	72.5	98.5	4		420.0	38.2	11
2015	0	0	20	31	41.5	61	73.5	48	57	89.5	48		469.5	42.7	11
2016	0	0	0	10	65	68	68	142	81	25	31		490.0	44.5	11
2017	0	0	0.1	10		10							20.1	4.0	5

Fig.23.- Lluvias máximas ordinarias 24 horas de la estación meteorológica (7208).

### 9.7.- Calculo de Lag Time

En el cálculo del lag time, nos permite conocer el tiempo de retardo de la duración de la simulación generando cálculos en Excel para después obtener resultados y posteriormente esos resultados serán útiles para la simulación en Hec-hms, para obtener resultados del cálculo del lag time utilizaremos la siguiente formula.

Ecuación de retardo SCS 1973

$$t_c = \frac{100^{0.8} \left[ \left( \frac{1,000}{CN} \right) - 9 \right]^{0.7}}{1,900 S^{0.5}}$$

$L$ =longitud hidráulica de la cuenca (mayor trayectoria de flujo), pies

CN = número de curva SCS

$S$ = Pendiente promedio de la cuenca, %

Formula 1.- Lag Time.

### 9.8.- Método de Weibull y Gumbel

Para continuar con la metodología se empleó el método de Weibull y Gumbel para calcular el promedio de los datos recolectados y la desviación estándar, para ello se trabajó con las fórmulas que están continuación.

TR= 1/P    Tiempo de retardo

Distribución logarítmica.

$$x = -\ln(-\ln(f(x))) * \alpha + \mu$$

Fórmula 2.-Calcular desviación estándar

$$\alpha = \frac{Sx}{Sn} \mu = \times (media) - (yn * a)$$

Formula 3.- Desviación estándar

**X = variable**

**α= alfa**

**μ= media**

**ln = logaritmo**

**f = frecuencia**

### 9.9.-Método de Ven te Chow

Obtención de duración e intensidad de precipitación de la estación meteorológica 7208 de la Conagua.

Una de las fórmulas que fue de gran utilidad para poder obtener el parámetro hidrológico, obteniendo de la pendiente media de la micro cuenca, utilizando la siguiente formula de acuerdo a los datos de la tabla generada de las precipitaciones máximas de cada año.

$$k_t = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left[ 0.5777 + \ln \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]$$

Formula 4.- Ven te Chow.

$$P_d = P_{24h} \left( \frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Formula 5.- Ven te Chow.

Pd= Precipitación total (mm)

d= Duración en minutos

Pd24h= Precipitación máx 24 hrs

$\pi$  = pi

ln = logaritmo

## 10.- Delimitación de la micro cuenca vía satelital

Para delimitar la micro cuenca de la zona de estudio se requiere la cuenca descargada en INEGI – Biblioteca digital de mapas, a continuación buscar la cuenca RH23Ca, y descargar en archivo shp (RH23Ca) ( anexo 3).



Fig 24.- Google Earth referente a la Cuenca (RH23Ca).

### 10.1.- Google Earth

Con el software (Google Earth) previamente descargado se procederá abrir el archivo shp (RH23Ca) para delimitar la micro cuenca de la zona del río las arenas, zonas impermeables, longitud y la pendiente del cauce principal.



Fig.25.- Determinación de la micro cuenca de la zona de estudio sobre la sub cuenca RH23Ca.

**10.2.- Global mapper:** Este software nos permitió generar las curvas de nivel a cada 100 mts y a cada 5mts para saber el desnivel del área de estudio utilizando el shp procesados en google earth.

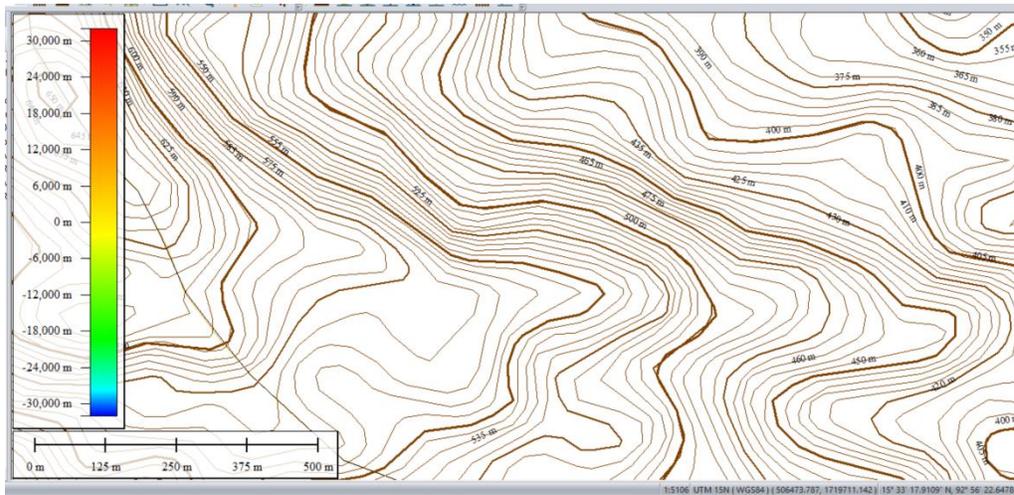
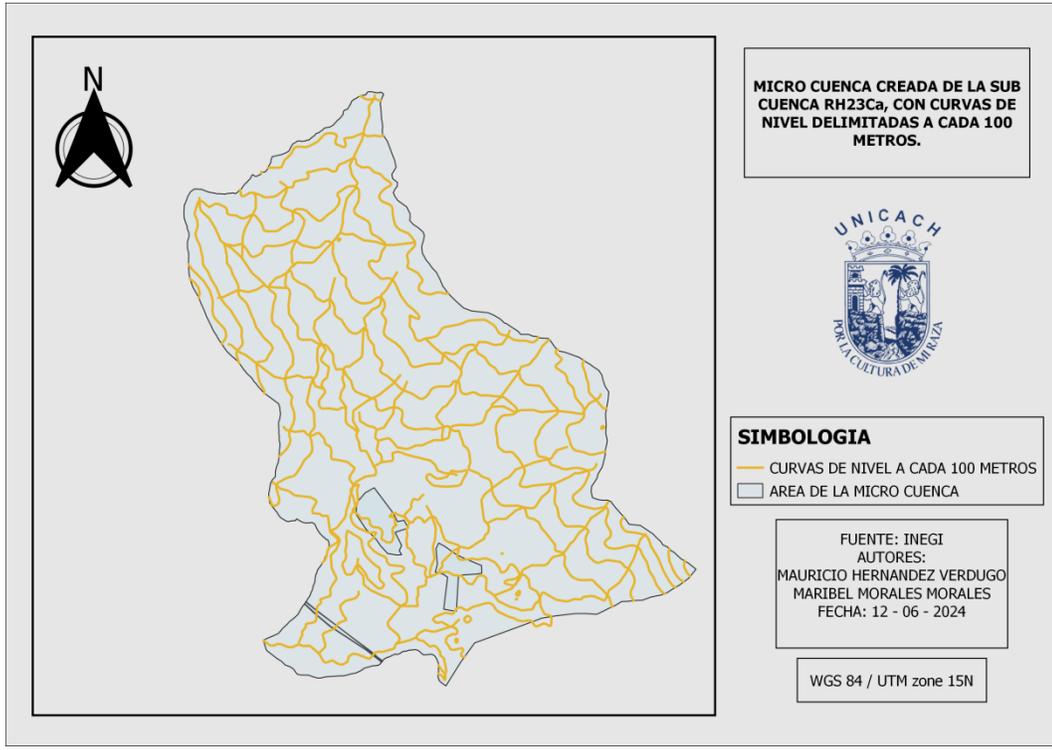


Fig.26.- Curvas de nivel.

