

Ma. Jacqueline  
Chávez Trejo

Análisis de la Hidrología Forense de  
la Presa El Carmen, El Marqués,  
Querétaro

2022



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Posgrado de Medicina.

Análisis de la Hidrología Forense de la Presa El Carmen,  
El Marqués, Querétaro

Que como parte de los requisitos para obtener el  
diploma/grado de (o la)

Maestro En Emergencias y Desastres

Presenta

Ma. Jacqueline Chávez Trejo

Santiago de Querétaro, Qro. Abril 2022.



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales  
de Información



Análisis de la Hidrología Forense de la Presa El  
Carmen, El Marqués, Querétaro

**por**

Ma. Jacqueline Chavez Trejo

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0  
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

**Clave RI:** MEMAN-284183



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina.  
Maestría en Emergencias y Desastres

“Análisis de la Hidrología Forense de la Presa El Carmen, El Marqués, Querétaro”

## TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Maestro en Emergencias y Desastres

### Presenta:

Ma. Jacqueline Chávez Trejo

### Dirigido por:

Dr. Claudio Ortiz Mondragón.

## SINODALES

Dr. Claudio Ortiz Mondragón  
Presidente

\_\_\_\_\_  
Firma

Dra. Ivette Mata Maqueda  
Secretario

\_\_\_\_\_  
Firma

Dra., Martha Leticia Martínez Martínez  
Vocal

\_\_\_\_\_  
Firma

D. en C. Nicolás Camacho Calderón  
Suplente

\_\_\_\_\_  
Firma

M. Manuel Piña Moreno  
Suplente

\_\_\_\_\_  
Firma

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
A 25 de abril de 2022  
México

## RESUMEN

En nuestra cultura desconocían los factores o eventos que pudieran causar un desastre, ignorando los daños a la sociedad, los bienes inmuebles y ambientales. Con la conquista de México en 1521, se disparan grandes acontecimientos entre ellos la agricultura, ganadería, minería entre otras, dando paso a las primeras pesquisas en el año de 1700, dado a la necesidad del riego para la agricultura, se inicia la construcción de un bordo denominado "el Obispo"(hoy la laguna) situado a un costado de la Hacienda de Chichimequillas. Derivado a la prosperidad que emanaba la Hacienda y la gran demanda de agua para las tierras agrícolas se decide construir una Presa aguas arriba en los años de 1899 terminando su construcción en 1901. Hasta hoy, no aparecen datos de información con respecto a un análisis de riesgo previo a la construcción, y sin utilizar interrogantes como: ¿qué?, ¿cuándo?, ¿cómo?, ¿dónde?, ¿por qué?, ¿cuáles?, ¿para qué?, ¿quién? Fue así como el jueves 24 de diciembre de 1925, a las 8 de la mañana llegó la noticia que se había venido "La Gran Presa de la Hacienda de Chichimequillas" (Frías, 2005), ante los antecedentes surgen inquietudes que dan pie a la investigación de la ruptura de la Presa citada desde su origen hasta la actualidad. Este acontecimiento ocasionó la pérdida de una vida, afectaciones de inundación en toda la planicie, además del crecimiento demográfico en la rivera.

Durante décadas en diferentes partes del mundo, cientos de bordos, represas o presas se han colapsado, dejando a miles de personas sin vida, catástrofes naturales que dan pie a la investigación de un análisis en hidrología forense de la Presa del Carmen, El Marqués, Querétaro. Donde se pretende caracterizar los fenómenos perturbadores que ha ocurrido desde su construcción, ruptura, reconstrucción y condición actual, aplicando las ciencias exactas y la ciencias aplicadas para este análisis, con la finalidad de emitir propuestas de prevención o mitigación del riesgo por fallas geológicas, precipitaciones, inundaciones, impacto ambiental, crecimiento demográfico, entre otros, pero sobre todo la resiliencia de la sociedad ante el desastre y la posible prevención del sucesos en comento.

**(Palabras clave:** Presa, ruptura, hidrología)

## SUMMARY

In our culture the factors or events that could cause a disaster were unknown, ignoring the damages to society estate and environmental assets.

In 1521 with the conquest of Mexico, great events such as the agriculture, cattle raising mining among others were triggered giving rise to the first researching's in 1700. Given the need for irrigation for agriculture the construction of a dam called located next to "el Obispo" ("La Laguna" today) located next to "La hacienda de Chichimequillas".

Derived from the prosperity that emanating from the ranch and the big water demand for the agricultural lands, it is decided to build an upstream dam. In 1899, finishing its construction in 1901. Until today, there is no existing information data regarding a risk prior to construction and without using questions such as; what? when? How? Where? Why? Which? What for?, who? That is how on Thursday December 24, 1925, at 8 am, word came that (La Gran Presa de la hacienda de Chichimequillas) had been partially destroyed (Frias 2005) given background concerns arise which give rise to the investigation of the dam failure. From its construction to the present.

This event caused the loss of a human life, poor effects throughout the plain. In addition to the demographic growth around the river dike.

During decades, in different part of the world, hundreds of water catchment systems have collapsed, leaving thousands of casualties and natural disasters. Where the main goal is to characterize the disturbing phenomena that have happened since its contrition, rupture, rebuilt and current condition by applying exact and applied sciences which the purpose of issuing prevention proposals and mitigation of risks due to geological faults, rainfall, floods, environmental but above all, focusing in the resilience of society when facing disaster and the possible prevention of the events in question.

**(Key words:** dam, breaking, hydrology)

**A Dios** Por regalarme la vida y hacer posible mis sueños convertidos en realidad.

**A mi Esposo.** Por inspirarme a ser mejor cada día y regocijar mis emociones.

**A mis hijos.** Por tolerar mis locuras y apoyar cada proyecto que anhelo.

**A mis padres.** Por la vida, fortaleza, amor y forjar mi crecimiento profesional.

**A mis hermanos.** Por confiar en mí, por apoyar mis decisiones y adversidades ¡Gracias!

**A mis maestros.** Por estar en todo momento aun de no ser su responsabilidad, por alentarme de no abandonar mi sueño, y sobre todo al expresar que su mayor anhelo es el presentar mi proyecto.

“El saber es una gota, comparado con la sabiduría que emana la luz del día”.

## **AGRADECIMIENTOS**

En el desarrollo del proyecto análisis de la hidrología forense de la Presa el Carmen, El Marqués, Querétaro la recopilación de toda esta información, tiene como realizar una semblanza histórica de la Presa desde su construcción, ruptura, reconstrucción y uso actual, donde diferentes colaboradores participaran para su desarrollo aportando opiniones en cuanto al desastre que pueda generar en su estado actual, de una formas desinteresadas; mediante conocimientos de la ingeniería básica, siendo el apoyo financiero subsanado por Ingeniería Especializada en Seguridad en cuanto pruebas e investigación, otros involucrados Grupo Uahara, la Dirección de Protección Civil, Secretaria de Administración y testimonios de personas entre ellas los CC Don Luis Galicia Medina (jubilado de la SARH), Juana Sánchez Ruiz (beneficiario 367), Además de los asesores metodológicos y técnicos, se anuncian apologías para fortalecer el Marco Legal y la justificación como los Directores y Coordinadores de Investigación y Posgrado de todas las Facultades de la Universidad Autónoma de Querétaro, así como de investigadores, académicos y personal administrativo de la misma.

En particular, la Dirección de Servicios Escolares y la Dirección de Investigación y Posgrado, agradecen al Mtro. Francisco Perusquía Monroy el haber revisado el texto y por sus atinados comentarios para mejorarlo.

# INDICE

RESUMEN.....	3
SUMMARY .....	4
AGRADECIMIENTOS.....	6
I. INTRODUCCION .....	11
a) Antecedentes. ....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	18
2.1 Aspectos Legales.....	18
2.1.1 Internacional.....	18
2.1.2 Nacionales. ....	19
2.1.3 Estatales. ....	20
2.1.4 Municipales .....	21
2.2 Marco científico.....	22
2.2.1 Tipos de marcos científicos.....	22
2.2.1.1 Diagnóstico por método inductivo (programas simuladores) .....	22
2.2.2. Diagnóstico por el método cualitativo.....	23
2.2.3. Diagnóstico por el método cuantitativo.....	24
2.2.4 Diagnóstico por el método Sintéticos. ....	24
2.2.5 Diagnóstico por el método científico.....	24
2.2.6 Diagnóstico por el método comparativo .....	26
2.3. Ingeniería y ciencias Auxiliares. ....	27
2.3.1 Ingeniera Básica. ....	27
2.3.2 Geología. ....	32
2.3.3 Meteorológicas. (Geométrica de la obra hidráulica). ....	41
2.3.4 Ingeniería en Materiales.....	51
2.3.5 Clasificación de la Presa. ....	56
2.4 Ciencias forenses.....	60



2.4.1 Conceptos Básicos Forenses .....	60
2.5 Principales daños en presas del mundo .....	66
2.5.1. Fallas en Presas. ....	66
2.6 Metodología forense .....	72
2.6.1. El Método científico y la criminalística .....	73
2.6.2. Fijar el sitio. ....	80
<b>III METODOLOGIA.....</b>	<b>83</b>
3. Fijar el sitio.....	83
3.1 Planimetría forense. Consideraremos la magnitud del área para empezar a realizar el estudio. (INEGI, 2020). ....	83
3.2 Reporte Fotográfico y Moldeado de la Presa del Carmen, El Marques, Qro. (2021). ....	84
3.3 Análisis complementario. ....	87
3.4Análisis con diferentes variables para encontrar el punto de su ruptura en 1925. ....	91
3.5. Análisis de precipitaciones Pluviales .....	95
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>99</b>
<b>Referencias Bibliográficas. ....</b>	<b>104</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>110</b>

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Capítulo I, Bordos existentes de la época (1900)</i> .....	11
<i>Tabla 2 Capítulo I Lista de falla de Presas con aproximadamente un numero de fatalidades.</i> .....	14
<i>Tabla 3 Capítulo I, Principales Características de Almacenamiento de la “Presa el Carmen”.</i> .....	33
<i>Tabla 4 Capítulo 1, categoría de Área Natural sujeta a conservación</i> .....	38
<i>Tabla 5 Capítulo I, Zonas vulnerables</i> .....	39
<i>Tabla 6 Capítulo I, Zonas vulnerables, capítulo Periodos de Retorno</i> .....	43
<i>Tabla 7 capítulo I usos y cubiertas del suelo considerados en la cuenca para determinar el coeficiente de escurrimiento(Cuenca de la Presa El Carmen)</i> .....	48
<i>Tabla 8 Capítulo I cálculo del coeficiente de escurrimiento y el volumen escurrido medio anual</i> ...	49
<i>Tabla 9 Capítulo I Clasificación preliminar de riesgo</i> .....	56
<i>Tabla 10 Capítulo IV. Clasificación de consecuencias o potencial de daños aguas abajo de una Presa</i> .....	59
<i>Tabla 11 Capítulo I Cuadro Comparativo de Presa del Carmen y sus cuatro Bordos</i> .....	65
<i>Tabla 12 Capítulo I Causa de Daños o fallas en Presas en el mundo.</i> .....	66
<i>Tabla 13 Capítulo III Planimetría forense</i> .....	83
<i>Tabla 14 Capítulo III, Reporte fotográfico Modelado Datos Generales de la Presa o Vestigios encontrados de las Ruptura</i> .....	84
<i>Tabla 15 Capítulo III, Antecedentes de daños Presa del Carmen 1925</i> .....	87
<i>Tabla 16 Capítulo III; ESTADISTICO DE PRECIPITACION Y CALCULOS DE GUMBEL ESTACION DE AGUAS ARRIBA EL ZAMORANO</i> .....	95
<i>Tabla 17 periodos de Retorno con diferentes métodos</i> .....	96

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 Capítulo I Representación actual de la Presa el Carmen</i> .....	16
<i>Ilustración 2 Capítulo I, Horno de caliza construidos en el siglo XX (año 2020)</i> .....	17
<i>Ilustración 3 Capítulo I, Ruta de acceso a la zona.</i> .....	28
<i>Ilustración 4 Capítulo I, área de la Presa el Carmen.</i> .....	29
<i>Ilustración 5 Capítulo I, Polígonos Thiessen de la Presa del Carmen</i> .....	30
<i>Ilustración 6 Capítulo I, Condiciones actuales de la Presa</i> .....	33
<i>Ilustración 7 Capítulo I, Determinación de la Cuenca</i> .....	35
<i>Ilustración 8 Capítulo I, Grafico de escurrimientos de la Cuenca</i> .....	36
<i>Ilustración 9 Capítulo I, Triangulo de Isoyetas de la Presa del Carmen</i> .....	36
<i>Ilustración 10 Capítulo I, erosión por escurrimientos de lado izquierdo del vaso</i> .....	37
<i>Ilustración 11 Capítulo I, cortina colapsada (autor Luis Galicia.)</i> .....	44
<i>Ilustración 12 Capítulo I, Cortina Reparada (Autor: Ma. Jacqueline Chávez)</i> .....	44
<i>Ilustración 13 Capítulo I, Área de desfogue (autor Luis Galicia)</i> .....	45
<i>Ilustración 14 Capítulo I, bomba de desfogue(Autor: Desconocido)</i> .....	45
<i>Ilustración 15 Capítulo I, destrucción del vertedor la derecho (autor Luis Galicia)</i> .....	46
<i>Ilustración 16 Capítulo I, Vertedor actual, (Ma. Jacqueline Chávez)</i> .....	46
<i>Ilustración 17 Capítulo I Esquema hidrográfico de la cuenca Presa “El Carmen”</i> .....	47
<i>Ilustración 18 capítulo IV acción de aditivos</i> .....	51
<i>Ilustración 20 Capítulo IV actores de la restauración 1957(autor Luis Galicia)</i> .....	52
<i>Ilustración 21 Capítulo I estructuras de los materiales.</i> .....	52
<i>Ilustración 19 Capítulo I Monten de caliza 1957(autor Luis Galicia)</i> .....	52
<i>Ilustración 22 Capítulo I, Clasificación de Cerámicos.(R. Askeland, Fulay, &amp; Wright, 2011)</i> .....	53
<i>Ilustración 23 Capítulo I Materiales para la reconstrucción 1957(autor Luis Galicia)</i> .....	54
<i>Ilustración 24 Capítulo I Materiales Actuales (autor Ma. Jacqueline Chávez)</i> .....	54
<i>Ilustración 25 Capítulo 1, Protección civil el Marqués, Diario de Querétaro</i> .....	61
<i>Ilustración 26 Capítulo I, Ciclo de Correspondencia</i> .....	64
<i>Ilustración 27 Capítulo VI Escurrimientos y Arroyos</i> .....	83
<i>Ilustración 28 Capítulo VI Vías Férrreas</i> .....	83
<i>Ilustración 29 Capítulo VI Falla Geológicas</i> .....	83

<i>Ilustración 30 Capítulo VI Vías de accesos diversos.....</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 31 Capítulo VI Curvas de Nivel.....</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 32 Capítulo VI Posterío en la zona.....</i>	<i>83</i>

## I. INTRODUCCION

### a) Antecedentes.

A lo largo de la historia y con la conquista de México en 1521, se disparan grandes acontecimientos entre ellos la religión, agricultura, ganadería, minería, entre otras, dando paso a las primeras pesquisas en el año de 1700, donde debido a la necesidad del riego para la agricultura, se inicia la construcción de un bordo denominado "el Obispo" (hoy la Laguna) situado a un costado de la Hacienda de Chichimequillas, por el antiguo Camino Real.

El interés que despierta al conocimiento de épocas pasadas, siendo el siglo XIX, donde inicia la construcción del tema central de este análisis de Hidrología Forense de la Presa del Carmen, El Marques, Querétaro. Acorde a la información investigada se muestran el siguiente cuadro las siguientes Presas, represas, bordos o sistemas de captación de agua que a continuación se anuncian.

*Tabla 1 Capitulo I, Bordos existentes de la época (1900)*

<b>Presas, represas, bordos o sistema de captación de agua a beneficio de Chichimequillas El Marqués, Qro.</b>	<b>Cantidad de agua.</b>
Presa del Carmen y sus Cuatro Bordos	5 000 000 m <sup>3</sup>
Presa del Pilar	2 000 000 m <sup>3</sup>
La Laguna(el obispo)	1 200 000 m <sup>3</sup>
Bordo San Joaquín.	
Santa Isabel.	
Los Cuates.	
Santa Teresa.	Sin datos
San Hermenegildo	
La Cuadrilla.	
El Bordito (Hoy la secundaria)	

De acuerdo al reporte de la semblanza histórica de su familia redactado por el C. Luis Galicia Medina, se compilan los testimonios de C. Don Luis Galicia Martínez (1909-2003), quien vivió parte de esas épocas, - (La Presa del Carmen y sus Cuatro Bordos hoy en día, de acuerdo a datos de mi Padre Mateo, se construyó en 1899 y finalizó su construcción en 1901, siendo dos constructoras las

involucras en la realización de obra)-, la finalidad era abastecer las tierras de cultivo pertenecientes a la Hacienda de Chichimequillas donde el Sr. Mateo Galicia Carrillo padre de Sr. Luis era administrador de la Hacienda.

La Presa era administrada por la hacienda siendo los patronos y la mayoría de sus empleados natos de España, sin embargo, dada la revolución en 1910, donde sus efectos como tejido social iniciaron en la Hacienda en 1913, por protección y seguridad comenzaron a separarse de la propiedad, viajando algunos a México y otros a España.