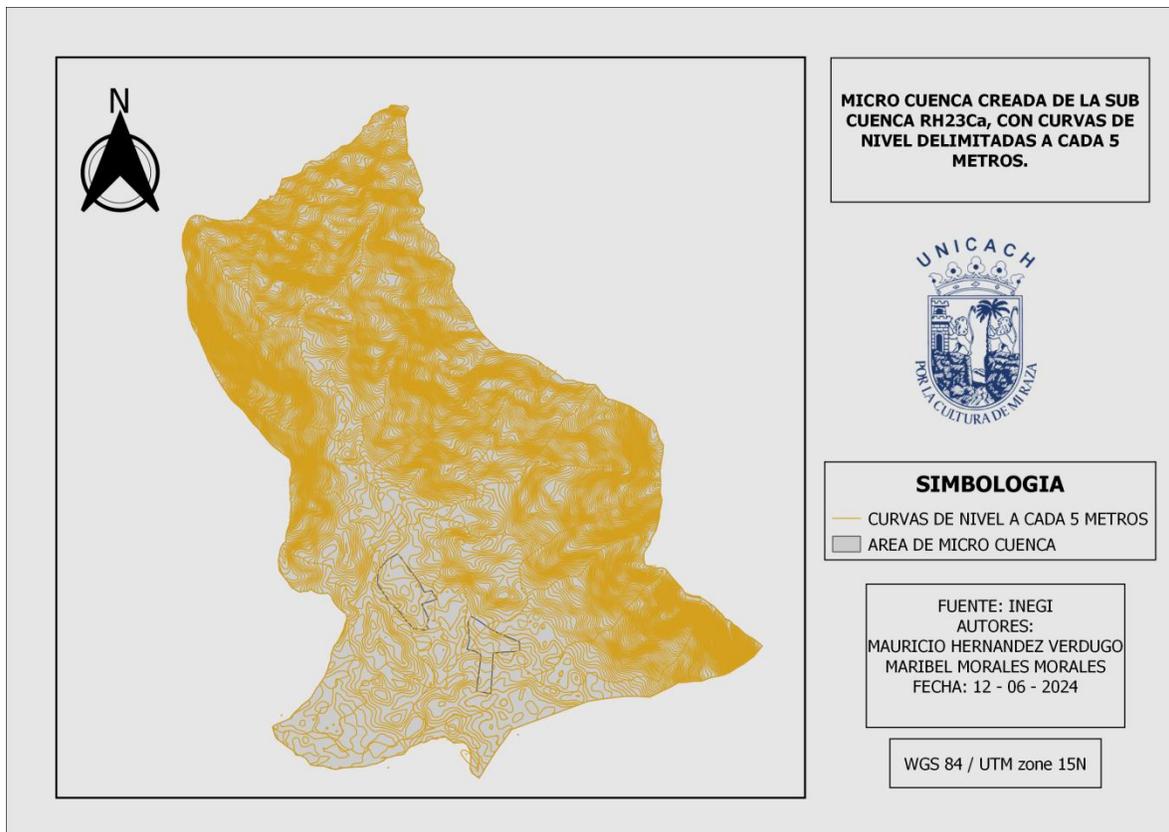
**10.3.3.- AUTO CAD:** En Auto Cad se realizó el trabajo en gabinete del levantamiento topo hidráulico del río Las Arenas contemplando triangulaciones, curvas de nivel y eje de proyecto. Se generó otro archivo nuevo que se exportó de Global Mapper a archivo (dwg) en este archivo se realizaron las siguientes capas::

- Delimitación de la micro cuenca,
- Ordenes de corriente,
- Orden de corriente principal "4"
- Curvas de nivel a cada 100m y otra a cada 5m:
- Zonas impermeables (carreteras y comunidades donde hay filtración de agua pluvial.
- Longitud del cauce principal.

Mapa de la micro cuenca del area de estudio donde se generaron las curvas de nivel acada 100mtrs y acada5mtrs, en el cual se generaron para poder obtener las zonas impermeables, orden de corriente, pendiente de cause principal y longitud de cause principal, como se muestran el los mapas siguientes.



Mapa 6. Curvas de nivel a cada 100 m sobre la micro cuenca creada.



Mapa 7. Curvas de nivel a cada 5 m sobre la micro cuenca creada.

#### 10.4.- Simulación en Hec-Hms

Para poder realizar la simulación en el software Hec-Hms es importante tener todos los datos de información, para su análisis e interpolación para tener los resultados requeridos, como lo es la microcuenca RH23Ca para poder determinar las entradas y salidas de aguas máximas ordinarias sobre el cauce principal cabe mencionar que el cauce principal es el tramo 0+000 al 0+747 del río las arenas que a su vez se encuentra en la colonia doctor Samuel León Brindis, así como también el análisis del tipo de suelo como se muestra en la figura 15, conocer la pendiente del cauce principal como se muestra en la figura 4, el número de curvas y las fechas que empezaron las lluvias mediante el cálculo de tiempo de retorno.

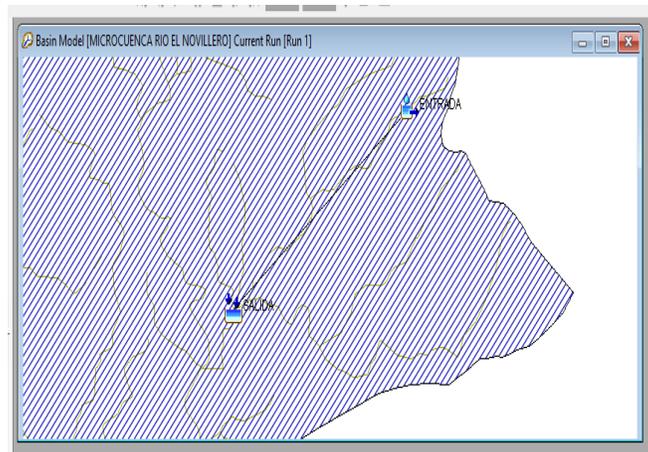


Fig. 27.- Determinación de entradas y salidas de agua mediante una línea sobre el cauce principal.

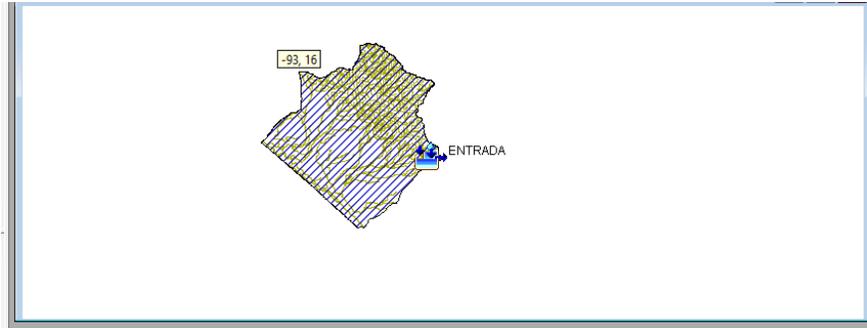


Fig. 28.- sub cuena RH23Ca, determinación de entradas y salidas de agua mediante una línea sobre el cauce principal.

## 10.5.- Simulación en Hec-Ras

Como primer punto se tendrá que crear el trabajo y guardarlo después se inserta el modelo digital de elevación para comenzar a trabajar.

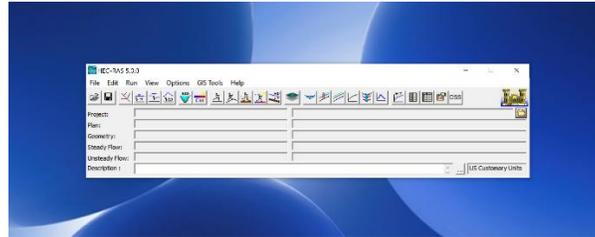


Fig. 29.- Software Hec-Ras.

En este punto se usarán datos calculados anteriormente, para correr la simulación correctamente es importante georreferenciar el programa antes de comenzar, así como también cambiar los valores a m<sup>3</sup>/s porque en esta parte es donde se colocarán datos de flujo de caudal y colocar bien las fechas de inicio y fin del tiempo estimado, así como las horas de simulación.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	TIEMPO	HP								
2	10	24.68					24.68			
3	20	49.37		60	=	148.1195	24.69			
4	30	74.06		60	=	148.1195	24.69			
5	40	98.74					24.68		PRECIPITAI	INTENSIDAD
6	50	123.43					24.69		148.119	148.119
7	60	148.1195					24.68949		176.1448	88.072
8	70	150.3495					2.23		194.9362	64.979
9	80	152.5795					2.23		209.4726	52.368
10	90	154.8095			4.670877		2.23		221.4903	44.298
11	100	157.0395					2.23		231.8195	38.637
12	110	159.2695					2.23			
13	120	176.1448					16.87526			
14	130	177.6348					1.49			
15	140	179.1248					1.49			
16	150	180.6148			3.13191		1.49			
17	160	182.1048					1.49			
18	170	183.5948					1.49			
19	180	194.9362					11.34146			
20	190	196.0962					1.16			
21	200	197.2562					1.16			
22	210	198.4162			2.42273		1.16			
23	220	199.5762					1.16			
24	230	200.7362					1.16			
25	240	209.4726					8.73638			
26	250	210.4426					0.97			
27	260	211.4126					0.97			
28	270	212.3826			2.002952		0.97			
29	280	213.3526					0.97			
30	290	214.3226					0.97			
31	300	221.4903					7.16771			
32	310	222.3103					0.82			
33	320	223.1303					0.82			
34	330	223.9503			1.724538		0.82			

Fig. 30.- Resultados de los calculos que se utilizaran para corre la simulacion.

Flow Hydrograph

SA: AREA BCLINE: AGUAS ARRIBA

Read from DSS before simulation

File:  Path:

Enter Table

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Time: Date: 15SEP2023 Time: 00:00

Fixed Start Time: Date: 15SEP2023 Time: 00:00

No. Ordinates:  Interpolate Missing Values:  Del Row:  Ins Row:

	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m3/s)
1	15sep2023 2400	00:00	15.
2	15sep2023 0100	01:00	16.
3	15sep2023 0200	02:00	17.
4	15sep2023 0300	03:00	18.
5	15sep2023 0400	04:00	19.
6	15sep2023 0500	05:00	20.
7	15sep2023 0600	06:00	24.68
8	15sep2023 0700	07:00	24.69
9	15sep2023 0800	08:00	24.69
10	15sep2023 0900	09:00	24.68
11	15sep2023 1000	10:00	24.69
12	15sep2023 1100	11:00	24.689
13	15sep2023 1200	12:00	2.23

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step):

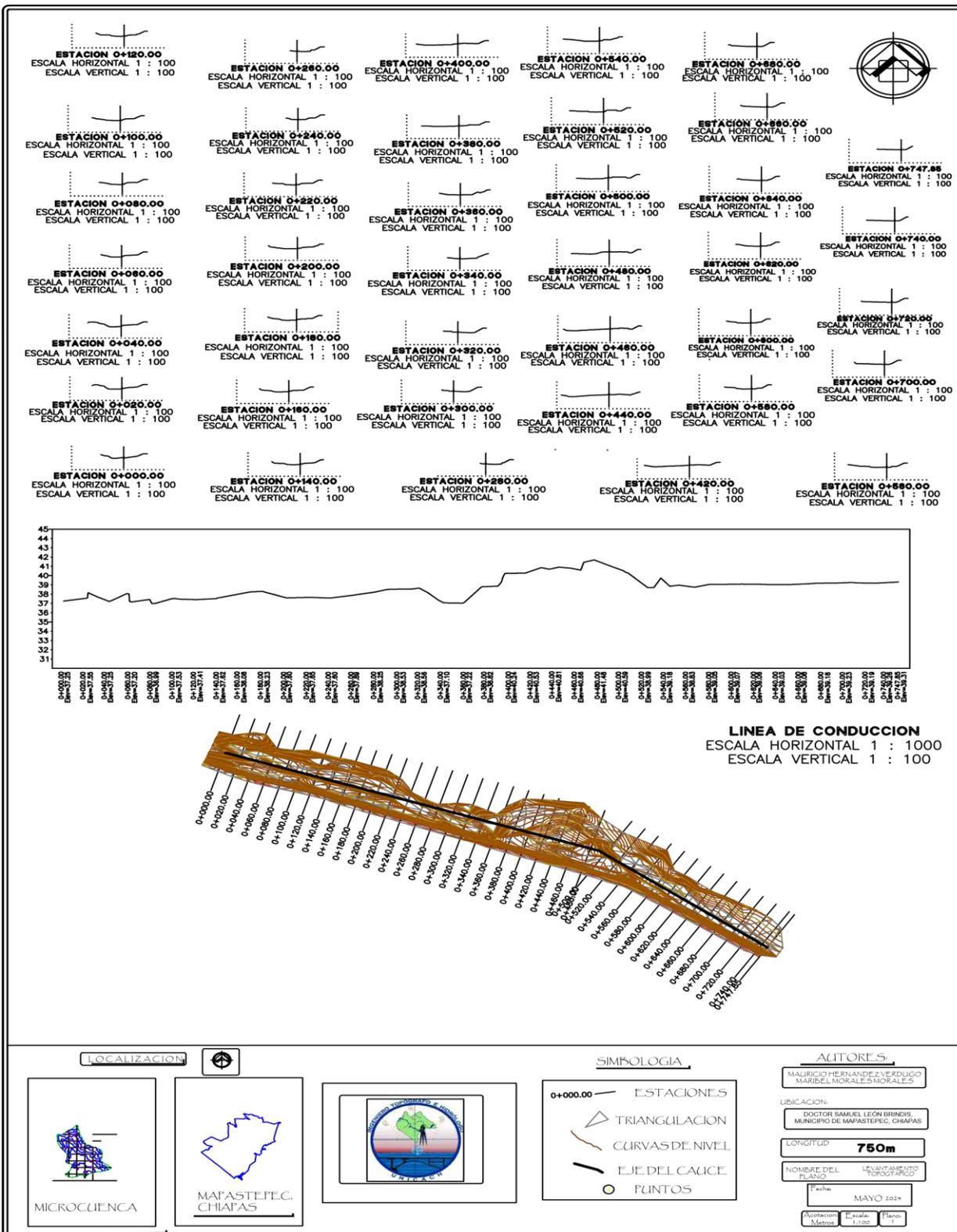
Min Flow:  Multiplier:  EG Slope for distributing flow along BC Line: 2.13