A fines del año 1917, regreso don Francisco Borbolla a administrar la Hacienda, pero el decrecimiento económico que dejo a su paso la revolución en estos lugares decayó. Aunado a que en 1918 se ven frustrados por la Gripe española, regresando a España donde continuó como administrador hasta cerca de 1930 (Ndamaxey: historia de Querétaro) y se cotejo en las Efemérides Queretanas de Valentín Frías que el 24 de diciembre de 1925, se dio la ruptura de la “Presa del Carmen” en la zona acuífera de Amazcala, generando inundaciones en las zonas aledañas, donde en la estructura no colapsada, permaneció un almacenamiento de aproximadamente 600 000 m<sup>3</sup> de agua, desde su ruptura hasta los años de 1956 (Conagua, 2021).

Los decretos sobre vedas iniciaron en el año de 1948 en la zona de León, Gto., y en 1949 siguieron Zumpango, Méx., Abasolo, Gto., San Miguel de Allende, Cañada del Marqués, Querétaro (CONAGUA, 2009). Complementaria a esta febril actividad de vedas, durante el gobierno de Adolfo Ruíz Cortines (1956) se reformó la ley reglamentaria en el párrafo quinto del Artículo 27 constitucional donde se estableció el principio de dominio sobre la gestión que se había dictado con las aguas, fue así donde la Secretaria de Agricultura y ganadería (SAG) efectuó en la reparación que culmino en aquel entonces en 2 000 000 m<sup>3</sup>, por la misma secretaria, el responsable de la obra fue el Ingeniero Esquilff a fines de 1958. Pero el abasto de riego a las hectáreas agrícolas y aprovechamiento no era suficiente dando como resultado que en 1980 la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos(SARH) elevará la cortina y recupera una captación de agua de 5 100 000 m<sup>3</sup> sin modificaciones hasta la actualidad y a pesar de las experiencias

vividas, no existe una metodología que permita conocer la afectación de Presas, represas, bordos o sistema de captación de agua. (Pública, 2019)

Acorde al Atlas de riesgo, Querétaro se ubica en la Zona B como región sísmica y los fenómenos hidrometeoro lógicos por la posición geográfica no son relevantes, no obstante, por el Estado atraviesa un eje neo volcánico con una extraordinaria actividad volcánica y movimientos de bloques con actividad tectónica del pleistoceno, encontrando fallas y fracturas originadas principalmente por esfuerzos de tensión, contracción y ruptura de la corteza terrestre (Querétaro, 2015); en la actualidad también el Estado se ha visto afectado por diferentes fenómenos hidrometeoro lógicos, que han causado pérdidas económicas innumerables o bien vidas humanas, seas del municipio de Querétaro en el 27 de Septiembre del 2017 (Alternativo, 2017), San Juan del Río el 02 de septiembre de 2017 (Universal, 2017), El Marqués el 16 de Octubre de 2018 (Alternativo, <https://>, 2018), Humilpan el 04 de agosto de 2020 (censura, 2020), Corregidora en el 2021, esto sin considerar otros casos en la Entidad.

La falta de un análisis detallado de los riesgos o grados de afectación en caso de desbordamiento de Presas, represas, bordos o sistema de captación de agua. Son la base para la elaboración del presente análisis, el cual se sustenta en la metodología de la Hidrología Forense para conocer e investigar las causas de un evento no deseado que generen ruptura, desbordamiento o bifurcación en una Presa , represas, bordos o sistema de captación de agua, es necesario para la reconstrucción en forma esquemática de la Presa del Carmen, el ingreso de algunas constantes y variables, las cuales se podrán determinar acorde a la zona, el tiempo y entorno donde se presentó dicho fenómeno. En el desenvolvimiento del proyecto, se ejecutarán diferentes métodos o técnicas para la solución de problemas que permite ponderar e incorporar criterios cuantitativos, cualitativos, o bien, el planteamiento de una descripción clara de lo que se propone conocer, probar o resolver mediante la Investigación en el análisis de hidrología forense de la Presa del Carmen El Marques, Querétaro, desde su origen, destrucción, reconstrucción y funcionamiento hasta hoy en día.

Alrededor del mundo los fenómenos perturbadores suscitados por eventos de ruptura de Presas son variables, dado a que su complejidad puede ser por un fenómeno natural o antropogénico, sin embargo, el grado de vulnerabilidad hidrometeoro lógico o geológico ocupan los primeros índices de mortandad en la actualidad; los eventos más relevantes fueron expresados en la lista de cuadro de falla de Presas con aproximadamente un numero de fatalidades, prejuicios o desgracias suscitadas mediante los siguientes antecedentes:

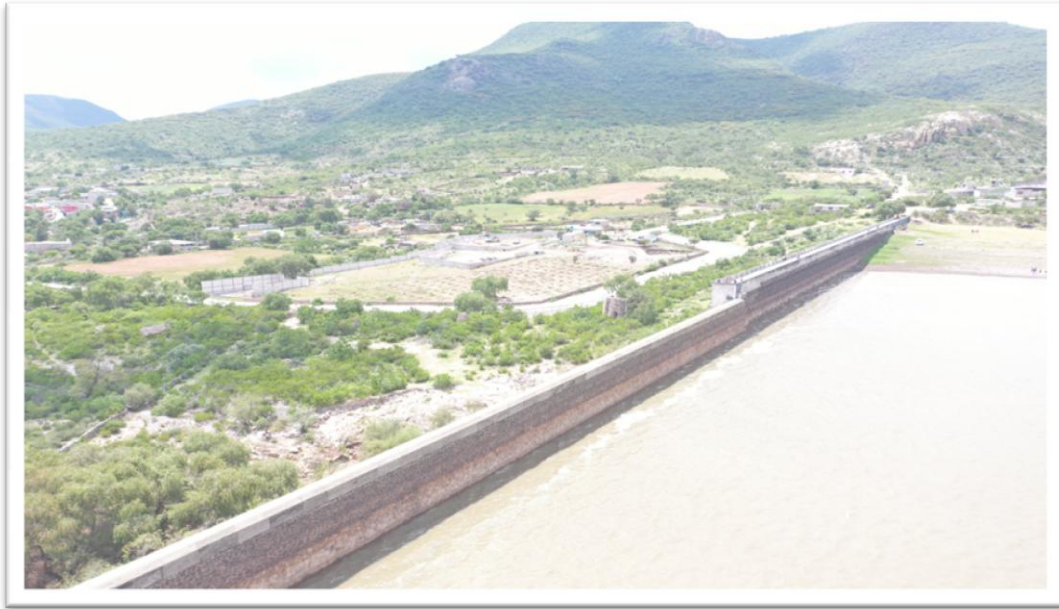
*Tabla 2 Capítulo I Lista de falla de Presas con aproximadamente un número de fatalidades.*

#	Presa	Ciudad	Año	Fatalidades	Causa
1	Banqiao and Shimantan	China	1975	175000	Lluvia extrema tifón Nina.
2	Machchu-2	India	1979	5000	Lluvias e inundaciones
3	South Fork	USA	1889	2200	S/D*
4	Vajont	Italia	1963	2000	S/D*
5	Sempor	Indonesia	1967	2000	S/D*
6	Möhne	Alemania	1943	1600	Bombardeos de la 2 <sup>da</sup> .Guerra Mundial
7	Kurenivka Mudslide	Russia	1961	1500	Lluvias torrenciales
8	Tigra	India	1917	1000	S/D*
9	Panshet	India	1961	1000	S/D*
10	Iruka Lake	Japón	1868	950	descomposición del terraplén-lluvia torrencial concentrada,
11	Puentes	España	1802	610	S/D*
12	St-Francis	USA	1928	600	S/D*
13	Mina Plakalnista	Bulgaria	1966	500	S/D*
13	Malpasset	Francia	1959	420	Incorrecto de

					explosivos(fallo Geológico)
14	Gleno	Italia	1923	350	diseño y construcción defectuosos
15	Brumadinh	Minas Gerais, Brasil	2019	322	Ruptura de un dique
16	Val di Stava	Italia	1985	270	S/D*
17	Koshi Barrage	Nepal	2008	250	S/D*
18	Dike Reservoir	UK	1984	240	S/D*
19	Canyon Lake	USA	1972	238	Desagües de la Presa estaban obstruidos con escombros.
20	Kantale	Kantale Sri Lanka	1986	180	mantenimiento pobre y fuga

S/D\* Sin Datos





***Ilustración 1*** Capítulo I *Representación actual de la Presa el Carmen.*

Como antecedente, se encontró información que, en 1925, la Presa Flynn Eigiau, Dolgarrog, North Wales, en Reino Unido, perdieron la vida alrededor de 17 personas, el contratista culpó a la reducción de costos, también es cierto que cayeron 630 mm de agua en 5 días. Siendo el mismo año que se suscitó la ruptura en la Presa del Carmen en 1925, donde también anteceden fuertes lluvias.

Dentro de los antecedentes históricos del uso de materiales para construir Presas, represas, bordos o sistemas de captación de agua ha evolucionado, dada la complejidad de la extracción de estos materiales, obligando a que algunas fueran construidas con tierra, madera y materiales orgánicos; la falta de maquinaria, la mano de obra costosa (en 1901 el empleo de las fábricas se restringía) y materias primas de menor calidad, afectaban la durabilidad, la seguridad de las obras favoreciendo el riesgo en su infraestructura. (Cortez, 1998).



*Ilustración 2 Capítulo I, Horno de caliza construidos en el siglo XX (año 2020)*

Muestra clara es la existencia de un horno en la Presa del Carmen donde se procesaba la cal-hidra que utilizaban como adhesivo para las canteras, donde su dimensión es de  $m^2$  y una junta de 20 cm.

Con lo antes expuesto, la pregunta de la investigación del este proyecto es:

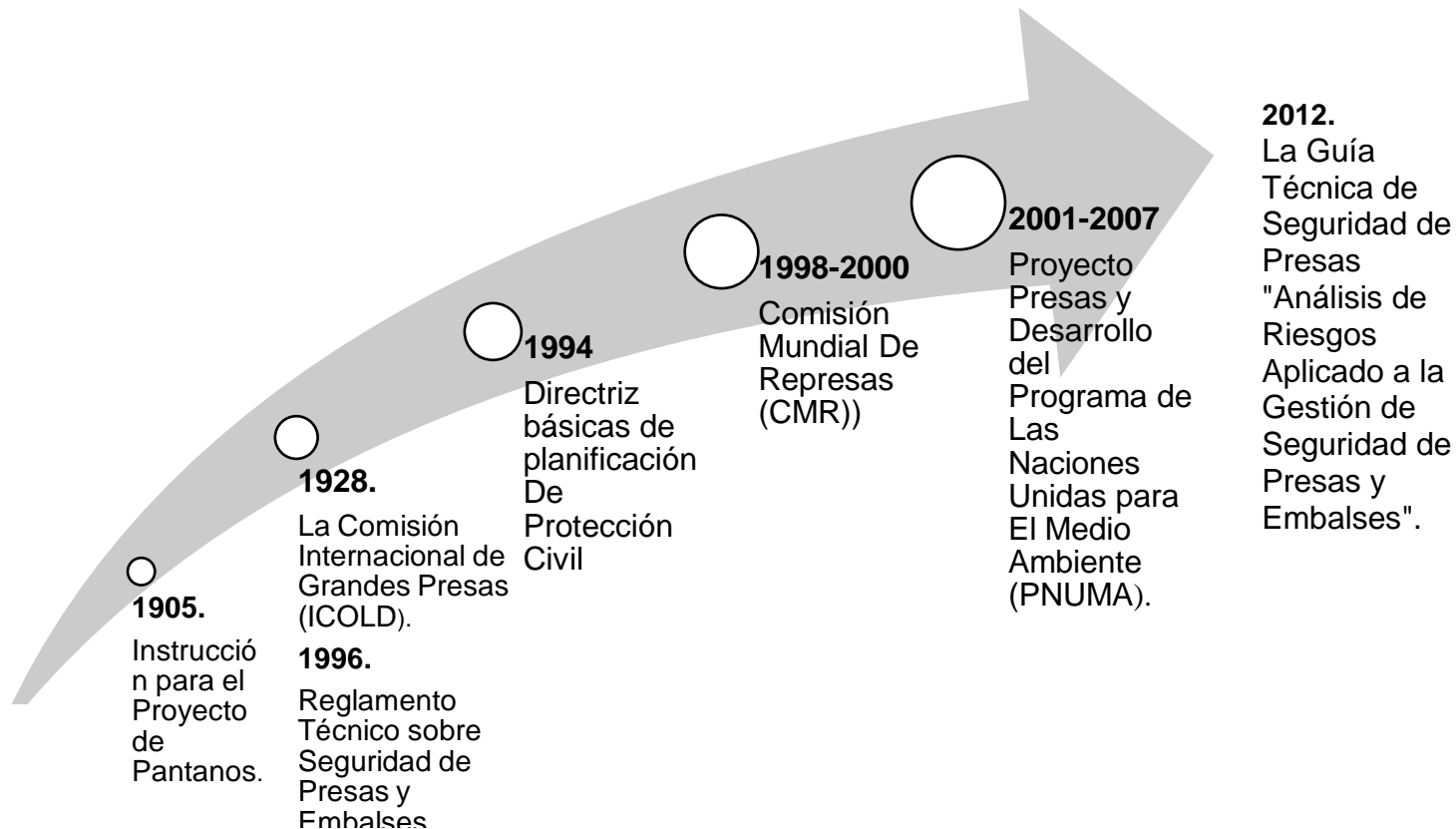
¿Cuáles fueron las causas o afectaciones hidrometeoro lógicos de la Presa del Carmen, El Marqués, Querétaro desde 1925 hasta la actualidad?

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos Legales

Marco Legal: Analizando el antecedente a nivel internacional existen marcos normativos de origen como lo fue Ley de aguas 1879 hoy en día derogada, destacaremos un cronograma fundando los principales aspectos que se involucran en el tema de estudio: Análisis de Hidrología Forense de la Presa del Carmen, El Marques, Querétaro.

#### 2.1.1 Internacional.



## 2.1.2 Nacionales.

1947. Secretaría de Recursos Hidráulicos

1972. Ley Federal de Aguas que buscaba regular la explotación y aprovechamiento de las aguas propiedad de la nación.

1976. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

1989 Decreto por el que se crea la Comisión Nacional Del Agua.

1986 Decreto Presidencial De Creación Del Instituto Mexicano De Tecnología Del Agua (IMTA).

1992 Ley De Aguas Nacionales (1994-1997 cambios)

1997Ley Federal De Derechos En Materia De Agua

1917. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

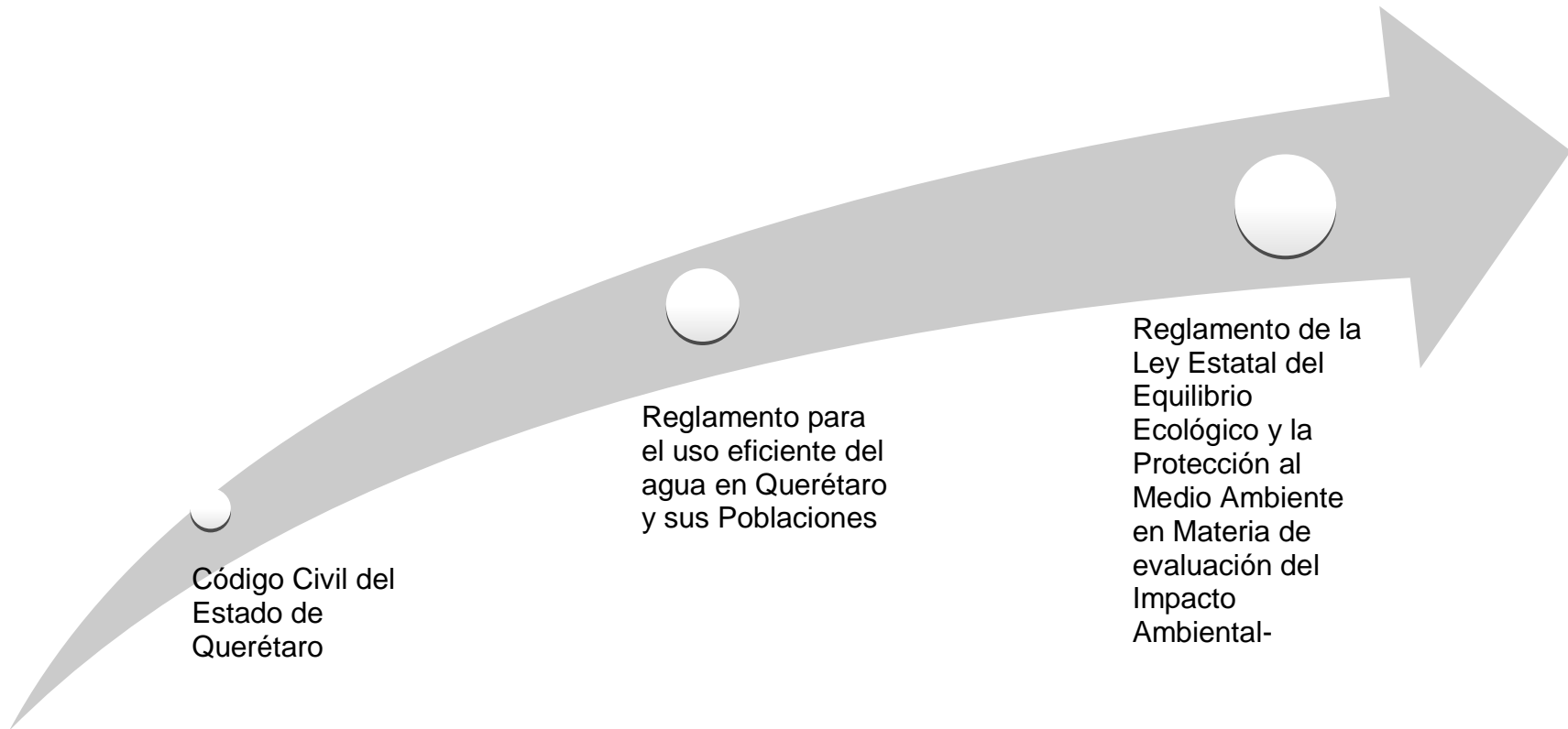
1944 Tratado Sobre La Distribución De Aguas Nacionales Entre Los Estados Unidos Mexicanos Y Los Estados Unidos Mexicanos De Norteamérica