Plot Data OK Cancel

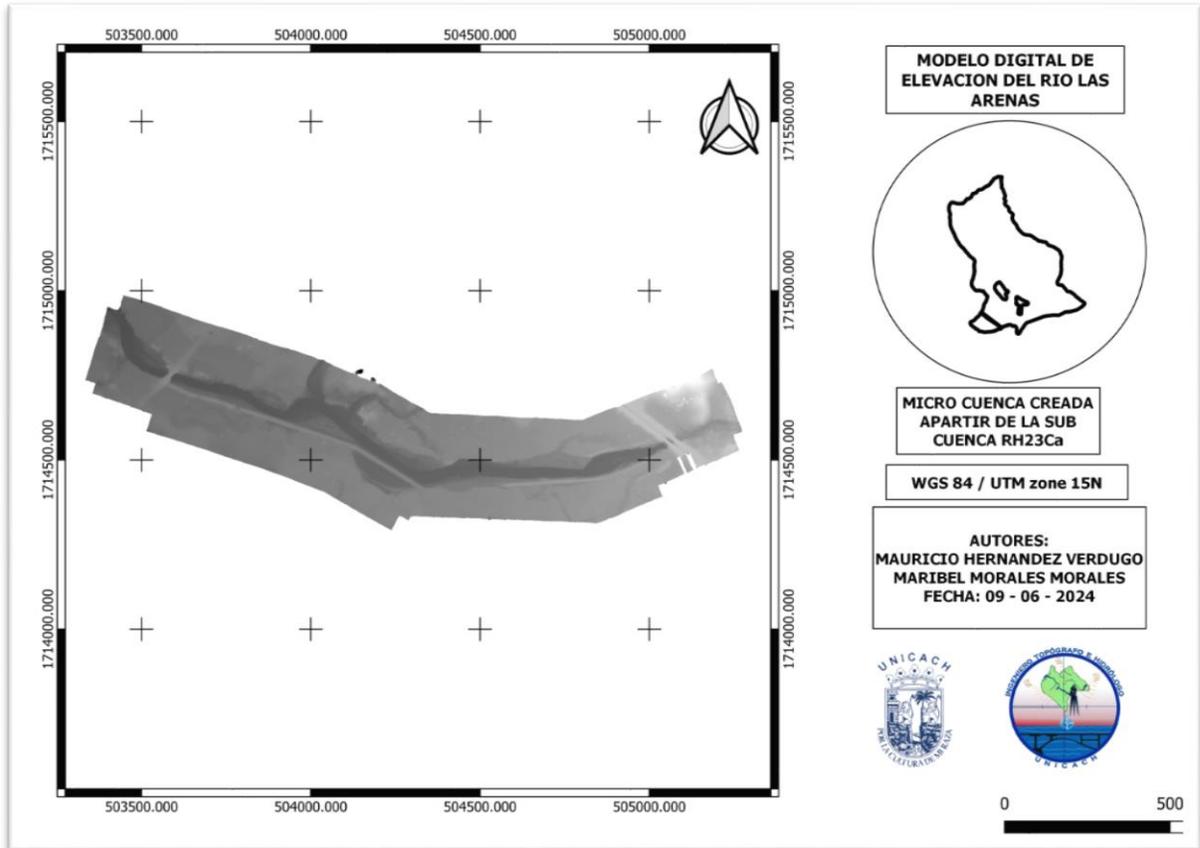
Fig. 31.- Configuracion para la simulacion en hec-ras.

# 11.- Presentación y análisis de los resultados

## 11.1.- Resultado del levantamiento topo hidráulico del río las arenas del tramo estudiado 0+000 al 0+747



**11.2.- Mapa del Modelo digital de elevación, haciendo muestra de la micro cuenca creada a partir de la sub cuenca RH23Ca, que es donde se ubica la zona de estudio**



Mapa 8. Modelo digita de elevación.

**11.3.- Tabla de Aguas máximas ordinarias, datos principales para los cálculos hidráulicos son los datos más altos de cada año registrados**

<b>Año</b>	<b>Hp máx</b>	<b>Año</b>	<b>Hp máx</b>	<b>Año</b>	<b>Hp máx</b>
1963	179.2	1982	60.7	2001	119
1963	160	1983	66.6	2002	88
1963	101	1984	76.5	2003	86.5
1963	100.2	1985	65.8	2004	72.5
1963	41.3	1986	124.6	2005	334
1963	52.4	1987	69.7	2006	144
1963	72.4	1988	86.3	2007	159
1963	88.5	1989	80	2008	157
1963	44.5	1990	58.5	2009	211
1963	138.5	1991	82	2010	182
1963	69.2	1992	52	2011	106
1963	96.3	1993	78	2012	131
1963	94.8	1994	88	2013	173
1963	74.6	1995	158		
1963	70.5	1996	85.5		
1963	82.6	1997	110		
1963	110.6	1998	82		
1980	121	1999	95		
1981	113	2000	116		

11.4.- Resultado obtenido del cálculo del lag time para obtener parámetros de la cuenca

$$T_c = 1.67 * \text{Tiempo de retardo}$$

$$T_c = 1657.27 \text{ Min}$$

$$\text{Lag Time} = 992.37 \text{ Min}$$

	Parámetro		U. Metric		Us Customary
Long. Cauce	5668.81	metros	18586.26		Ft
S% Cuenca	0.35	%			
CN	39				

**11.5.- Resultados del método de Weibull y Gumbel acuerdo a los datos registrados**

Promedio	104.6345455
Desviación Estándar (Sx)	50.78866605
Yn	0.55044
Sn	1.16817
A	43.47711896
$\mu$	80.7030001
No. de datos	55

P=	0.002
F(x)=	0.998
HP 500 TR=	350.852742

Tabla de resultados de la distribución logarítmica de los métodos mencionados anteriormente que se obtuvieron a través de los cálculos realizados para poder seguir con los siguientes procedimientos.

**11.6.- Datos recolectados de lluvias máximas de la estación meteorologica (7208)**

Año	Hp máx	Weibull	# Orden	P>x	f(x)	X (Gumbel)
1963	179.2	334	1	0.018	0.982	255.3225862
1963	160	211	2	0.036	0.964	224.7894677
1963	101	182	3	0.054	0.946	206.7577687
1963	100.2	179.2	4	0.071	0.929	193.8405575
1963	41.3	173	5	0.089	0.911	183.7226937
1963	52.4	160	6	0.107	0.893	175.3728164
1963	72.4	159	7	0.125	0.875	168.2406435
1963	88.5	158	8	0.143	0.857	161.9975916
1963	44.5	156.6	9	0.161	0.839	156.4316094
1963	138.5	143.5	10	0.179	0.821	151.3978051
1963	69.2	142	11	0.196	0.804	146.7927308
1963	96.3	138.5	12	0.214	0.786	142.5399036
1963	94.8	131	13	0.232	0.768	138.5811405
1963	74.6	124.6	14	0.250	0.750	134.8711132
1963	70.5	121	15	0.268	0.732	131.3737855
1963	82.6	119	16	0.286	0.714	128.0600015
1963	110.6	116	17	0.304	0.696	124.9058053
1980	121	113	18	0.321	0.679	121.8912411
1981	113	110.6	19	0.339	0.661	118.999476
1982	60.7	110	20	0.357	0.643	116.2161481
1983	66.6	106	21	0.375	0.625	113.5288711
1984	76.5	105.5	22	0.393	0.607	110.9268535
1985	65.8	101	23	0.411	0.589	108.4006005
1986	124.6	100.2	24	0.429	0.571	105.9416774
1987	69.7	96.3	25	0.446	0.554	103.5425186
1988	86.3	95	26	0.464	0.536	101.1962728
1989	80	94.8	27	0.482	0.518	98.89667253
1990	58.5	89.5	28	0.500	0.500	96.63792594
1991	82	88.5	29	0.518	0.482	94.41462211
1992	52	88	30	0.536	0.464	92.22164842
1993	78	88	31	0.554	0.446	90.05411564
1994	88	86.5	32	0.571	0.429	87.90728831
1995	158	86.3	33	0.589	0.411	85.7765177