1985 Ley De Contribución De Mejoras Publicas Federales De Infraestructura Hidráulica.

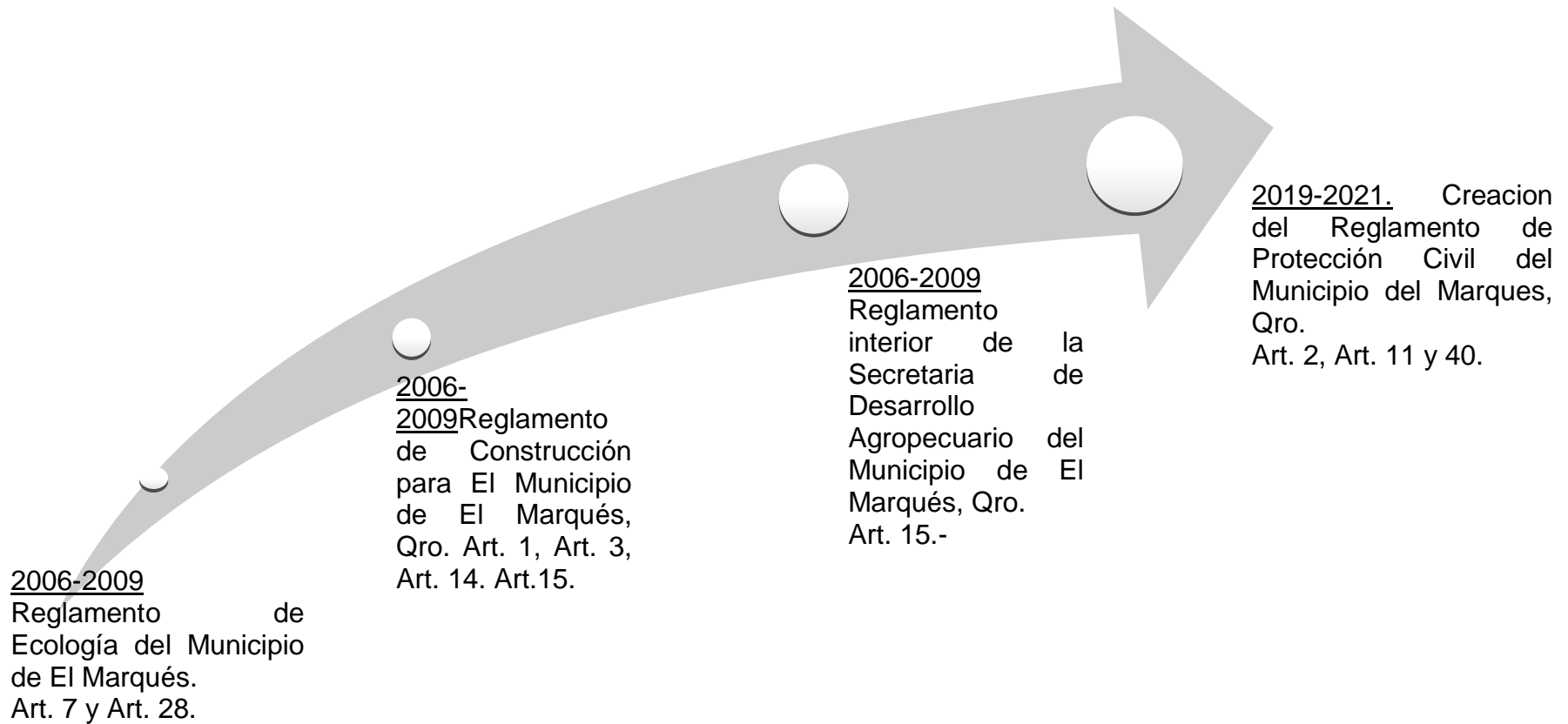
1988 Ley Federal De Equilibrio Ecológico Y Protección Al Ambiente

MX-175-SCFI-2015  
operación segura de presas (análisis de riesgo y clasificación de presas)

### 2.1.3 Estatales.



## 2.1.4 Municipales



## **2.2 Marco científico.**

El planeta donde vivimos y nos esforzamos se caracteriza por ser tridimensional, para ello determinaremos los alcances de los diferentes modelos para generar un análisis, hoy nuestro reto se ve reflejado en el análisis de hidrología forense de la Presa del Carme, El Marqués, Querétaro, dado que existe información verídica de su ruptura y no especulaciones de una sociedad que relata anécdotas vividas en carne propia o bien antecedentes de sus padres o abuelos que vivieron esta tragedia.

Empezamos por definir la palabra método se deriva del griego *meta*: hacia, a lo largo; y *odos* que significa camino, por lo que podemos deducir que método significa el camino más adecuado para lograr un fin (Rivero, 2008) y así identificar una técnica idónea para diagnosticar este suceso.

### 2.2.1 Tipos de marcos científicos.

#### 2.2.1.1 Diagnóstico por método inductivo (programas simuladores)

(Alfredo Prieto, 2014) en su artículo citan que las metodologías deductivas son apropiadas para transmitir grandes cantidades de información y cubrir con rapidez extensos temarios. Por el contrario, las metodologías inductivas, permite decidir que aprender y de qué manera hacerlo, sin embargo, se requiere de más tiempo para descubrir el conocimiento necesario.

Aristóteles establece la lógica como ciencia, clarifica la diferencia entre categorías, silogismo, definición, razonamiento, argumentación y demostración. Él dice que el método deductivo, es el razonamiento que parte de lo general a lo particular, y se basa en el ordenamiento lógico y en la reflexión. Puntualizando que para conocer es necesario observar e interpretar a través de principios generales. El cual se comprueba por el estudio de casos particulares.

En cambio, al método inductivo lo da a conocer como parte de la observación de muestras del universo, de las cuales su interpretación genera

leyes, teorías y postulados del universo. Este método se parte de lo particular a lo general, basándose de la experimentación y exploración. (Andrade Zamora, 2018)

En esta investigación se combinó el método deductivo e inductivo, logrando aplicar el método científico.

1. Observación: implica el uso y análisis de técnicas y uso de instrumentos para registrar comportamientos e identificar atributos del fenómeno estudiado.

Hay evidencia fotográfica utilizada como instrumento de la observación

2. Interpretación: Es la actividad donde a través de los instrumentos de observación permite comprobar o demostrar adecuadamente si una hipótesis es falsa o verdadera.
3. Exploración: implica que el investigador intervenga activa y deliberadamente en el objeto de investigación para producir los datos que le interesan. Provoca reacciones en dicho objeto para medirlas y analizarlas.

Fueron aplicados métodos de simulación por computadora.

### **2.2.2. Diagnóstico por el método cualitativo.**

Los métodos cualitativos, figuran la etnografía, estudios de caso, entrevistas de profundidad y la observación participativa.

Se afirma que el método cualitativo postula una concepción global fenomenológica, inductiva, estructuralista, subjetiva, orientada al proceso y propia de la antropología social.

El proyecto de investigación tiene implementada una metodología cualitativa basada en fuentes de datos secundarios mediante revisión bibliográfica documental, de esta forma se complementará el estudio con una entrevista a especialistas con presas de agua.



### **2.2.3. Diagnóstico por el método cuantitativo.**

Por métodos cuantitativos los investigadores se refieren a las técnicas experimentales aleatorias, cuasi-experimentales, test “objetivos” de lápiz y papel, análisis estadísticos multivariados, estudios de muestras, etc.

El método cuantitativo se dice que posee una concepción global positivista, hipotético-deductiva, particularista, objetiva, orientada a los resultados y propia de las ciencias naturales. (F, 1993)

### **2.2.4 Diagnóstico por el método Sintéticos.**

Los métodos de valoración por comparación de fincas (métodos sintéticos) han sido utilizados desde muy antiguo, existiendo una literatura clásica al respecto. Por otra parte, los conceptos clásicos sobre los métodos sintéticos de valoración adquieren mayor precisión cuando se recurre a un lenguaje estadístico elemental. El enfoque estadístico permite una clasificación de los métodos sintéticos más rigurosos que las dadas hasta hoy. Pero a pesar de su evidente conexión con los métodos sintéticos continúan siendo útiles, a causa fundamentalmente de su rapidez. Se desarrollan en este trabajo dos variantes recientes de la valoración por métodos sintéticos. (Mellado, 1974)

### **2.2.5 Diagnóstico por el método científico**

Según (Caceres, 1996) este método es la forma de obtener conocimiento más elevado que puede aplicar al ser humano, aun así, no es autosuficiente porque es necesario partir de unos conocimientos previos, los cuales son ajustados en base a la experiencia científica. Y no es infalible, las conclusiones obtenidas tras la aplicación del método científico pueden ser erróneas.

En pocas palabras, el método científico acepta como evidencias solo hechos que han sido demostrados, una vez aceptados, forman parte de conocimientos de la disciplina correspondiente, a partir del cuerpo de conocimientos aceptado como válido, son elaboradas hipótesis cuyas afirmaciones no serán consideradas ciertas hasta que hayan sido demostradas. Es importante señalar que, aunque haya

muchas evidencias a favor, basta solo una en contra, para que la teoría sea revisada y sustituida por otra que sea capaz de explicar todas las evidencias existentes.

Las secuencias del método científico y que fueron aplicados a nuestro estudio son:

- Enumerar preguntas
- Posibles respuestas (planteamiento de hipótesis)
- Resolución de hipótesis (fase experimental u observación)
- Conclusiones.

### **2.2.6 Diagnóstico por el método comparativo**

En un sentido amplio, no propiamente científico-social, del concepto de comparación pueden derivarse dos acepciones: una general, que se refiere a la actividad mental lógica, presente en multitud de situaciones de la vida humana, que consiste en observar semejanzas y diferencias en dos o más objetos; y una acepción más reducida, que considera a la comparación como un procedimiento sistemático y ordenado para examinar relaciones, semejanzas y diferencias entre dos o más objetos o fenómenos, con la intención de extraer determinadas conclusiones. Es en esta última acepción donde el término comparación es sinónimo de método comparativo (MC), y su uso suele ir asociado al de método científico. (Colino, 2009)

Puede afirmarse entonces que, de forma esquemática, los objetivos del análisis comparativo, análogos a los del método científico en general, son:

- 1) la investigación de semejanzas y diferencias (variación) entre casos, que da lugar a
- 2) la observación de regularidades, que deben ser explicadas mediante
- 3) el descubrimiento de variación o la interpretación de la diversidad, que suele hacerse a través de
- 4) la comprobación de hipótesis explicativas, que llevan a
- 5) la explicación de la complejidad de relaciones causales y el establecimiento de generalizaciones o pautas particulares, que permitirán finalmente
- 6) la generación de teorías o su refutación. La comparación o análisis comparativo tiene, pues, además de una función heurística, generadora de

teorías e hipótesis, una función de verificación o comprobación de las teorías o hipótesis ya existentes.

### **2.3. Ingeniería y ciencias Auxiliares.**

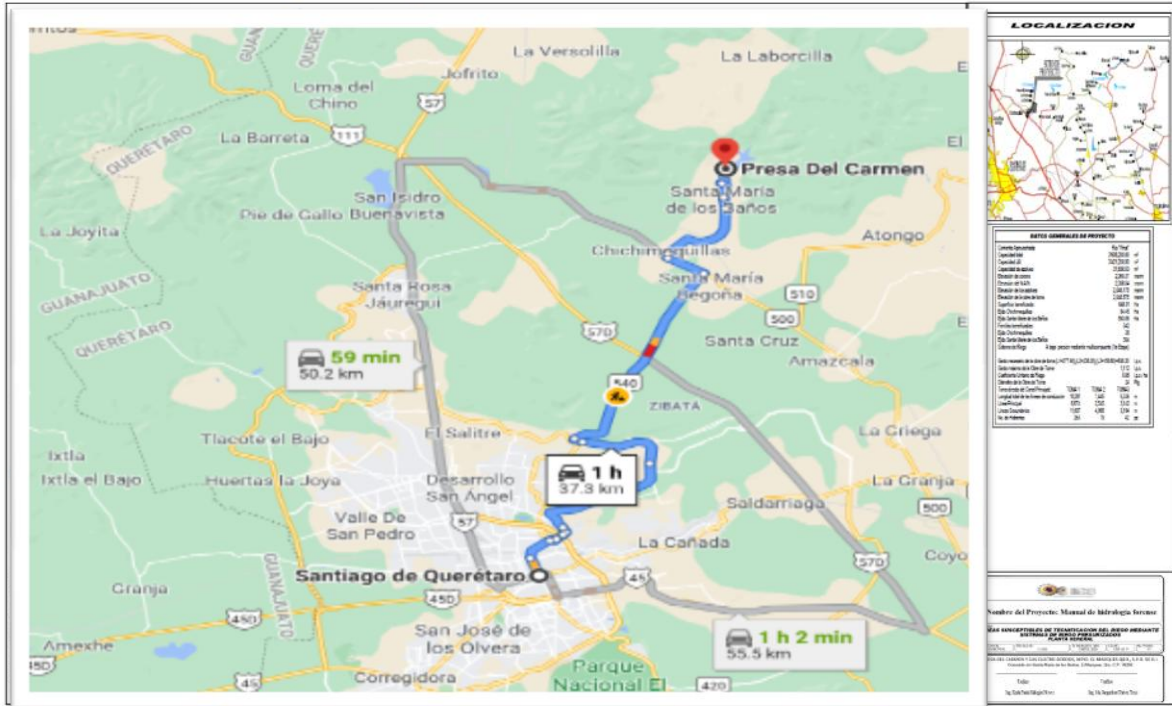
#### **2.3.1 Ingeniería Básica.**

##### 2.3.1.1 Geografía. (Localización política y geográfica).

La zona en estudio está ubicada políticamente en la porción poniente del estado de Querétaro, aproximadamente a una distancia en línea recta de 26 km hacia el nor-oriental de la ciudad de Santiago de Querétaro, Capital del Estado; en la localidad de Chichimequillas, Municipio de El Marqués, el cual colinda al Norte con el Estado de Guanajuato, al Sur con los Municipios de Huimilpan y Pedro Escobedo, al Este con el Municipio de Colón y al Oeste con el Municipio de Querétaro.

Geográficamente la Cortina de la Presa “El Carmen”, está situada sobre el río “El Pinal” y tiene por coordenadas geográficas: 20° 48’ 37.92” de latitud norte y 100° 18’ 29.05” de longitud oeste de Greenwich, con una altitud de 2,037 msnm en el cauce del río al pie de la cortina.

El acceso al sitio, partiendo de la ciudad de Santiago de Querétaro, pueden a través de 3 vías de comunicación, siendo la más común la que se anuncia a: Guía de Carretera Estatal No. 540 Querétaro-Chichimequillas, sobre la cual se recorren 22.8 Km hasta el entronque con la Carretera Estatal No. 500 en su tramo Amazcala-Chichimequillas, en donde se toma hacia la izquierda en una distancia de 1.8 Km para llegar a este último poblado. Después en la zona urbana de Chichimequillas, se dirige por la calle Ing. Rubén Galicia Medina y se sigue hacia Santa María de Los Baños a lo largo de 6 Km de camino asfaltado y finalmente, sobre el camino de empedrado junteado con cemento que va hacia los poblados de Matanzas y La Laborcilla, se recorren 2 Km para llegar hasta el sitio de la Presa “El Carmen”, en la margen derecha de la cortina. Lo anterior da un recorrido total de 32 Km, desde la ciudad de Santiago de Querétaro hasta el sitio de la Presa.



*Ilustración 3 Capítulo I, Ruta de acceso a la zona.*

La cuenca en estudio, delimitada con apoyo en las cartas topográficas del INEGI Nos. F-14-C-55 Buenavista y F-14-C-56 Colón, ambas del estado de Querétaro; constituye una fracción de la cuenca hidrográfica general del río "Querétaro", el cual a su vez es tributario del río "Laja", dentro de la Región Hidrológica No. 12 Lerma-Santiago. ((INEGI, 2020)





*Ilustración 5 Capítulo I, Polígonos Thiessen de la Presa del Carmen*

De acuerdo al INEGI, los suelos predominantes son pheozems, háplicos y lúvicos, asociados con algunos vertisoles pélicos. En las mesetas con cañadas el feozem háplico está asociado a litosol y a regosol éutrico. En la cuenca, la vegetación natural está compuesta por matorral secundario con fisonomía de inerme y sub-inerme; bosques de pino y encino. En menor proporción matorral sub-montano, chaparral y pastizal inducido.

Para fines agrícolas es del tipo agricultura mecanizada continua con aptitud alta para el desarrollo de cultivos y de labranza; aptitud media de aplicación de riego.

El uso potencial pecuario es considerando que los terrenos están en uso agrícola actualmente con aptitud alta para el desarrollo de especies forrajeras y para el establecimiento de pastizal cultivado; aptitud media para la movilidad en el área de pastoreo y buena para la condición de la vegetación natural aprovechable. (INEGI, 2020)

El jornaleo en la ciudad de Santiago Querétaro, la engorda de ganado y la agricultura de riego y temporal en la zona del proyecto, son las principales

actividades económicas. Se cultiva maíz principalmente, del cual obtienen el forraje para el ganado.

#### 4.1.1.3. Orografía.

La superficie de la cuenca se caracteriza por su relieve accidentado, circundada por cerros y lomeríos. En la cuenca las elevaciones máximas alcanzan 3,050 msnm y descienden hasta el sitio del eje de la cortina de la presa en la cota 2,040 msnm. (Conagua, 2021)

##### **4.1.1.3.1 Topografía.**

La delimitación del parteaguas de la cuenca y la determinación de su superficie correspondiente fueron efectuadas con apoyo en las cartas topográficas digitalizadas, con curvas de nivel a cada 10 m y escala 1: 50,000, denominadas F14-C-55 Buenavista y F-14-C-56 Colón, del Estado de Querétaro, editadas por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2020).

Mediante dichas cartas y el apoyo complementario de imágenes del Google, se obtuvo la longitud y pendiente del cauce principal del río “El Pinalito”; así como, las demás características fisiográficas de la zona en estudio (edafología, geología, tipo de cobertura y uso actual del suelo).

El registro numérico y la gráfica elevaciones-áreas-capacidades que se utilizaron en los análisis de funcionamiento del vaso y regulación de crecientes de la Presa “El Carmen”, fueron obtenidos del levantamiento topográfico-batimétrico que realizó para la CEA, en julio de 1999, la empresa Sistemas Hidráulicos y Ambientales S.A. de C.V. (CEA, 2021)

#### 4.1.1.4. Relieve:

La Presa se encuentra en una zona montañosa y lomeríos bajos, aguas abajo se encuentran llanuras casi todos ellos son de origen volcánico que exceden los 2000 mts., en esta subprovincia dominan las serranías bajas con rocas lávicas basálticas y dentro de su formación se ubica una gran extensión de aluviones antiguos en zonas planas con pendientes menores a 15%, lo que se identifica en la zona sur del área de estudio, particularmente hacia las localidades de San



Rafael y la Estación Chichimequillas donde se presentan las principales áreas agrícolas.

Tipología Vegetal. Las Regiones Naturales del Estado de Querétaro. Principales asociaciones vegetales con alto valor natural. Bosque de encino (5.76%), Bosque de encino con vegetación arbustiva y herbácea (6.44%), Bosque de oyamel (0.44%) y Bosque de pino encino (4.17 %), Totales: 16.81 % del área de estudio.

### **2.3.2 Geología.**

Geología Estructural. Regionalmente, la Presa está ubicada en la provincia fisiográfica del Eje Neo volcánico, constituida litológicamente por rocas volcánicas del Terciario y Cuaternario; predominan las rocas ígneas extrusivas, tales como riolitas y basaltos con sus correspondientes depósitos piro clásticos, tobas y brechas de composición ácida, intermedia y básica que cubren irregularmente a las rocas sedimentarias del mesozoico.

En el aspecto de geo-hidrología, la cuenca se clasifica como una zona de permeabilidad baja aguas arriba con materiales consolidados y la zona de riego de permeabilidad alta en materiales no consolidados aguas abajo.

De acuerdo al proyecto de sobre-elevación de la cortina elaborado por la extinta SARH, la cortina de la “Presa del Carmen”, quedo desplantada en ignimbrita riolítica que aflora en el cauce del río y está cubierta esporádicamente por material aluvial. En la parte baja de la ladera izquierda, la ignimbrita riolítica presenta color gris violáceo y en la parte baja de la margen derecha se encuentra muy intemperizada y deleznable (Conagua, 2021).

El 45% de la superficie de la zona de estudio está compuesta por rocas ígneas extrusivas básicas, son las de mayor extensión en la zona de estudio sobre todo en la zona norte del área de estudio, conformadas por riolitas. Se identifican 4 fallas sobre Riolitas y Tobas ácidas. La falla principal tiene una dirección Norte – Noroeste a Sur Suroeste con una longitud de 8.3 Km., a 4.5 kilómetros al norte de la localidad de La Laborcilla. Las unidades de suelo existentes: Paheozem, Yermosol, Vertisoles y litosoles.



*Ilustración 6 Capítulo I, Condiciones actuales de la Presa.*

#### 2.3.2.1 Geotecnia.

##### **2.3.2.1.1 Características del vaso.**

Para efectos del cálculo de los escurrimientos mensuales que ingresan al vaso de

La Presa; al análisis del funcionamiento de dicho vaso y posteriormente, la determinación de la magnitud de crecientes que puede generar la cuenca hidrográfica en estudio, se recurrió al uso de métodos de análisis lluvia escurrimiento para cuencas pequeñas, basados en los datos de precipitación mensual disponibles para el periodo 1980-2012, así como en el registro de precipitaciones máximas en 24 horas, con que se cuenta desde el año 1980 al 2019 en la estación climatológica base adoptada; en este caso la estación El Zamorano, por ser la que tiene mayor influencia en la cuenca en cuestión.

*Tabla 3 Capítulo I, Principales Características de Almacenamiento de la “Presa el Carmen”.*

Concepto	Unidad	Proyecto sobre elev. (SARH 1980)	Levantamiento topo-batimétrico (CEA 1999)
Capacidad de conservación (n.a.m.o)	m <sup>3</sup>	4'000,000	3'608,177
Capacidad útil	m <sup>3</sup>	3'665,000	3'421,332
Capacidad prevista para azolves	m <sup>3</sup>	335,000	186,845
Elevación corona	m	2,067.00	2,070.00
Elevación n.a.m.e.	m	2,067.27	2,069.29
Elevación n.a.m.o.	m	2,065.20	2,068.20
Elevación azolves	m	2,053.90	2,056.90
Azolves:			
Volumen total depositado en el vaso	m <sup>3</sup>		303,400 (90%)
Volumen depositado anualmente en todo el vaso	m <sup>3</sup> /año		7,400.00

Para determinar el gasto de las avenidas se aplicarán métodos Racional lluvia escurrimiento y el conocimiento de la cuenca basados en el análisis estadístico y probabilístico de registros de precipitación y la relación lluvia escurrimiento, así como en las características fisiográficas de la cuenca hidrográfica. (Conagua, 2021).

Existen diferentes parámetros, que intervienen el proceso lluvia-escurrimiento, se consideran solo los siguientes:

- área y características generales de la cuenca (forma, pendiente, vegetación, etc.)
- altura total de precipitación

- Distribución de la lluvia en el tiempo y el espacio.

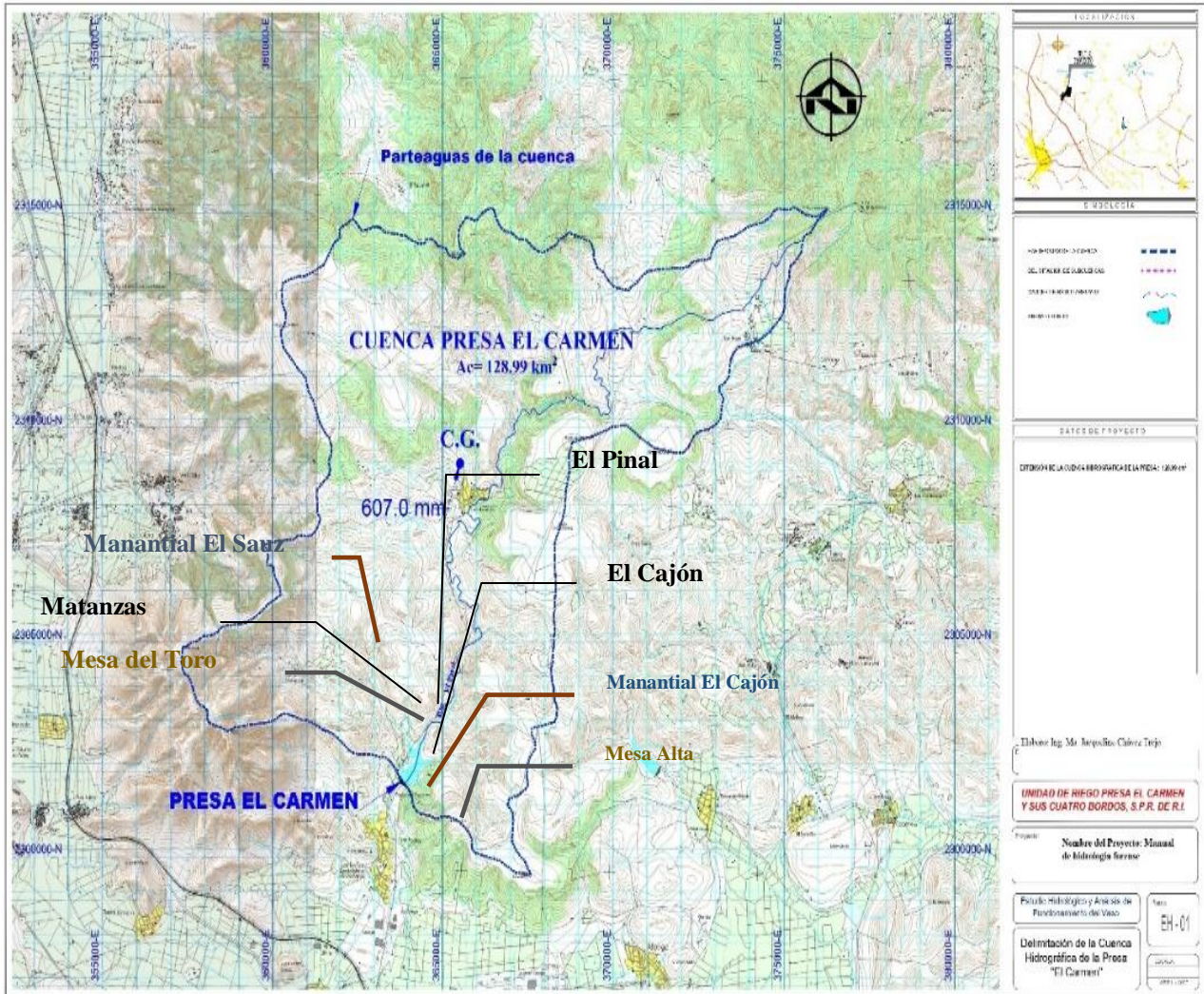
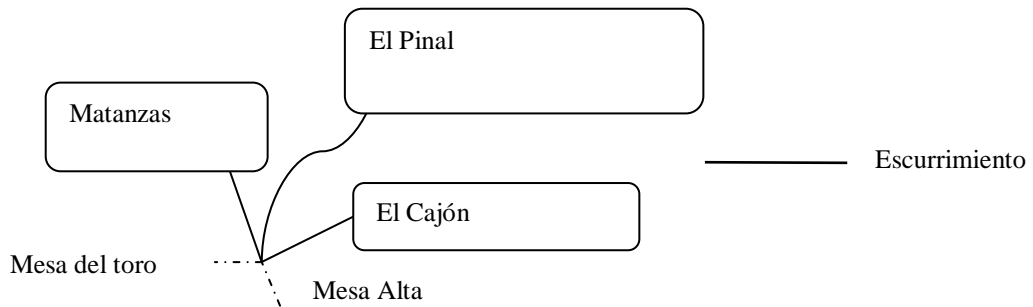


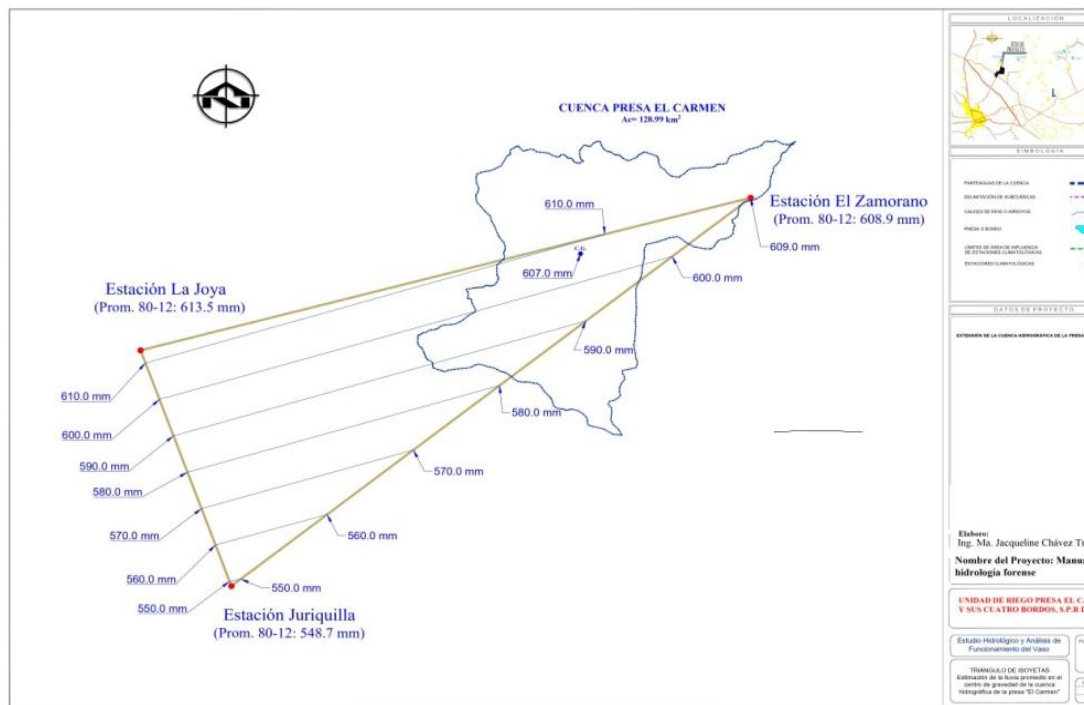
Ilustración 7 Capítulo I, Determinación de la Cuenca

A partir de esta imagen se desarrollan las vertientes de la cuenca de la "Presa del Carmen", si analizamos a fondo podemos encontrar que la cuenca en la zona se conforma de los siguientes arroyos y escurrimientos. (Olvera, 2020).



*Ilustración 8 Capítulo I, Grafico de escurrimientos de la Cuenca*

A pesar que se tienen escurrimiento de la Mesa denominada el Toro y Mesa Alta, los arroyos como el de Matanzas y el Cajón, su principal cause en el arroyo el Pinal y por lo tanto se tomó como base la estación El Zamorano para plasmar un plano hidrológico trianguló de isoyetas.



*Ilustración 9 Capítulo I, Triangulo de Isoyetas de la Presa del Carmen*

Existen diferentes metodologías para poder desarrollar el estadístico de probabilidad en cuanto a los periodos de retorno entre ellos momentos L, Gumbel, doble Gumbel, etc.

#### 2.3.2.1.2 Estabilidad de laderas.

En la parte baja de la ladera izquierda se observa erosión, la ignimbrita riolítica presenta color gris violáceo y en la parte baja de la margen derecha se encuentra muy intemperizada y deleznable. La parte alta de la ladera izquierda está constituida por toba riolítica, color gris claro, cubierto en parte por depósito de talud. En la ladera derecha, a la ignimbrita riolítica el sobre yace basalto afanítico, color gris oscuro que intemperiza en un color pardo rojizo, muy fracturado, expuesto en pequeños afloramientos, pues está cubierto casi totalmente por tierra vegetal y por un conglomerado reciente de basalto e ignimbrita empacado en arcilla. Arriba del nivel de corona de la presa, aflora la toba riolítica color gris claro descrita en la ladera izquierda.



*Ilustración 10 Capítulo I, erosión por escurrimientos de lado izquierdo del vaso*

#### **2.3.2.1.3 Asentamientos y Subsidiencias.**

Acorde al Sistema de Asentamientos Humanos de México, las zonas aledañas no rebasan los 15000 habitantes, al ser considerado como rural no existe gran demanda poblacional, sin embargo, se observa en la rivera del rio una mancha urbana y aguas abajo en la llanura edificaciones que ya has sufrido

afectaciones por el desbordamiento y las inundaciones por falta de drenes. (INEGI, 2020).

#### **2.3.2.1.4. Usos y tenencia del suelo**

Conforme al plan Parcial de desarrollo del Municipio se dividió en las siguientes microrregiones.

Microrregión parcial Presa del Carmen y sus Cuatro Bordos: Los Pocitos, Presa del Carmen, Matanzas, La Laborcilla y Estación Chichimequillas.

Microrregión parcial Atongo: Presa De Rayas, Atongo, Alfajayucan, San Miguel Amazcala, El Lobo y San Rafael.