1996	85.5	85.5	34	0.607	0.393	83.65717495
1997	110	82.6	35	0.625	0.375	81.54458184
1998	82	82	36	0.643	0.357	79.43393621
1999	95	82	37	0.661	0.339	77.32022862
2000	116	80	38	0.679	0.321	75.19814596
2001	119	78	39	0.696	0.304	73.06195624
2002	88	76.5	40	0.714	0.286	70.9053667
2003	86.5	74.6	41	0.732	0.268	68.72134444
2004	72.5	72.5	42	0.750	0.250	66.50188352
2005	334	72.4	43	0.768	0.232	64.23769479
2006	143.5	70.5	44	0.786	0.214	61.91778208
2007	159	69.7	45	0.804	0.196	59.52884683
2008	156.6	69.2	46	0.821	0.179	57.05442619
2009	211	66.6	47	0.839	0.161	54.47360172
2010	182	65.8	48	0.857	0.143	51.75898593
2011	106	60.7	49	0.875	0.125	48.87342878
2012	131	58.5	50	0.893	0.107	45.76430248
2013	173	52.4	51	0.911	0.089	42.35280771
2014	105.5	52	52	0.929	0.071	38.51185687
2015	89.5	44.5	53	0.946	0.054	34.01340154
2016	142	41.3	54	0.964	0.036	28.37245715
2017	10	10	55	0.982	0.018	20.15623018

### 11.7.- Obtención de duración e intensidad de precipitación de la estación meteorológica 7208 de la Conagua

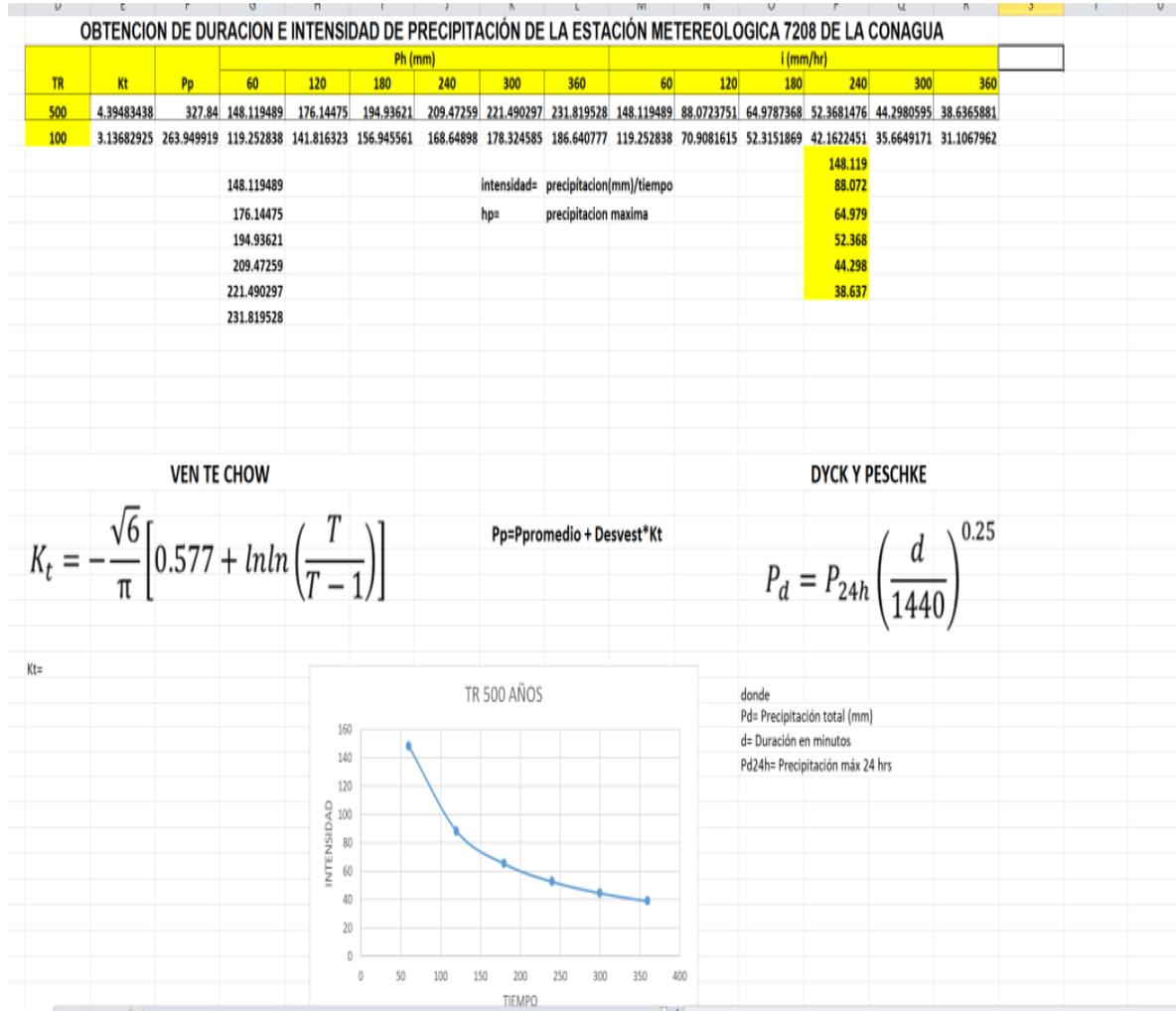


Fig. 32- Calculos de la obtención de duración e intensidad de precipitación.

### 11.8.- Resultado de la simulación en Hec-Hms

Para tener buenos resultados se necesita la recopilación de información ya obtenidas en trabajos de campos tanto como de gabinete

Se necesitan los resultados del cálculo de Ven Te Chow

24.68
24.69
24.69
24.68
24.69
24.68949
2.23
2.23
2.23
2.23
2.23
16.87526
1.49
1.49
1.49
1.49
1.49
11.34146

1.16
1.16
1.16
1.16
1.16
8.73638
0.97
0.97
0.97
0.97
0.97
7.16771
0.82
0.82
0.82
0.82
0.82
6.22923

Show Elements: All Elements    Volume Units:  MM    1000 M3    Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
ENTRADA	26.597	0.0	15sep2023, 07:00	0.00
SALIDA	26.597	0.0	15sep2023, 07:00	0.00

NOTE 10019: Finished opening project "HIDROGIC" in directory "C:\Users\nelson\Desktop\MAUHV1"

Fig.33. - Resultado de la simulación del Hec-hms.

### 11.9.- Resultado de la simulación en Hec-Ras

Con base a la metodología y aplicando los cálculos que permitieron llegar hasta este punto se pudo obtener este resultado, se determinó el nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO) mediante una simulación en el soft ware Hec-Ras.

Resultado final de la situación en Hec-Ras, la tonalidad celeste sobre el Modelo Digital de Elevación (MDE) es la zona de inundación que se le conoce como nivel de aguas máximas ordinarias en sus siglas (NAMO) desde esos límites del namo se podrá delimitar la zona federal de 20 metros del rio las arenas del tramo 0+000 al 0+747 de acuerdo a la ley de aguas nacionales.