#### **2.3.2.1.5 Conservación y deterioro del medio natural.**

Derivado al crecimiento demográfico de los años 80's y hasta la actualidad se ve reflejado la escasez de agua, impulsado hacia su aprovechamiento de vertientes de descargas de aguas residuales mismas que a su paso repercuten en erosión laminar, desfogue, de presión, arrastres de diferentes materiales, que influyen en trasmisión de enfermedades infecciosa al contaminar cultivos agua abajo. Sin contemplar los tiraderos clandestinos, recicladoras sin permisos ni control de lixiviados y descargas de aguas residuales sobre el mismo dren de la Presa.

#### **2.3.2.1.6 Áreas naturales protegidas:**

En el 2003 se ha decretado como área protegida el Pinalito, al norte del área de Estudio.

*Tabla 4 Capítulo 1, categoría de Área Natural sujeta a conservación*

Tipo de tenencia de la tierra	Superficie (ha)	% del Territorio
Propiedad Ejidal	21,382.14	62
Pequeña Propiedad	12, 537	36.33
Zona Urbana	572	1.65
Total de zona Norte	34, 491.14	100

Fuente: Documento Técnico del PEOT. SEDESU 2004

Considero importante recalcar que acorde a las pláticas sostenidas con los ejidatarios mayores mencionan que ha declarado en asambleas ejidales la prohibición de construcciones de vivienda sobre el cauce natural del río, donde su aprovechamiento sería solo agrícola o para el pascoteo de animales y que, en caso de una avenida máxima, no existe responsabilidad entre ellos. (INEGI, 2020)

### 2.3.2.1.7 Aspectos Socioeconómicos.

De acuerdo con las zonas más afectadas en caso de desbordamiento y acorde a las estimaciones realizadas a partir del crecimiento natural de la población, para el año 2018 se considera que la población sería en total de 16,813 habitantes en la zona de estudio.

Cifra estimada a partir de la aplicación de una tasa de crecimiento promedio de 1.75 al total de la población registrada en el censo del año 2014.

*Tabla 5 Capítulo I, Zonas vulnerables*

Localidad	Población total	Grado de Marginación
Santa María de los Baños	1801	Alto
Pocitos	2264	Alto
Santa Cruz	3902	Alto
Santa María Begoña	2017	Alto
San Vicente Ferrer	2173	Alto
Hacienda Chichimequillas	9	Bajo
Presa del Carmen y sus Cuatro Bordos	192	Muy Alta
Chichimequillas	4169	Medio
*Municipios CNCH Municipios de la Cruzada Nacional contra el Hambre, en base al acuerdo CICH.08/003/2014		



Estrategia general. Superficie de zonas urbanizables y no urbanizables en la zona de estudio.

Usos	Superficie HAS	Porcentaje
Zona Urbana	510.91	1.48%
Zona Urbanizable	567.72 1	65%
Zona No Urbanizable	33,412.51	96.87%
Total	34491.14	100.00%
*Municipios CNcH Municipios de la Cruzada Nacional contra el Hambre, en base al acuerdo CICH.08/003/2014		

A largo plazo (2016-2025), se abarcan pequeñas zonas de crecimiento urbano de las localidades de la zona, envolviendo a las zonas habitacionales ya establecidas, conservando la mezcla de usos de suelo existente y vinculado a las localidades con características ruro – urbanas, con usos habitacional, comercial y pecuario de pequeña escala.

El equipamiento se consolida de acuerdo a las características de su contexto como centro vecinal y de barrio, incluye áreas agrícolas, sobre las dos vialidades regionales secundarias ya mencionadas. El Parque Industrial llega a su máximo desarrollo, conjuntamente con los polos de desarrollo turístico. (INEGI, 2020)

Así mismo la Presa del Carmen y sus Cuatro Bordos tiene un alto potencial de turismo alternativo, con una adecuada accesibilidad, además de algunas ruinas históricas vinculadas a la antigua infraestructura hidráulica de la hacienda Chichimequillas.

#### **2.3.2.1.8. Permeabilidad.**

Analizando la geología estructural, observamos que los materiales de la zona no son material de absorción, considerando estos aspectos la zona es de baja permeabilidad.

### **2.3.2.2.1.9 Resistencia y deformidad.**

Predominan las rocas ígneas intrusivas, tales como riolitas y basaltos con sus correspondientes depósitos piro clásticos, tobas y brechas de composición ácida, intermedia y básica que cubren irregularmente a las rocas sedimentarias del mesozoico (INEGI, 2020)

### **2.3.3 Meteorológicas. (Geométrica de la obra hidráulica).**

En cuanto a la Hidrología Superficial de la zona se presenta un clima que se caracteriza por ser semiseco, semi cálido, con t.m.a que varía entre los 18° C y 19° C y con un régimen de lluvias en verano, mayo-septiembre. Precipitación anual total de 450 a 630 mm, siendo el mes de Julio el más lluvioso, alcanzando 145 mm y el mes de febrero el más seco, con precipitación menor a 3 mm.

#### **2.3.3.1 Precipitaciones en 24 horas.**

El análisis probabilístico de lluvias máximas en 24 horas, utilizadas para la determinación de las crecientes que genera la cuenca tributaria de la Presa “El Carmen”, se basó en el registro de precipitaciones de la estación climatológica El Zamorano. El periodo del registro de lluvias abarca 40 años (1980 - 2019) y a efecto de determinar las lluvias de diseño para diferentes periodos de retorno en este caso nos enfocaremos en la Gumbel.

Se requieren como insumo los registros de las variables de interés, para este caso, la precipitación máxima en 24 horas. Representamos Gumbel con las siguientes ecuaciones considerando la precipitación máxima. Anexo de estadísticos en datos complementarios.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \text{Cálculo de la media.}$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad \text{Cálculo de la varianza.}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{Cálculo de la desviación estándar.}$$

Obtención de parámetros  $\beta$

$$\text{Si } S = \frac{\beta\pi}{\sqrt{6}}; \text{ despejando } \beta = \frac{\sqrt{6}}{\beta\pi}.$$

Obtención de parámetros  $\mu$

Si  $\bar{x} = \mu + \gamma \beta$ , donde  $\gamma = 0.5772$ , despejando tenemos

$$\mu = \bar{x} - \gamma \beta$$

$$y_t = -\ln\left[1 - \ln\left(\frac{T-1}{T}\right)\right].$$

$$x_t = \mu + \beta y_t$$

*Nota: Estas formulas son utilizadas para determinar el análisis probabilístico de las precipitaciones acorde a periodos de retorno.*

### 2.3.3.2 Hidrometría.

No se cuenta con registro alguno que permita conocer de manera directa, la magnitud de los escurrimientos, ni de las crecientes ocurridas en el río “El Pinal”. Para efectos del cálculo de los escurrimientos mensuales que ingresan al vaso de la Presa; al análisis del funcionamiento de dicho vaso y posteriormente, la determinación de la magnitud de crecientes que puede generar la cuenca hidrográfica en estudio, se recurrió al uso de métodos de análisis lluvia escurrimiento para cuencas pequeñas, basados en los datos de precipitación mensual disponibles para el periodo 1980-2012, así como en el registro de precipitaciones máximas en 24 horas, con que se cuenta desde el año 1980 al 2019 en la estación climatológica base adoptada; en este caso la estación El Zamorano, por ser la que tiene mayor influencia en la cuenca en cuestión. La capacidad para azolves fue obtenida del plano de sobre-elevación de la Presa llevada a cabo por la SARH. En julio de 1999 la empresa Sistemas Hidráulicos y Ambientales S.A. de C.V. efectuó el levantamiento topográfico-batimétrico del vaso de la Presa, como parte de los estudios técnicos que la Comisión Estatal de Aguas (CEA) contrató para analizar la factibilidad de construcción de la Presa “El Picacho”, como fuente de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Santiago de Querétaro. Con base en el estudio topográfico se verificó que después de los casi 20 años transcurridos desde la fecha de sobre-elevación

hasta 1999, la capacidad disponible para azolves en el vaso de la Presa, había variado de 335,000 m<sup>3</sup> a 187,000 m<sup>3</sup>. Lo anterior significa una pérdida por azolvamiento en dicho lapso de tiempo, del orden de 148,000 m<sup>3</sup>, lo cual da un ritmo promedio de depósito de azolve, de 7,400 m<sup>3</sup> por año. Aceptando que dicho ritmo se mantuvo desde 1999 a la fecha, entonces el volumen de azolvamiento depositado en los últimos 21 años, sería del orden de 155,400 m<sup>3</sup>. Esto representa una pérdida total de 303,400 m<sup>3</sup> en el espacio reservado para el depósito de azolve cuando fue sobre-elevada la Presa. Con base en todo lo anterior, el volumen disponible actual para el depósito de azolves, puede estimarse del orden de 31,600 m<sup>3</sup>. (CEA, 2021)


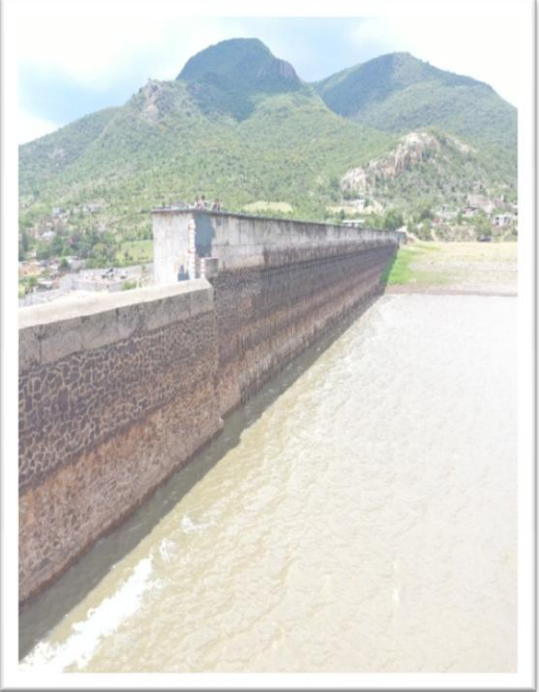
A efecto de comprobar la veracidad de lo expuesto, no estaría de más que, como parte de la inversión económica para las obras constructivas del nuevo sistema de riego, pudiera destinarse una porción de la misma para efectuar un levantamiento batimétrico actualizado del vaso.

### 2.3.3.3 Periodos de Retorno

*Tabla 6 Capítulo I, Zonas vulnerables, capítulo Periodos de Retorno*



CUENCA HIDROGRAFICA	PERIODOS DE RETORNO (Tr)						
PRESA "EL CARMEN"	10	25	50	100	500	1,000	10,000
Gasto Máximo en m3/s)	12.17	29.04	46.03	66.85	128.38	162.21	308.23
Cuadro 3, Capítulo IV Periodos de Retorno Datos completos en complementarios							

### 2.3.3.4 Tipo y altura de la cortina

ANTES	AHORA
 <p data-bbox="235 1010 813 1073"><i>Ilustración 11 Capítulo I, cortina colapsada (autor Luis Galicia.)</i></p>	 <p data-bbox="841 1010 1430 1073"><i>Ilustración 12 Capítulo I, Cortina Reparada (Autor: Ma. Jacqueline Chávez)</i></p>
<ol data-bbox="272 1115 813 1692" style="list-style-type: none"> <li>1. Cortina: de tipo rígido, de mampostería, junteado con calhidra, con una longitud: 405 m.</li> <li>2. Ancho de corona de 3 m.</li> <li>3. Altura máxima de 30 m y elevación de 2060.75 m.s.n.m.,</li> <li>4. Volumen de almacenamiento de 4,350 0000 m<sup>3</sup>.</li> <li>5. Capacidad útil: Se desconoce.</li> <li>6. Capacidad de azolves: Se desconoce</li> </ol>	<ol data-bbox="873 1115 1430 1692" style="list-style-type: none"> <li>1. Cortina: de tipo rígido, de mampostería, junteado con cemento con una longitud actual de 405 m.</li> <li>2. Ancho de corona de 3 m.</li> <li>3. Altura máxima de 32 m y Elevación de 2060.75 m.s.n.m.,</li> <li>4. Volumen de almacenamiento de 3 608 200 m<sup>3</sup>.</li> <li>5. Capacidad útil de 3'421,200 m<sup>3</sup>.</li> <li>6. Capacidad de azolves de 187,000 m<sup>3</sup> actual.</li> </ol>

### 2.3.3.5 Características de la toma de la Obra.

Obra de toma: tipo tubería a presión, ubicada en margen izquierda y operada mediante dos válvulas, una de compuerta y otra de mariposa, una para servicio y otra de emergencia.

ANTES	AHORA
	
<p><i>Ilustración 13 Capítulo I, Área de desfogue (autor Luis Galicia)</i></p>	<p><i>Ilustración 14 Capítulo I, bomba de desfogue(Autor: Desconocido)</i></p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diámetro: 30 pulg.</li> <li>2. Longitud de tubería: se desconoce.</li> <li>3. Base de cortina: 15 m.</li> <li>4. Medidor de flujo: no existía.</li> <li>5. Caudal de operación: se desconoce</li> <li>6. Carga mínima considerada: no considerada.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diámetro: 24 pulg.</li> <li>2. Longitud de tubería: 13 m</li> <li>3. Base de cortina: 21 m.</li> <li>4. Medidor de flujo: de propela tipo silleta de 24" diámetro.</li> <li>5. Caudal de operación: 635 lps.</li> <li>6. Carga mínima considerada: 2.60 m elevación: 2048.95 m.s.n.m.</li> </ol>

### 2.3.3.6 Ancho y Altura del Vertedero.

ANTES	AHORA
-------	-------



*Ilustración 15 Capítulo I, destrucción del vertedor al derecho (autor Luis Galicia)*



*Ilustración 16 Capítulo I, Vertedor actual, (Ma. Jacqueline Chávez)*

1. Vertedor: lateral ambos lados con descarga obstruida por palma (tipo suadero) para aumentar el almacenamiento de agua.
2. Longitud de vertido de 1.50 m., de cada lado.
3. Carga sobre la cresta: se desconoce,
4. Coeficiente de descarga: se desconoce
5. Gasto máximo regularizado: se desconoce.

1. Vertedor: Central, de descarga libre con estructura de control perfil tipo cimacio de mampostería,
2. Longitud de vertido de 132.00 m.,
3. Carga sobre la cresta de 2.07 m.,
4. Coeficiente de descarga de
5. Gasto máximo regularizado de 791 m<sup>3</sup>/s.

Para terminar la corona actual de la cortina está construida con pavimento de concreto hidráulico, un barandal de alma cerrada de concreto hidráulico armado, y otro barandal con una cadena, castillos y tubo de acero, así mismo el vertedor fue construido en concreto hidráulico y probablemente armado de acero.

### 2.3.3.7 Talud aguas arriba

El río tiene la denominación de arroyo “Gachupines” y a lo largo de su trayecto hasta el sitio de la Presa “El Carmen”, cambia de denominación a arroyo “Grande” y después al de río “El Pinal; asimismo recibe la incorporación de arroyos afluentes, siendo los principales los denominados “Las Minas”, “La Yerbabuena”, “Escalerillas”, “El Garabatillo”, “San Lorenzo”, “El Zapote”, “El Xoconostle” y “El Puerto de Aire”, aguas arriba. (Olvera, Análisis de Hidrología Forense Presa del Carmen 1925, 2020)

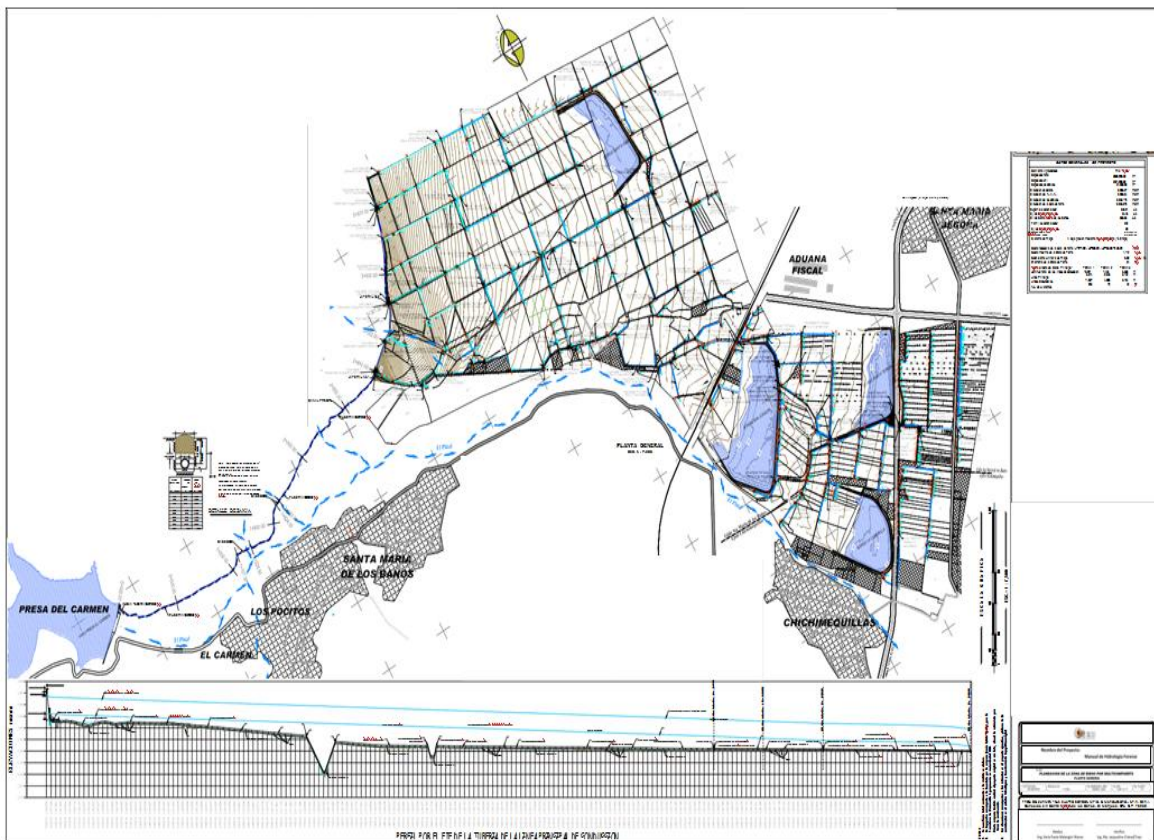


Ilustración 17 Capítulo I Esquema hidrográfico de la cuenca Presa “El Carmen”

### 2.3.3.8 Talud aguas abajo.

Aguas abajo, no cuenta con antecedentes de una estación hidrométrica que permita disponer de registros históricos de sus escurrimientos incipientes o de los datos de sólidos en suspensión, hasta el año 2019 la Unidad de Protección Civil del Municipio El Marqués Coloco 22 estaciones de mediciones donde unas de



ellas están localizadas en Chichimequillas, Los Pocitos y San Vicente Ferrer. (TEMPORADA, 2020).

### 2.3.3.9 Escurrimientos.

Los escurrimientos que aporta la cuenca del río “El Pinal” hasta el sitio de la Presa “El Carmen”, fueron calculados a partir de los registros de precipitación de la estación base, el área cuenca, así como de los coeficientes de escurrimiento anual correspondientes, según la fórmula general:

$$Ve = A * C * p * F$$

Donde:

Ve = volumen escurrido en la cuenca en miles de m<sup>3</sup>.

A = área de la cuenca en km<sup>2</sup>.

p = precipitación en la estación base, en mm.

F = factor de corrección de la precipitación de la estación base, para deducir la correspondiente en la cuenca = precip. Media anual en centro de gravedad de la cuenca / precip. Media anual en la estación base.

En los cuadros correspondientes, se muestran los cálculos efectuados para determinar los coeficientes de escurrimiento variables y los volúmenes de escurrimiento anual, durante el periodo de análisis 1980-2012.

El coeficiente de escurrimiento promedio obtenido para la cuenca de la Presa “El Carmen”, es 10.86 % y el volumen escurrido medio anual estimado: 8.775 millones de m<sup>3</sup>.

Del volumen escurrido medio anual, 7.457 millones de m<sup>3</sup> corresponden al escurrimiento que ocurre durante el periodo de lluvias comprendido entre los meses de mayo a octubre y 1.318 millones de m<sup>3</sup> al escurrimiento medio registrado durante los estiajes de noviembre a abril.

*Tabla 7 capítulo I usos y cubiertas del suelo considerados en la cuenca para determinar el coeficiente de escurrimiento (Cuenca de la Presa El Carmen)*

USO O CUBIERTA DEL SUELO	SUPERFICIE	TIPO DE SUELO	VALOR "k"
	KM <sup>2</sup>		
Cultivos en hilera	7.74	B	0.25

Bosque (cubierto del 50 al 75%)*	45.15	B	0.20
Pradera permanente	12.9	B	0.22
Áreas incultas y desnudas	51.6	B	0.28
Cascos y zonas con edificaciones	7.73	C	0.31
Caminos y veredas	3.87	B	0.30
Suma:	128.99		
* Clasificación respecto de los factores hidrológicos y no con base a la producción de madera.			
FÓRMULAS UTILIZADAS PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO			
Para "k" menor o igual a 0.15:			
		$C_e = k (P - 250)/2000(1)$	
Para "k" mayor a 0.15:			
		$C_e = k (P - 250) / 2000 + (k - 0.15)/1.5(2)$	

Tabla 8 Capítulo I cálculo del coeficiente de escurrimiento y el volumen escurrido medio anual

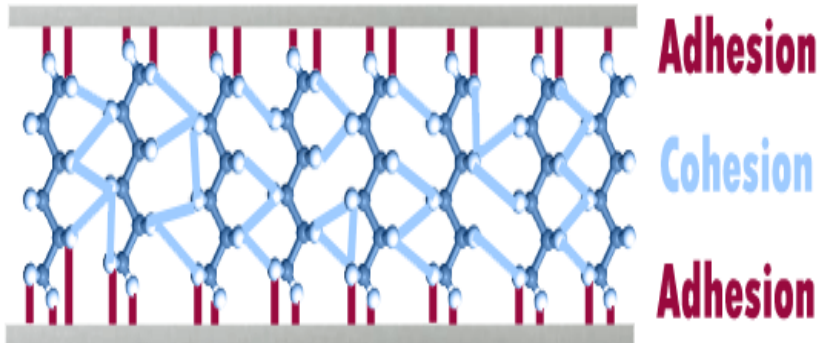
Proyecto:	Presas El Carmen Y Sus Cuatro Bordos			
Municipio	El Marqués			
Estado:	Querétaro			
Estación climatológica base: El Zamorano				
Ubicada en el estado de: Querétaro				
DATOS:	Periodo de estudio considerado:			1980-2012
	Superficie de la cuenca en estudio: (km <sup>2</sup> )			128.99
	Precipitación en el centro de gravedad de la cuenca: (mm)			607.0
	Precipitación promedio en la estación base: (mm)			608.9
RESULTADOS				
ANO	PRECIPITACION N	COEF. DE ESC. VARIABLE	Ce*A*F	VOL. ESC. ANUAL
	(mm)	(Ce)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )
1980	578.0	0.1048	13,480,897	7,791,959
1981	728.2	0.1234	15,862,247	11,550,888
1982	464.2	0.0908	11,676,653	5,420,302
1983	686.9	0.1183	15,207,455	10,446,001
1984	506.3	0.0960	12,344,128	6,249,832

1985	668.1	0.1159	14,909,390	9,960,963
1986	594.7	0.1069	13,745,668	8,174,549
1987	310.7	0.0719	9,242,983	2,871,795
1988	551.6	0.1016	13,062,338	7,205,186
1989	685.2	0.1181	15,180,502	10,401,680
1990	710.6	0.1212	15,583,207	11,073,427
1991	780.7	0.1298	16,694,609	13,033,481
1992	900.1	0.1446	18,587,639	16,730,734
1993	489.0	0.0939	12,069,845	5,902,154
1994	479.6	0.0927	11,920,812	5,717,222
1995	340.4	0.0755	9,713,863	3,306,599
1996	679.7	0.1174	15,092,681	10,257,904
1997	737.3	0.1245	16,006,523	11,801,609
1998	712.8	0.1215	15,618,087	11,132,572
1999	693.4	0.1191	15,310,509	10,616,307
2000	608.6	0.1086	13,966,046	8,499,735
2001	542.0	0.1004	12,910,134	6,997,293
2002	699.5	0.1198	15,407,222	10,777,352
2003	609.6	0.1087	13,981,900	8,523,366
2004	688.7	0.1185	15,236,363	10,493,639
2005	422.5	0.0857	11,015,519	4,654,057
2006	755.5	0.1267	16,295,075	12,310,929
2007	745.5	0.1255	16,136,530	12,029,783
2008	562.0	0.1029	13,227,225	7,433,700
2009	562.5	0.1029	13,235,152	7,444,773
2010	586.6	0.1059	13,617,246	7,987,877
2011	409.5	0.0841	10,809,780	4,426,857
2012	603.1	0.1079	13,878,846	8,370,332
PROMEDIO Ce =			<b>10.8646</b>	<b>%</b>
VOLUMEN ESCURRIDO MEDIO ANUAL:			<b>8,775,602</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

### 2.3.4 Ingeniería en Materiales.

Si retrocediéramos en el tiempo observaríamos la cantidad de materiales que han existido al largo de la historia, incluso se encontraban de manera natural siendo su uso en actividades recreativa como la pintura o fabricación de utensilios, pero sobre todo dejando huella en vestigios donde los adhesivos fungen como junta en las construcciones de la época. En el siglo XX con el desarrollo de la revolución industrial dio paso para que la ciencia y la tecnología impulso a la investigación para el desarrollo de los polímeros y su sintetización. (Plataforma Digital de Economía, 2020)

Pero fue hasta los años de 1940 donde permitieron realizar uniones estructurales metálicas donde Eduard Preiswerk descubre el epoxi, abriendo una mayor posibilidad de aplicación de adhesivos. (adhesivos, 2000)



*Ilustración 18 capítulo IV acción de aditivos*

En el caso de la Presa del Carmen al ser construida a inicios de siglo XX, es importante determinar la clasificación de la Presa, pueden existir Presas rígidas o flexibles, en este caso a lo observado existía una adhesión de cantera-cohesión caliza, o adhesión de riolita –caliza dado que en esas fechas no existen otros materiales de unión. Sin contar que a lo largo de los años la Presa sufrió modificaciones significativas en su estructura siendo los principales materiales, cementos, arena, cal y materiales metálicos.



Ilustración 19 Capítulo I Monten de caliza 1957(autor Luis Galicia)



Ilustración 20 Capítulo IV actores de la restauración 1957(autor Luis Galicia)

### 2.3.4.1 Clasificación de los materiales.

La clasificación de los materiales dependerá de su composición estructural, es posible observar estos arreglos a diferentes escalas desde un angstrom hasta infinidad de milímetros. (R. Askeland, Fulay, & Wright, 2011)

Iniciaremos indicando que algunos materiales pueden ser cristalinos o amorfos.

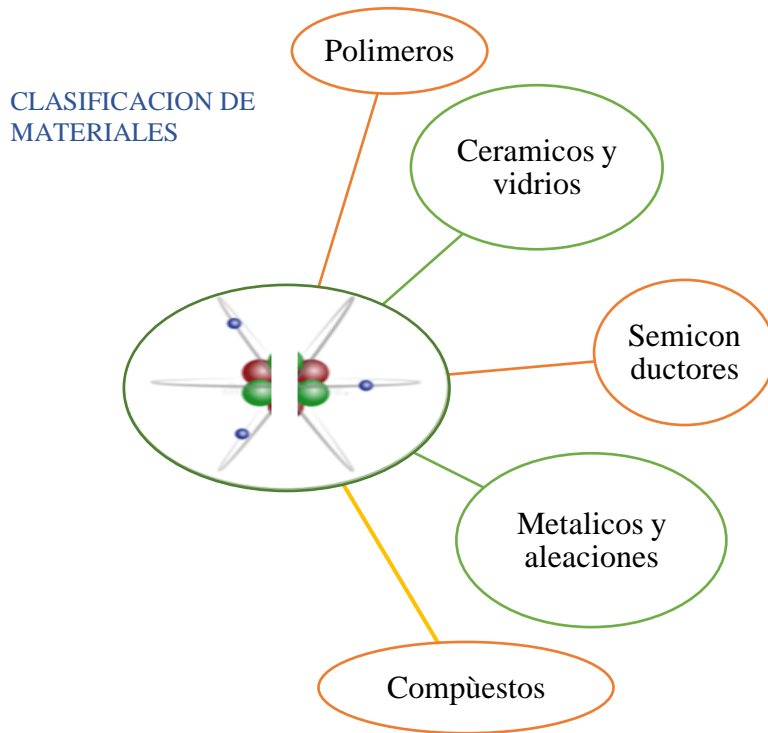
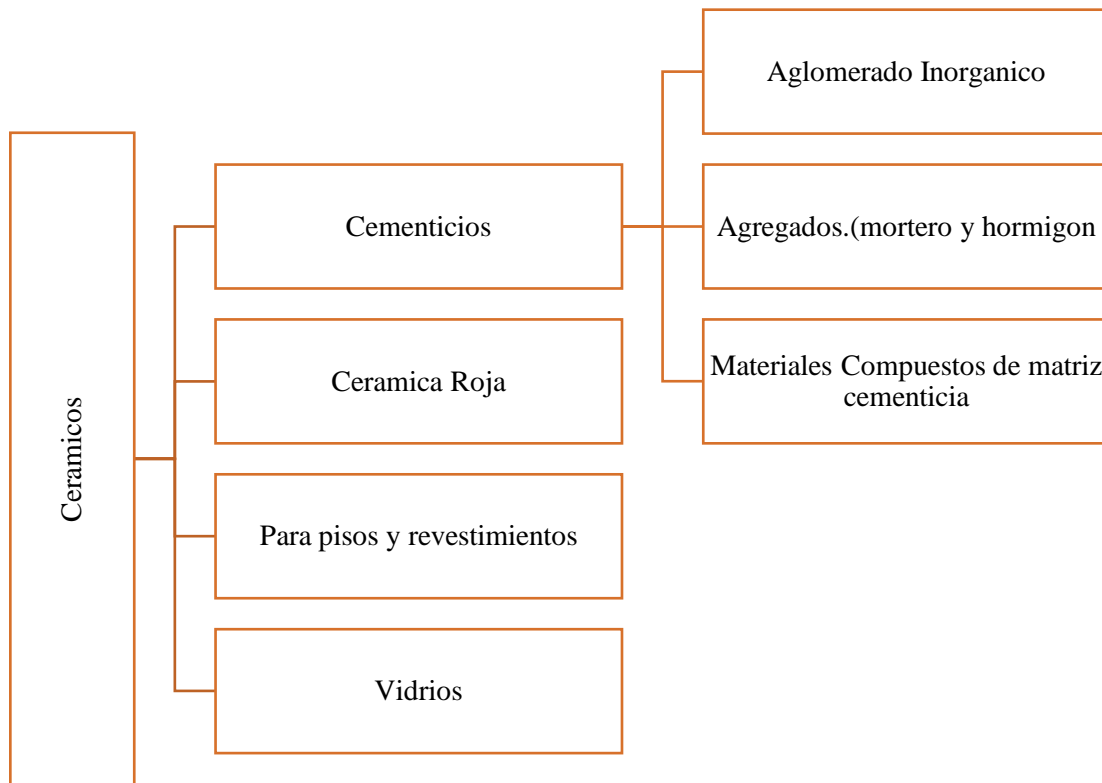


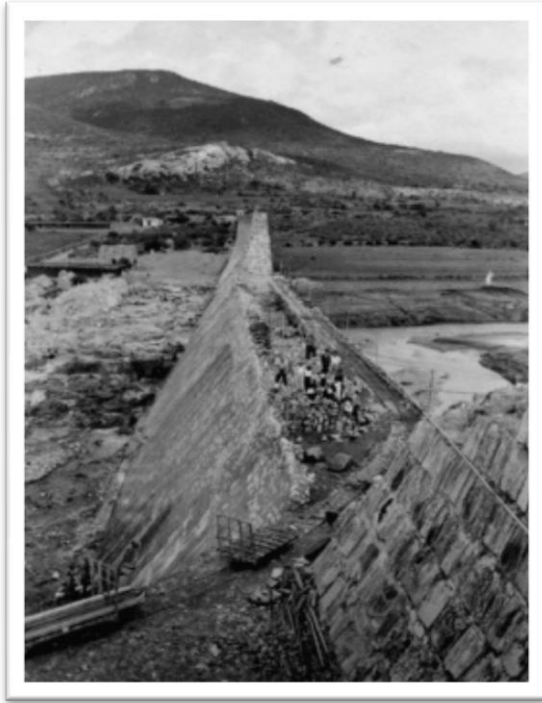
Ilustración 21 Capítulo I estructuras de los materiales.

En cuanto a materiales Cerámicos y Metálicos incluiremos su subclasificación para visualizar el enfoque hacia la construcción de una Presa, (R. Askeland, Fulay, & Wright, 2011) recalcan que en la actualidad los polímeros son parte esencial en la construcción, puntos que se deberán consultar en análisis de hidrología forense con respecto al estudio de otra Presa.

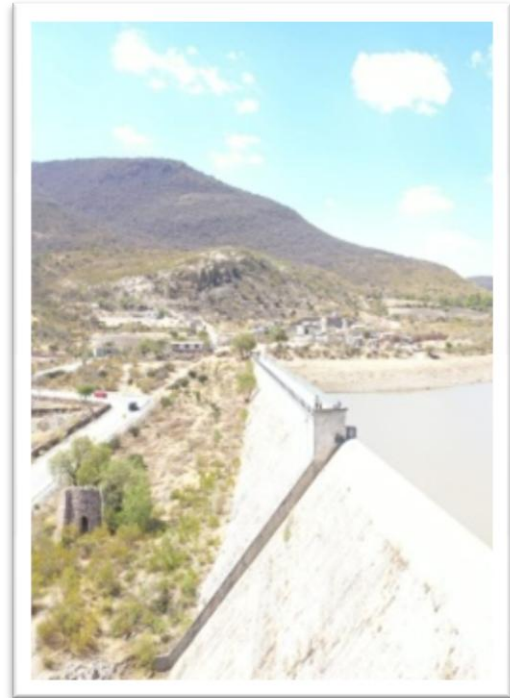


*Ilustración 22 Capítulo I, Clasificación de Cerámicos. (R. Askeland, Fulay, & Wright, 2011)*

### 2.3.4.2 Propiedades y Estructuras de los materiales.



*Ilustración 23 Capítulo I Materiales para la reconstrucción 1957 (autor Luis Galicia)*



*Ilustración 24 Capítulo I Materiales Actuales (autor Ma. Jacqueline Chávez)*

Un análisis detallado de los materiales, conforme a la fotografía 11 de los años 1957 se puede constatar que la Presa fue construida efectivamente de dos formas donde su cortina fue de materiales rígidos y flexibles; el resultado relleno de tierra enrocado (con núcleo de arcilla central compactado, zonificada con transiciones y drenes), el material de revestimiento de mampostería junteado con mezcla. Se observa también hacia sus costados cantera de  $1\text{m}^2$ ., unida con caliza y otros materiales, referencias que se pueden observar en la actualidad.