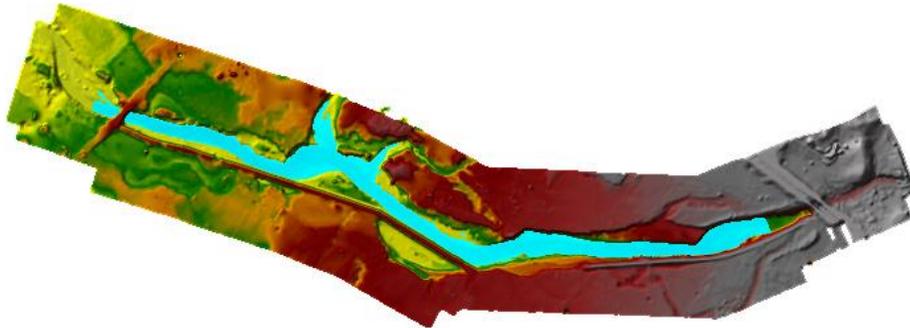


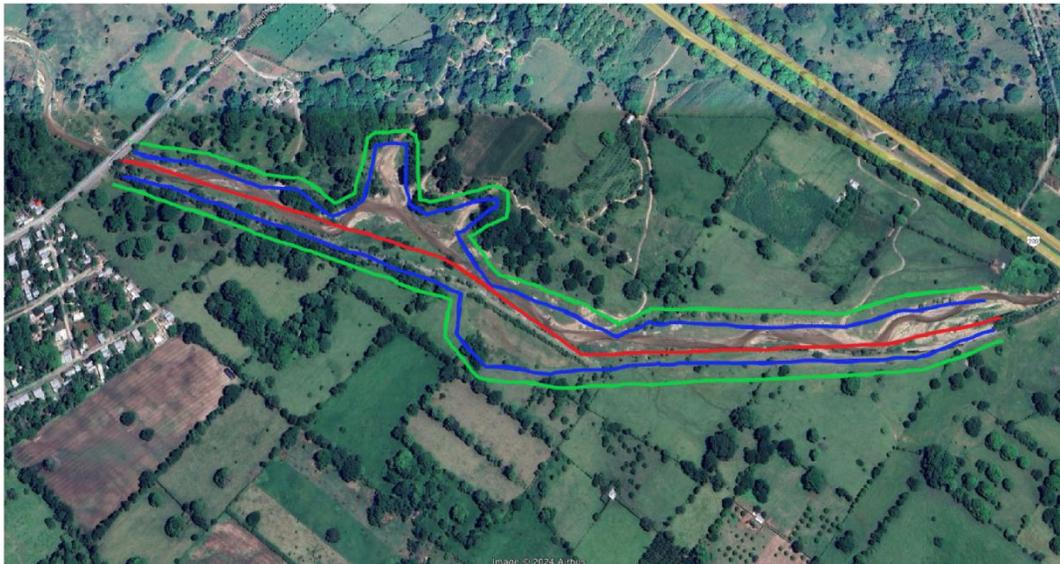
Fig. 34.- Resultado de la simulación.

## **12.- Resultado final, mapa de determinación de zona federal del rio las arenas**

Por medio de cálculos estadísticos se pudo llevar a cabo la simulación que permitió determinar el nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO), partiendo desde ese punto se delimitó a zona federal de 20 metros hacia a orillas del rio por medio del uso de software Auto Cad y sus herramientas que permitieron marcar con círculos con un radio de 20 metros en cada vértice del namo contiguas al cauce principal, de esa manera se ubicó la zona federal del rio las arenas.



**Determinación la Zona Federal del Río las Arenas en la Colonia  
Doctor Samuel León Brindis Mapastepec, Chiapas**



**SIMBOLOGIA**

-  **EJE DE CAUCE PRINCIPAL**
-  **NIVEL DE AGUAS MAXIMAS ORDINARIAS ( NAMO )**
-  **ZONA FEDERAL DE 20 METROS  
DESPUES DEL NAMO**

**AUTORES:**

**MAURICIO HERNÁNDEZ  
VERDUGO.  
MARIBEL MORALES MORALES.**

**FECHA: 02 - 07 - 2024**

**WGS / UTM zone 15**

### **13.- Conclusión**

La determinación de la zona federal del río las arenas en la comunidad Doctor Samuel León Brindis, municipio de Mapastepec, Chiapas, se llevó a cabo, realizando estudio topo hidráulico, respaldando y dándole validez con la ley de aguas nacionales en el artículo 3, fracción XLVII, de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), se define como “Ribera o Zona Federal” a: Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias.

Con los resultados obtenidos del estudio se identificó el límite de aguas máximas ordinarias (namo), con la obtención del namo se identificó la zona federal en digital.

## 14.- RECOMENDACIONES

Marcar la zona federal ya definida y colocar respectivos señalamientos, para que en un futuro se le pueda dar continuidad al proyecto.

Estas fajas de terreno cumplen con un amplio rango de funciones, entre otras: ayudar a mantener el régimen hidrológico e hidráulico de los cauces, dando estabilidad en las márgenes, regulando las crecidas para evitar inundaciones y manteniendo un flujo base; ayudar a proteger ecosistemas acuáticos y ribereños de la contaminación, atrapando y filtrando sedimentos, nutrientes y químicos, así como proteger peces y vida silvestre proveyendo alimento, abrigo y protección térmica, (Xochitl Peñaloza Rueda, J. A. 2015).

Cabe recalcar o mencionar la importancia que tiene colocar señalamientos a la zona federal del río ya definida, que se obtuvo como resultado del estudio realizado, en la colonia Doctor Samuel León Brindis, municipio de Mapastepec, Chiapas.

Es importante para los habitantes de dicha población que los señalamientos sean visibles y de fácil entendimiento.

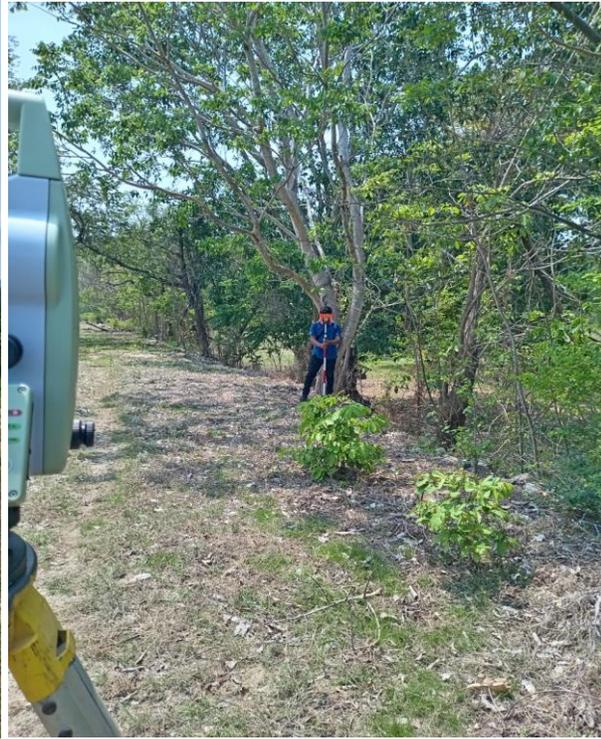
Abarcar más área de estudio, aguas arriba, aguas debajo de la zona federal ya definida.

Con dichos señalamientos definidos, se le puede dar continuidad retomando el tramo estudiado, abarcando aguas arriba, aguas abajo.