Sin embargo, aguas abajo se encontraron vestigios natos a la ruptura de la Presa de 1925, donde su conglomerado refleja piedra empacada (mampostería) con mezcla de cal hidra. (cal viva)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{calor}$ . (Molina, 2016).

#### **2.3.4.3 Tipos de sólidos deformables.**

En cuanto a los tipos de sólidos deformables, existe arreglos atómicos donde, aunque la estructura del material cambia, o sus propiedades difieran, se debe considerar la composición, la resistencia, el peso, propiedades de absorción de energía, o bien la maleabilidad (William F. Smith, 2004). Muestra clara es la estructura del carbón con respecto al diamante, recordemos la frase “La materia no se crea ni se destruye, solo se transforma”, al definir el término esfuerzo o deformación encontramos que influye uno sobre el otro y determinaríamos que la elasticidad o plasticidad de los materiales es unitaria.

En relación al análisis de la Presa el Carmen dependerá de las propiedades mecánicas con las que fue construida, específicamente existen dos tipos de materiales y la deformación que sufre cada uno de ellos, los cerámicos tiene alta resistencia excepcional bajo compresión, sin embargo, los metales además de la resistencia, existe alta rigidez conductividad, formalidad.

Al determinar que las estructuras sean cristalinas o amorfas, en cualquier diseño se deben considerar aspectos como efectos de ambientes diversos, aumento o bajas temperaturas, esfuerzos cíclicos, impacto súbito, corrosión u oxidación, con ello determinaciones que las propiedades de los materiales no se solo dependen de la composición, factores como la zona, el tiempo y entorno donde se desarrolló o proceso el material influye de manera significativa.

Por ejemplo, recordemos que cemento fue descubierto en 1824 (R. Askeland, Fulay, & Wright, 2011), donde la clasificación que hoy en da existe estaba

#### **2.3.4.4 Principales materiales para la construcción de Presas.**

Vidaud, (2013) cita que a pesar que el cemento Portland en la época del siglo XIX era considerado uno de los principales aspectos para la construcción de Presas, generalmente las Presas de esa época eran construidas con los materiales propios de la región.

Aunado a ello que han existido avances tecnológicos en la elaboración de otros materiales considerados son base fundamental en la construcción de Presas, represas o sistemas de captación de agua, tal es el caso de las esclusas o



el gran puente transoceánico que une el océano pacífico y el Atlántico a través del istmo de Panamá, de ahí nace el gran canal de Panamá. (Chaparro, 2018)

En el caso de la Presa del Carmen su principal construcción fue de Riolita, basalto, caliza, y cantera entre otros materiales.

### 2.3.5 Clasificación de la Presa.

Para la clasificación de las Presas nos basaremos en la (Instrucción para el proyecto, 2016) ICOLD de manera internacional, donde ajustaremos ese marco normativo acorde a los estatutos que nos competen de manera nacional y para ello recurrimos a la NMX-165-SCFI-2015, con la finalidad de analizar las características principales de la Presa en estudio, así mismo se sugiere que en este manual se ajusten a los marcos normativos competentes.

A) Presas de fábrica:

- Gravedad P
- Contrafuertes F
- Bóveda de radio constante VRC
- Bóveda de ángulo constante VAC
- Bóvedas múltiples VM
- Cúpula C
- Cúpulas múltiples DM

B) Presas de materiales sueltos: De tierra T De escollera E

C) Presas mixtas.

D) Presas de tipos especiales.

*Tabla 9 Capítulo I Clasificación preliminar de riesgo*

Clasificación preliminar de Riesgo	Descripción
Alto	La falla de la obra es muy probable y en caso de suscitarse, las afectaciones incluyen la pérdida de vidas humanas o daños

	ambientales graves.
Medio	La falla de la obra es probable y en caso de suscitarse, las afectaciones serían principalmente materiales y ambientales limitadas.
Bajo	La falla de la obra es poco probable y en caso de suscitarse, las afectaciones materiales serían escasas y limitadas a la obra
Tabla de la NMX-165-SCFI-2015	

Sera recomendable utilizar para análisis o normativa las variables que Incluyen los otros párrafos del NMX-165-SCFI-2015, podemos citar que la cortina rebasa la longitud 15 metros de altura establecidos por la norma.

Riesgo. En cuanto al riesgo también consideraremos la norma antes citada en base a los estatutos y cálculos que indican.

Estimar el riesgo de la Presa con la siguiente fórmula:

$$R_{N\$} = P_c * P_R * C_{N\$}.$$

Donde:

$R_{N\$}$  =Riesgo anualizado expresado en términos de pérdida de vidas (H) o en términos monetario del daño.

$P_c$  =Probabilidad anual de ocurrencia de una amenaza o acción que pueda causar la falla de la Presa: carga hidráulica del embalse, carga sísmica, desbordamiento, entre otros.

$P_R$  =Probabilidad anual de ocurrencia de un mecanismo de falla o de la respuesta de la Presa dada la ocurrencia de  $P_c$

$C_{N\$}$  =Consecuencia de la falla de una Presa expresada en términos de pérdida de vidas (H) o en términos monetarios del daño (\$), dada la ocurrencia de  $P_r$

La valoración de consecuencias debe expresarse en términos de pérdida de vidas humanas (H), o en términos económicos mediante el intercambio de valores monetarios en las relaciones Costo/Beneficio. Para lo anterior, el costo de daños a los bienes como consecuencia de la falla de una Presa puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{i} \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^N} \right] S$$

P =Valor futuro del bien.

i =Tasa de descuento.

N =Vida útil esperada del bien.

S =Valor anual de los servicios aportados del bien.

La estimación de daños debe incluir:

- pérdida de ingresos por los servicios que ofrece la Presa
- costo de reposición o rehabilitación de la propia Presa
- daños a bienes estimados por reparación, reemplazo y/o remoción
- pérdida del ingreso por actividades interrumpidas en áreas comerciales, agrícolas e industriales, entre éste el pago de salarios a trabajadores
- costos de acciones de respuesta antes y durante la emergencia y del restablecimiento de actividades después de la misma
- los ambientales.

En el caso de pérdidas que no puedan valorarse en términos monetarios, tales como: los monumentos históricos, especies en peligro de extinción, obras de arte, prestigio de las instituciones, deben identificarse como valores intangibles.

Considerando las valoraciones de consecuencias de una falla de la Tabla 2, así como los resultados obtenidos con los criterios mencionados en los niveles de clasificación de consecuencia alta y media en términos de pérdida de vidas humanas para una Presa, son inaceptables probabilidades de falla mayores de  $1 \times 10^{-4}$  o efectuarse acciones de reducción de riesgo conforme a los criterios de aceptación de riesgo que se indican en la Grafica 1

Tabla 10 Capítulo IV. Clasificación de consecuencias o potencial de daños aguas abajo de una Presa

Consecuencias de una Falla			
Clasificación de Consecuencias	Pérdida de Vidas Humanas	Daños Materiales Posibles	Daños Ambientales b
Alta	Población > 100 personas	Daños a casas habitación, desarrollos industriales, comerciales, de servicios públicos, o a instalaciones de recreación permanentes. Interrupción de líneas vitales o vías de comunicación principales, o de instalaciones estratégicas esenciales y accesos de servicio críticos a).	No es factible mitigar la contaminación o daño ambiental
Media	Población en riesgo entre 10 y 100 personas	Daños en zonas habitacionales rurales o casas habitación aisladas donde no existen desarrollos urbanos, o el uso del suelo es para actividades transitorias o instalaciones de recreación temporal de duración semanal. Interrupción de vías de comunicación secundarias, líneas vitales o de instalaciones y accesos de servicios secundarios no esenciales.	Es factible mitigar la contaminación o daño ambiental
Baja	Población en riesgo < 10 personas	Daños en zonas agrícolas donde no existen instalaciones o desarrollos permanentemente habitados: granjas, bosques, tierras agrícolas, caminos rurales y vecinales. Sin interrupción de vías de comunicación principales, ni de líneas vitales o de instalaciones estratégicas y accesos de servicios críticos.	Sin contaminación y sin daño ambiental

Notas:

a) Instalaciones estratégicas esenciales: Instalaciones médicas, vías de comunicación principales (puentes, vados, carreteras federales y autopistas, vías de ferrocarril, caminos y accesos a presas, vertederos o a instalaciones estratégicas para el país). Líneas vitales: acueductos, oleoductos, gasoductos, líneas de transmisiones eléctricas y telefónicas y canales. Vías de comunicación secundarias (puentes, vados, carreteras estatales, caminos rurales vecinales rurales).

b) Daño potencial a la biodiversidad y ecosistemas frágiles o únicos

## **2.4 Ciencias forenses.**

Oswaldo Tiegui dice que "La criminalística puede ser considerada como ciencia con objeto y métodos propios por cuanto es una disciplina que amalgama todos los estudios relativos a la técnica del crimen". Esta disciplina aplica siete principios fundamentales los cuales se presentan a continuación, están realizados de una manera óptima nos ayudaran a conocer él o los responsables de dicho acto y derivara en una dinámica que nos acerque más a conocer como en realidad sucedió el hecho que se está investigando. (Pimentel, 2015).

### **2.4.1 Conceptos Básicos Forenses**

#### **2.4.1.1 Principio de uso**

Al cometerse un hecho delictuoso el o los causantes de dicha conducta siempre implementaran el uso de agentes vulnerables para perpetrar sus delitos entre estos agentes tenemos los mecánicos que son aquellos en los cuales se implementará una fuerza para ser utilizados como lo pueden ser un martillo, una cuerda, un cuchillo o inclusive las manos, los pies o cualquier otra parte del cuerpo que pueda causar un menoscabo en la víctima; encontrando también los agentes físicos como lo es el fuego, la electricidad, el calor; los agentes químicos como lo son todo tipo de venenos, drogas o sustancias tóxicas; y por último encontramos lo agentes biológicos en los cuales se engloban todos aquellos fluidos corporales, virus, microbios etc. (Ospina, 2016).

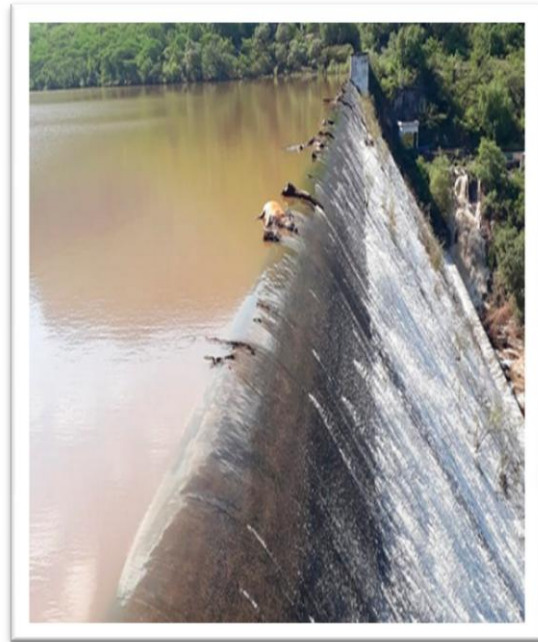
#### **2.4.1.2 Principio de Producción**

Resulta fundamental hacer una inferencia del medio causal que produjo los hechos, para lo cual es importante observar con detenimiento la escena del crimen. Cuando se realiza un hecho criminal el causante siempre dejara indicios de diferente variedad morfológica en el lugar, ya que sus acciones producirán rastros diversos que darán señales de que estuvieron ahí, en algunos casos las huellas serán latentes esto quiere decir que no se ven a simple vista ya que es necesario utilizar lentes de aumentos o diversos reactivos para encontrar dicha marca y en otros casos los rastros o vestigios se podrán apreciar a simple vista.

En este punto, podemos citar que aguas arriba existe una Presa denominada "Presa Mocha" "no se tiene dato, pero si fue obstruido su dren, tal vez pudo ser causa de un talud aguas arriba,

En el caso de la Presa del Carmen estos rastros de agente o instrumentos naturales serian aplicados a los materiales pétreos como los maderos, palmas, basura y demás que impedía la afluencia del vertedor en los años de 1925, acorde a entrevistas por los nativos de la comunidad aledañas.

La cantidad de agua en cuanto a precipitaciones y escurrimientos acorde a la lectura de efemérides de Querétaro (Frías, 2005)



*Ilustración 25 Capítulo 1, Protección civil el Marqués, Diario de Querétaro*

#### 2.4.1.3 Principio de intercambio

Al consumarse un hecho, y de acuerdo con las características del mecanismo empleado para su ejecución, usualmente deberá producirse un intercambio de indicios entre el autor, la víctima y el lugar de los hechos. Se trata de un principio físico básico, pues al entrar en contacto dos objetos, necesariamente habrá transferencia de elementos materiales entre ambos. (Pimentel, 2015).

El intercambio entre el causante y el lugar de los hechos se da de manera más simple debido a que el o los causantes de manera accidental o imprudencial pueden dejar alguna huella o rastro en la zona del suceso como lo puede ser una huella dactilar, una mancha de sangre, estas son algunas de las maneras de generarse este principio. Sin embargo, Ruiz Chunga describe las diversas modalidades de intercambio que se pueden producir con relevancia Criminalística:

Intercambio entre el autor y la víctima. - El violador sexual deja su semen en la víctima virgen y sangre del himen de la víctima pasa al pene del agresor sexual.

Intercambio entre el autor y la escena. - El homicida deja barro de su zapato en la escena, oficina alfombrada, y la escena le pasa fibras de la alfombra al zapato del autor.

Intercambio entre el autor y el medio empleado. - El autor de un homicidio con revolver se lleva en su mano restos metálicos de disparo y deja en la cache del revolver sus huellas digitales.

Intercambio entre la víctima y la escena. - La víctima asesinada con una piedra en una playa deja su sangre en la escena primaria y al ser trasladada a una escena secundaria donde se halló el cadáver, se lleva arena de dicho lugar.

Intercambio entre la víctima y el medio empleado. - La víctima de un asesinato con cuchillo, dejará rastros de su sangre en el arma.

Intercambio entre el medio empleado y la escena. - Una pata de cabra, vieja y oxidada, deja algo de óxido en el marco de la puerta, y en ella se encuentra restos de viruta de la madera de la puerta fracturada. (Pimentel, 2015)

En este principio la ruptura de la Presa del Carmen, ubicada en El Carmen, El Marqués, Qro. Deja una huella invaluable la pérdida de vida siendo una niña por nombre "Paulina N" que llevaba el almuerzo aguas abajo. Hechos que se recuerda y duele hoy en día.

No se tiene dato de la cuantificación los daños, económicos que dejo con el desbordamiento aguas abajo. (Ruiz, 2021).

#### 2.4.1.4 Principio de correspondencia de características

Pimentel (2015) indica que cuando se presenta cuando un agente vulnerante deja impresa sus características sobre el cuerpo en el cual impacta o se superpone, como ejemplo de esta correspondencia es cuando un vehículo impacta en contra de un poste, las particularidades del poste quedarán impresas sobre la parte del auto que tuvo contacto contra dicho objeto, en la actualidad el maltrato infantil se ha incrementado en los últimos años encontrando esta

característica en los niños que lo han padecido, cuando los tutores o cuidadores de estos menores le causan quemaduras con la plancha dejando impresa la forma del agente sobre la anatomía del menor, la marca de una cuerda dejará impresa sus características sobre el cuello de un sujeto que se suicidó etc.

Hasta el momento no se tiene información de la Presa en lo que respecta a este principio, sin embargo, en el capítulo II se compila información relevante obtenida mediante anécdotas de avecinados a la zona.