## 15.- ANEXOS

### ANEXO 1

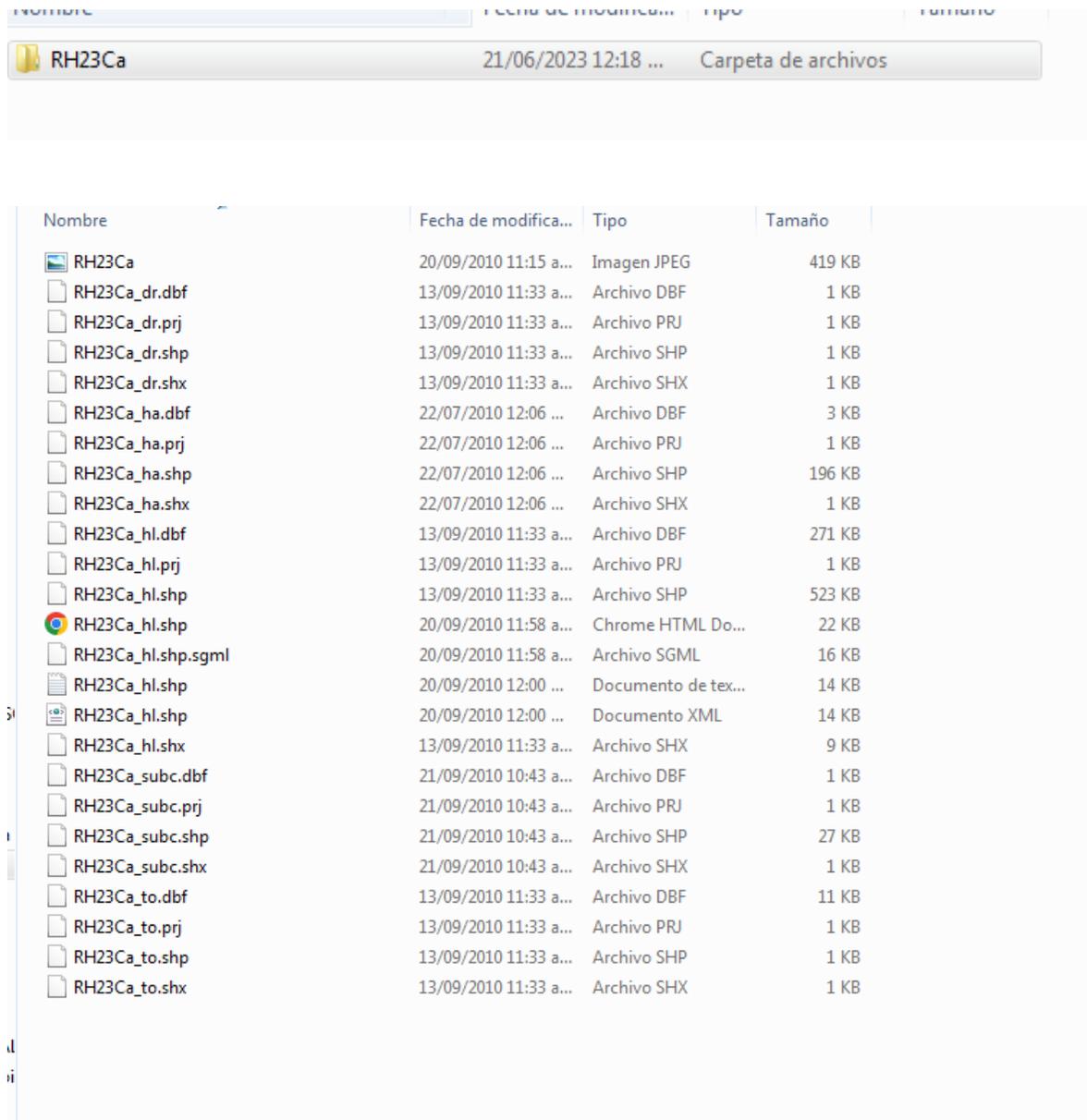
#### 15.1.- Fotografías que se tomaron durante el levantamiento Topo Hidráulico.





## ANEXO 2

### 15.2.- Carpeta descargada de inegi de la cuenca RH23Ca



Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
RH23Ca	21/06/2023 12:18 ...	Carpeta de archivos	
RH23Ca	20/09/2010 11:15 a...	Imagen JPEG	419 KB
RH23Ca_dr.dbf	13/09/2010 11:33 a...	Archivo DBF	1 KB
RH23Ca_dr.prj	13/09/2010 11:33 a...	Archivo PRJ	1 KB
RH23Ca_dr.shp	13/09/2010 11:33 a...	Archivo SHP	1 KB
RH23Ca_dr.shx	13/09/2010 11:33 a...	Archivo SHX	1 KB
RH23Ca_ha.dbf	22/07/2010 12:06 ...	Archivo DBF	3 KB
RH23Ca_ha.prj	22/07/2010 12:06 ...	Archivo PRJ	1 KB
RH23Ca_ha.shp	22/07/2010 12:06 ...	Archivo SHP	196 KB
RH23Ca_ha.shx	22/07/2010 12:06 ...	Archivo SHX	1 KB
RH23Ca_hl.dbf	13/09/2010 11:33 a...	Archivo DBF	271 KB
RH23Ca_hl.prj	13/09/2010 11:33 a...	Archivo PRJ	1 KB
RH23Ca_hl.shp	13/09/2010 11:33 a...	Archivo SHP	523 KB
RH23Ca_hl.shp	20/09/2010 11:58 a...	Chrome HTML Do...	22 KB
RH23Ca_hl.shp.sgml	20/09/2010 11:58 a...	Archivo SGML	16 KB
RH23Ca_hl.shp	20/09/2010 12:00 ...	Documento de tex...	14 KB
RH23Ca_hl.shp	20/09/2010 12:00 ...	Documento XML	14 KB
RH23Ca_hl.shx	13/09/2010 11:33 a...	Archivo SHX	9 KB
RH23Ca_subc.dbf	21/09/2010 10:43 a...	Archivo DBF	1 KB
RH23Ca_subc.prj	21/09/2010 10:43 a...	Archivo PRJ	1 KB
RH23Ca_subc.shp	21/09/2010 10:43 a...	Archivo SHP	27 KB
RH23Ca_subc.shx	21/09/2010 10:43 a...	Archivo SHX	1 KB
RH23Ca_to.dbf	13/09/2010 11:33 a...	Archivo DBF	11 KB
RH23Ca_to.prj	13/09/2010 11:33 a...	Archivo PRJ	1 KB
RH23Ca_to.shp	13/09/2010 11:33 a...	Archivo SHP	1 KB
RH23Ca_to.shx	13/09/2010 11:33 a...	Archivo SHX	1 KB

Fig.35.- Captura de pantalla de la descarga de la cuenca RH23Ca en formato shp.

## **ANEXO 3**

### **15.3.- Trámite para delimitación y aprovechamiento de zona federal**

#### **Comisión Nacional Del Agua (Conagua)**

Artículo 27 constitucional, párrafo 5

Son propia de la nación las aguas y los cauces, lechos o riveras de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley.

En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes

#### **“Artículo 113 de la Ley de aguas Nacionales. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión":**

- I. Las playas y zonas federales, en la parte correspondiente a los cauces de corrientes en los términos de la presente Ley;
- II. Los terrenos ocupados por los vasos de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales cuyas aguas sean de propiedad nacional;
- III. . Los cauces de las corrientes de aguas nacionales;
- IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley;
- V. Los terrenos de los cauces y los de los vasos de lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, descubiertos por causas naturales o por obras artificiales;
- VI. Las islas que existen o que se formen en los vasos de lagos, lagunas, esteros, presas y depósitos o en los cauces de corrientes de propiedad

nacional, excepto las que se formen cuando una corriente segregue terrenos de propiedad particular, ejidal o comunal,

- VII. Las obras de infraestructura hidráulica financiadas por el gobierno federal, como presas, diques, vasos, canales, drenes, bordos, zanjas, acueductos, distritos o unidades de riego y demás construidas para la explotación, uso, aprovechamiento, control de inundaciones y manejo de las aguas nacionales, con los terrenos que ocupen y con las zonas de protección, en la extensión que en cada caso fije "la Comisión".

### **Art. 3 fracción XLVII de la Ley de Aguas Nacionales**

“Ribera o Zona Federal”: Las fajas de 10 m de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO)... La amplitud de la Ribera o Zona Federal... será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros.”

### **Requisitos delimitación**

- 1) Trabajos topográficos consistentes en trazo nivelación y secciones transversales a cada 20 metros utilizando coordenadas UTM datúm WGS84 en toda la longitud del cauce que se encuentre dentro o colindante con los límites del terreno.
  
- 2) Agregar la planta topográfica el predio de la propiedad y establecer el cuadro de construcción de la afectación de la Zona Federal en caso que exista. Elaborar plano de perfiles que contenga: Rasante de Cauce, Niveles de Agua de Acuerdo a los Resultados del estudio hidráulico y perfiles barrotes de la Sección Ambas Márgenes.
  
- 3) Estudio Hidrológico para un periodo de retorno de 5 años, y análisis hidráulico en el sistema HEC-RAS.

4) Planos de la Delimitación de Zona Federal Impresos sin menoscabo de los archivos digitales que incluyan planta, perfil y secciones topográficas y con tránsito hidráulico.

5) Acreditación de la propiedad colindante (Escritura Pública, Certificado Parcelario, o cualquier otro documento con el que acredite la propiedad del predio).

Requisitos para aprovechamiento de zona federal y permiso de obra

- I. Solicitud de Permiso Para Construcción o Modificación De Obras En Zonas Federales (Formato CNA-02-002) y solicitud para la concesión de ocupación de terrenos federales (Formato CNA-01-006), disponible en el Centro Integral de Servicios de esta Comisión y en la página de internet [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx).
- II. Estudios topográficos.
- III. Proyecto de obra que respete el área hidráulica del Arroyo, considerando un periodo de retorno de 100 años (en zonas metropolitanas mayores a un millón de habitantes 1000 años y destinos turísticos y zonas costeras como Puerto Vallarta) como lo marca la normatividad de la Comisión Nacional del Agua.
- IV. Estudio de socavación para cruces de tuberías.
- V. Plano del terreno federal a ocupar con coordenadas UTM.
- VI. Manifestación de Impacto Ambiental autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- VII. Ubicación en carta de INEGI.
  
- VIII. Acreditación del representante legal e identificación. Pago de acuerdo a lo establecido en el Artículo 192 A fracciones II (Zona Federal) y III (Permiso de Obra) de la Ley Federal de Derechos.

## 12.- Referencias documentales

Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

AGUA, C. N. (2014). "PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE. CHIAPAS: COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA.

Arturo Garrido Pérez, N. L. (2010). LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS DE MÉXICO. En H. C. Ávalos, *LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS DE MÉXICO* (pág. 232). MÉXICO: Helena Cotler Ávalos.

B. G. DE VICUÑA REDONDO, A. A. (1983). *EL RIO*. SALAMANCA: I.O.A.T.O.-CENTRO DE EDAFOLOGIA Y BIOLOGIA Instituto APLICADA EXCMA DIPUTACION PROVINCIAL.

capetillo, j. a. (2015). *Estudio de delimitacion de zonas federales, en causas y cuerpos de aguas locaizados en el valle del mezquital, hidalgo*. hidalgo: universidad nacional autonoma de mexico.

Chero, W. E. (2015). *APLICACION DE LA NUEVA HERRAMIENTA HEC-RAS 5.0 PARA CALCULOS BIDIMENSIONALES DEL FLUJO DE AGUA EN RIOS*. Escola de Camins.

GUERRERO, B. L. ( 2010). *Estudio Topográfico para la Actualización de Cotas* . México: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

INEGI. (2007). *Suelos*.

José Luis Berné Valero, N. G. (2019). *GNSS:GPS, GALILRO, GLONASS, BEIDOU, Fundamentos y métodos de posicionamiento*. Universitat Politècnica de Valencia.

Lépez, H. R. (2019). Técnica de extracción, transformación y carga de datos de estaciones meteorológicas. *Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, Av. José Ignacio de la Roza Oeste 590, San Juan, Argentina*, 5.

MARCO ANTONIO BELLO U., M. T. (2000). *MEDICIÓN DE PRESIÓN Y CAUDAL*. Punta Arenas, Chile: Centro Regional de Investigación Kampenaike y Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.

Mexico, u. N. (2019). *Distribucion de gumbel*. Naucalpan de juarez Edo. Mex.: Miscelanea matematica 69.

Otálvaro, M. V. (2000). *HIDROLOGIA PARA INGENIEROS* . Sede Medellín : Universidad Nacional de Colombia.

Pino, J. M. (1994). *Diatribucion de Weibul*. CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO .

Pizano, M. E. (2014). *Fotogrametría Digita*.

Saldarriaga, J. G. (1994). *Ven Te Chow*. McGraw-Hill.

VALDERRAMA, J. O. (2000). *INFORMACION TECNOLOGICA 2000*. CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICA.

Valdivielso, A. (2017). cauce. *iagua*.

Xochitl Peñaloza Rueda, J. A. (2015). *delimitacion de riveras de rios y arroyos*.

Zambudio, C. A. (2012 ). *GUIA RAPIDA PARA UTILIZAR ARCHIVOS KMZ*. Ayuntamiento de Caravaca de la Cruz.

## **Bibliografía de figuras que se utilizaron en marco teorico.**

Fig. 1.- zona federal después del nivel de aguas máximas ordinarias.

<https://mejorabogado.mx/2016/02/04/delimitacion-y-demarcacion-de-zonas-federales/>

Fig. 2. – Río.

<https://www.geoenciclopedia.com/rios-7.html>

Fig. 3.- Cause.

[https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/formacion/CHEbro\\_tcm30-214273](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/formacion/CHEbro_tcm30-214273)

Fig. 4.- Caudal.

<https://aquaproomnibus.blogspot.com/2014/06/tipos-de-caudales-avenidas.html>

Fig. 6.- Especificación de zona federal tomada del internet: Xochitl Peñaloza Rueda, J. A. (2015). *delimitacion de riveras de rios y arroyos*.

Topografía.

Fig. 7 .- Levantamiento topográfico

<https://villner.cl/tipos-de-levantamientos-topograficos-y-su-aplicacion-en-la-construccion-y-planificacion-urbana/>

Fig. 8.- Hidrología.

<https://www.goconqr.com/mapamental/37611459/hidrologia>

Estudio topo hidráulico.

Fig. 9.- Levantamiento de un río.

<https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro5.pdf>

Fig. 10.- Bancos de nivel.

[https://fotos.habitissimo.com.mx/foto/colocacion-de-bancos-de-nivel-s-e-chihuahua-potencia\\_32765](https://fotos.habitissimo.com.mx/foto/colocacion-de-bancos-de-nivel-s-e-chihuahua-potencia_32765)

Fig. 11.- Gloval Navegation Satellite System (GNSS).

<https://gpsgeometer.com/es/blog/what-is-gnss-rtk-and-how-does-it-work>

Fotogrametría

Fig. 12.- Levantamiento fotogramétrico.

<https://mcad.co/que-es-la-fotogrametria-y-como-se-utiliza-en-la-construccion/>

Fig. 13.-Estaciones meteorológicas.

<https://www.gisandbeers.com/tag/estaciones-meteorologicas/>

Fig. 14.- Hec-ras.

<https://www.youtube.com/watch?v=VHVtBi9z1LY>

Fig. 16.- Ven te chow.

<https://www.youtube.com/watch?v=tw3xn-LvaKA>

Fig. 17.- Gumbel.

<https://www.youtube.com/watch?v=uREfa6eDiPE>

Fig. 18.- Método de weibull.

<https://www.youtube.com/watch?v=WXSIFcsAFE>

Fig. 19.- Soft ware utilizado para creación del modelo digital de elevación.

<https://www.helixnorth.com/blog/opendronemap-software-de-proceso-fotogramtrico-gratis-y-open-source>