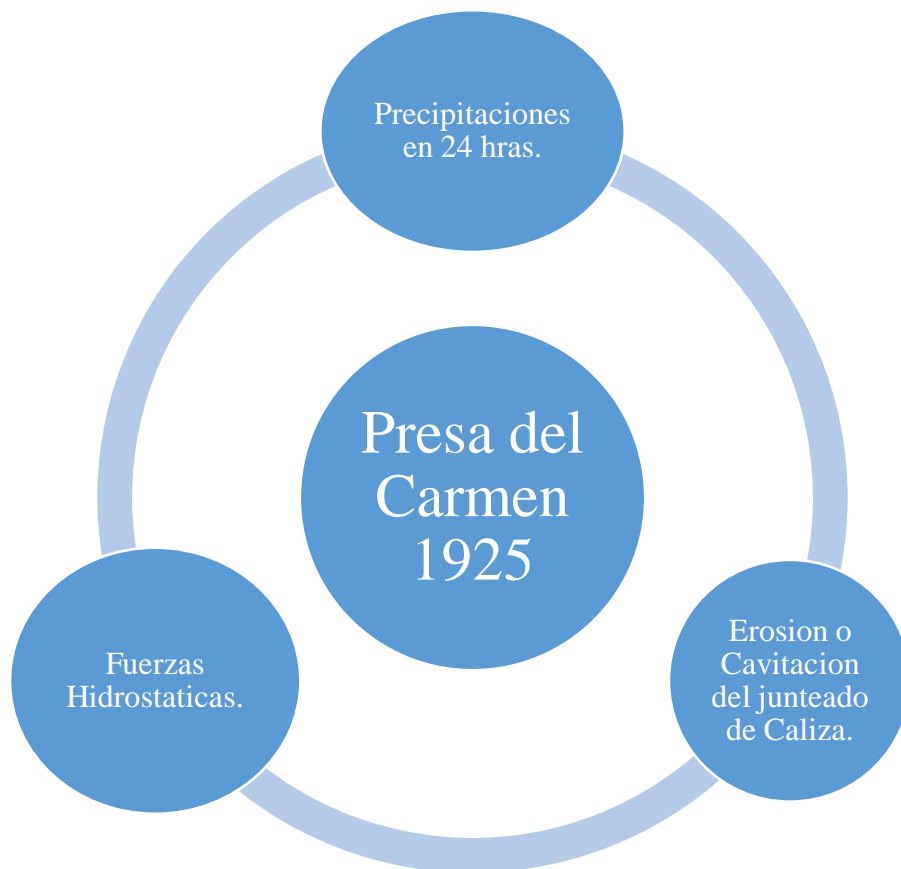
El agente vulnerante que deja es el sentir de la sociedad, sin embargo, “quien no conoce la historia de su Pueblo está condenado a repetirlo”, muestra clara es la explotación demográfica de la zona que se asienta en la rivera del dren.

#### 2.4.1.5 Principio de reconstrucción de hechos o fenómenos

Pimentel (25015) Considera cada uno de los resultados de los cuatro anteriores para poder hacer una reconstrucción que logre acercándose más a conocer lo que en realidad sucedió, recreando una dinámica de hechos que nos acerque a conocer de manera precisa las actividades de lo que pudo haber ocurrido y dio como desenlace el hecho presuntamente ilícito que se investiga.

Dentro del abordaje de estos principios utilizados en la criminalística durante una investigación, se debe de tomar en cuenta que los principios antes mencionados son utilizados primordialmente en el lugar del suceso ya que es la fuente indiciaria primaria nos dará las primeras manifestaciones de que en realidad ahí sucedió algo, en cuanto a los dos principios restantes estos serán analizados dentro de los diferentes laboratorios a los cuales sean remitidos los indicios para posteriormente convertirse en una evidencia irrefutable durante las diferentes etapas del proceso.





*Ilustración 26 Capítulo I, Ciclo de Correspondencia.*

#### 2.4.1.6 Principio de probabilidad

Molina (2016) identifica que cuando se tiene una reconstrucción de hechos y fenómenos esto nos acercará a conocer más la verdad del hecho investigado con un alto, mediano o bajo grado de probabilidad de lo que sucedió, limitándose a dar una verdad absoluta de lo que en realidad paso, nunca se podrá decir: “esto sucedió exactamente así”.

En este caso tenemos los avances probabilísticos de la lluvia en 24 horas, así como los cálculos de las fuerzas aplicadas a la estructura y para finalizar el estudio de los sedimentos de los vestigios mediante pruebas químicas. (Molina, 2016)

#### 2.4.1.7 Principio de certeza.

De acuerdo con Pedro López y Pedro Gómez, las identificaciones cualitativas, cuantitativas y comparativas de la mayoría de los agentes venerantes

que utilizan elementos que se producen en la comisión de hechos, se logran con la utilización de metodología, tecnología y procedimientos adecuados, que dan la certeza de su existencia y de su procedencia.

Este estudio sea cual sea la identificación es realizado en el laboratorio de los indicios encontrados en el lugar del hecho, para así poder determinar su procedencia, su composición etc., para determinar si corresponden o no con el hecho que se investiga. En relación a la criminalística como ciencia es importante mencionar que además de estos principios se deben de seguir una serie de pasos metodológicos y ordenados para poder llegar a conocer la verdad histórica del hecho.




*Tabla 11 Capítulo I Cuadro Comparativo de Presa del Carmen y sus cuatro Bordos.*

Cualitativos	Cuantitativo
Precipitaciones en 24 hrs	Cálculos de Gumbel, en cuanto probabilidad de lluvia en períodos de retorno.
Erosión o cavitación del junteado de caliza	Demostración de enlaces químicos. Entre la caliza, las precipitaciones y el Bióxido de Carbono. $CaCO_3$ $H_2O + CO_2 = H_2CO_3$
Fuerzas Hidrostáticas y cinemática de Cuerpos rígidos	Cálculos de Resistencia, acorde al peso de agua y estructuras de materiales. Así como velocidad de arrastre

## 2.5 Principales daños en presas del mundo




### 2.5.1. Fallas en Presas.



Tabla 12 Capítulo I Causa de Daños o fallas en Presas en el mundo.

Presa	Año	Tipo/	Falla	Fenòmeno	Imagen	Observaciones
Holfirth Reino Unido	05/Feb/ 1852	Sin dato	Sin dato	Hidrológico	Si imagen	Lluvias extremas
Gleno Bèrgamo, Italia	01/Dic/ 1923	Presa de gravedad de mampostería y cemento reforzado	Construcción	Químico/tecnológico		Hormigón utilizado en los arcos era de mala calidad y estaban reforzados con una red anti-granadas
Dolgarrog NortWales, Reino Unido	02/Nov/ 1925	Hormigón	Cimentación inestable o Débil	Hidrológico		Lluvias extremas 2 semanas (efecto del niño en 1925)
ST Francis Estados Unidos	12/03/ 1928	Hormigon sin revelar claramente topologia y estructura de roca	Filtraciones en el contorno, cimentación inestable o débil	Químico/tecnológico	 <small>From Fame to Failure: The St. Francis Dam (Part 2)</small>	"mal diseño"/ copia de diseño de Presa weid canyon 1924 (infiltración), diseño en cimentación, pernota,

<b>Presa</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo/</b>	<b>Falla</b>	<b>Fenòmeno</b>	<b>Imagen</b>	<b>Observaciones</b>
Lamas de Mina dos estrellas Tlalpujahua, Michoacán, México.	27/May/1937	Si Datos	Deslizamiento	Químico/tecnológico		Acumulación de lodos aguas arriba, para la extracción de oro y plata mediante alberca de cianuro
Möhnesee y del Edersee Ruhr, Alemania	17/May/1943	Hormigón	Grieta por bombardeo	Socio organizativo	 	Bombardeo a varias Presas para provocar graves inundaciones, así como dejar sin suministro eléctrico a una región clave de Alemania
Malpasset, Francia	02/12/1959	Hormigón Abovedada	Volteo	Geológico o Químico Tecnológico		Terremoto o explosivos utilizados en la construcción de la autopista

<b>Presa</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo/</b>	<b>Falla</b>	<b>Fenòmeno</b>	<b>Imagen</b>	<b>Observaciones</b>
--------------	------------	--------------	--------------	-----------------	---------------	----------------------

Kurenivka Kiev, Unión Soviética mudslide	13 de marzo de 1961	Hormigón	Construcción y excesiva cantidad de arcilla	Socio organizativo		El lodo que bompearon durante muchos años no se solidificó. Se mantuvo líquido, porque su componente principal era la arcilla.
India Panshet	12 de julio de 1961	Sin dato	Construcción incompleta de una parte del muro de la Presa	Hidrológico		Fuertes lluvias alrededor de la ciudad
Italia Vajont	9 de octubre de 1963	Sin dato	Deslizamiento	Químico/tecnológico		El vaso por el lado sur, se deslizó y cayó sobre el embalse desalojando la mayor parte del agua que contenía, que en ese momento se encontraba a unos 20 m por debajo de su máxima capacidad.
<b>Presa</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo/Material</b>	<b>Falla</b>	<b>Fenomeno</b>	<b>Imagen</b>	<b>Observaciones</b>

Estados Unidos Baldwin Hills Reservoir	14 de diciembre de 1963	Relleno de tierra (	Dificultades asociadas con el terreno en el que se construía.	Químico/tecnológico		En la ubicación de la Presa y el embalse, el subsuelo inmediato se compone de suelo arenoso suelto seguido de grandes formaciones rocosas en forma de bloques.
Indonesia Sempor Rockfill	29 de noviembre de 1967	Terraplén	Desborde en la parte superior		Sin dato	La construcción de la Presa comenzó en 1967, pero en el mismo año el agua de las inundaciones repentinas la sobrepasó.
Virginia Occidental, Buffalo Creek	26 de febrero de 1972	Tierra	Negligencia en lo que respecta a la seguridad y el bienestar de los residentes del área.	Hidrológico/ Fenómeno Socio-Organizativo		lluvia sustancial que cayó días antes de la ruptura de la Presa Inestabilidad provocada por una mina de carbón

Presas	Año	Tipo/Material	Falla	Fenómeno	Imagen	Observaciones
--------	-----	---------------	-------	----------	--------	---------------

South Dakota, Estados Unidos Canyon Lake	9 al 10 de junio de 1972	Relleno de tierra y recubrimiento de concreto	Inundaciones, los desagües de la Presa estaban obstruidos con escombros.	Hidrológico		Cayeron lluvias sustanciales en el área, causadas por "un grupo casi estacionario de tormentas eléctricas"
Zhumadian, China Banqiao y Shimantan	agosto de 1975	Presas de gravedad de materiales sueltos	Negligencia en el mantenimiento de obras de drenaje y protección contra avenidas.	Fenómeno Socio-Organizativo		Fue resultado de un tifón, oficialmente designado "Número 7503" pero llamado popularmente Nina, que provocó tres inundaciones sucesivas, superando con creces las peores previsiones para la zona.
Idaho (USA) Tetón	<u>5 de junio</u> de <u>1976</u>	Presa de tierra(arena, grava, reaolita)	Erosión del suelo subyacente, asentamiento del suelo y filtración.	Fenómeno Socio-Organizativo		La Presa Teton no tenia ningun sistema de desagüe bajo el eslabon de aguas abajo.
Morbi, India Machchhu-2	El 11 de agosto de 1979	Relleno de tierra	la inundación fue el resultado de fallas en el.	Fenómeno Socio-Organizativo		La falla fue causada por lluvias excesivas e inundaciones masivas que llevaron a la desintegración de las paredes de tierra de la Presa Machchhu-2 de cuatro kilómetros de largo

Presa	Año	Tipo De Material	Falla	Fenomeno	Imagen	Observaciones
Italia Val Di Stava	19 de julio de 1985	Tierra	El derrumbe fue provocado por la inestabilidad factor minimo de seguridad.	Fenómeno Socio-Organizativo		Derrumbe de las riberas de las cuencas de decantación de la mina Prestavel, La corriente de lodo compuesta por arena, limo y agua se movía cuesta abajo a una velocidad cercana a los 90 km / h,
Johnstown	31 de mayo de 1889		mal mantenimiento de la Presa	Hidrologico		Continuas lluvias torrenciales que azotaron la región en los últimos días
Minas Gerais, Brasil Brumadinho	25 de enero de 2019	tierra	Sin dato	Fenómeno Socio-Organizativo		Una Presa de la minera Vale se se rompió derramando miles de metros cúbicos de agua y barro eventualmente tóxico sobre la región



## **2.6 Metodología forense**

Las ciencias forenses y su relación con la Hidrología.

Si bien el concepto forense se relaciona habitualmente con la medicina por cuestiones históricas, existe un gran número de competencias forenses, cuya base del conocimiento se centra en el estudio de la prueba en cuestión dentro del marco judicial.

La ciencia forense es una ciencia aplicada, basada en el estudio de la prueba pericial o indicio y fundamentada en principios científicos de otras ciencias como: la física, la química, la biología, la medicina y la ingeniería, entre muchas otras.

El objetivo de esta ciencia consiste en la investigación de un suceso basándose en las pruebas recogidas, para poder llegar a la “verdad” de los acontecimientos acaecidos.

Por lo tanto, podemos decir que cualquier investigación forense tiene la finalidad de establecer como ocurrió un hecho no deseado y eventualmente lo que hay que hacer para evitar su repetición.

La aplicación del término forense en disciplinas de la geociencia inicio a finales de los 70’s a consecuencia de la contaminación del agua y el suelo, nació con la implementación de técnicas para identificar las fuentes contaminantes y así deslindar responsabilidades. Hoy en día esta ciencia abarca temas como inundaciones, sequías, gestión de recursos hídricos además de la contaminación.

El objetivo es determinar la causa probable y las fuentes humanas que contribuyen a incrementar los daños, el método es mediante la investigación de materiales, productos, estructuras o componentes que fallan o no funcionan en la forma en que fueron diseñados y que contribuyen a la falla o colapso de una obra. La criminalística es una ciencia que utiliza unas herramientas de investigación para la obtención de pruebas que posteriormente serán analizadas en un laboratorio. Dichas pruebas sirven para la reconstrucción de los hechos delictivos y se apoyan en unos principios científicos con el fin de identificar al causante del

delito. Su método y técnicas son los que le dan validez científica y autoridad en un juicio. (Pimentel, 2015)

Con base en los anteriores conceptos, podemos definir el método criminalística como el conjunto ordenado de procedimientos que conducen al descubrimiento de la verdad histórica de los hechos, mediante el examen técnico-científico de los indicios o huellas materiales producto de hechos o fenómenos

### **2.6.1. El Método científico y la criminalística**

La finalidad de hacer una introducción sobre el método científico aplicado en las ciencias naturales es recordar y reestructurar conocimientos para que se empleen mejor y con mayor eficacia en los objetivos particulares y específicos que tiene trazados la criminalista general.

Asimismo, este capítulo tiene el propósito de despertar la inquietud en los investigadores, y de esta manera, vincular a expertos de hidrología y criminalistas para profundizar más en la investigación del estudio especializado y la práctica de la investigación de los hechos, para reconocer, comprender y evaluar aspectos técnicos de las diferentes disciplinas científicas y el uso de tecnología aplicada para saber la verdad histórica de los hechos a estudiar

La criminalista, cuyo objetivo de estudio u objetivo material es el estudio técnico de las evidencias materiales que se usan y se producen es la comisión de hechos presuntamente delictuosos, auxilia a cualquier rama del Derecho general, y en forma oficial o particular a cualquier institución del gobierno, o empresa privada, ya que, podría surgir la necesidad científica de investigar, y que a su vez, pueda dilucidar interrogantes en algún caso concreto, se haya o no denunciado a las autoridades a las que les compete su investigación, con objeto de conocer la forma de realización, los instrumentos u objetos utilizados para su ejecución y lograr identificar la causa, el autor o involucrados.

La criminalística como ciencia, cuenta con objetivos definidos a la perfección, con principios científicos establecidos y prácticamente comprobados, asimismo, ha estructurado una metodología propia de acuerdo con sus actividades

y utiliza el método científico para formar sus teorías, leyes o principios, y para razonarlos de modo deductivo aplica las proposiciones del silogismo universal.

Descripción del método científico.

El ser humano observa y de la observación se formula juicios y se construyen hipótesis de posibilidad que se someten a un procedimiento inductivo-deductivo para saber si son válidas. Un conjunto de hipótesis forma una teoría, un conjunto de teorías válidas, forman una ley, por último un conjunto de leyes válidas constituye una ciencia, Para llegar a la ciencia se recurre a la investigación profunda y sistemática que se obtiene a través de una metodología,

Por lo tanto, el método científico guía y ayuda a comprender cosas desconocidas por medio de la aplicación sistemática de sus pasos, de tal manera que podemos definir a la Investigación como la serie de Pasos que dan respuesta lógica a una pregunta específica.

Es importante señalar que la criminalística es multidisciplinaria porque sintetiza para los conocimientos propios de su área, a la Química, la Física y la Biología, y porque de ella se desglosan la Criminalística de Campo, balística forense, documentos copia, explosivos e incendios, Fotografía forense, Hechos de Tránsito terrestre, Sistemas de identificación, técnicas forenses de laboratorio entre otras. Mediante el estudio y aplicación de los conocimientos y tecnología de estas disciplinas científicas se han puesto en práctica, teorías, leyes o principios generales que se aplican de manera ordenada en el suceso a investigar, mismas que son verificables o comprobables y, como todo conocimiento acorde con las nuevas formas de producción de hechos o fenómenos y descubrimientos de nuevos indicios, también es falible, pero corregible con la experimentación.

Por lo tanto, podemos concluir que ciencia puede caracterizarse como “conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible” y en su aplicación general se cumple con la sucesión de cinco pasos fundamentales:

Observación

Problema

Hipótesis

Experimentación

Teoría, Ley o Principio

En la Criminalística, el método científico se utiliza para comprobar o descubrir fenómenos y para establecer las conclusiones de un hecho concreto. En este último caso, para reconocer el asunto que se investiga en los escenarios relacionados y los indicios que lo conforman y llegar a las conclusiones respecto a su forma, manera o mecánica de producción, y se aplican los cinco pasos del método científico, apoyado por principios inductivos, criterios deductivos y conceptos comprobados:

En la observación de los hechos, fenómenos e indicios, puede considerarse como una información deliberada, sistemática y dirigida hacia un objeto firme y definido, encaminado a proporcionar el conocimiento de lo que se busca; se aplica con métodos, y es apoyada por instrumental tecnológico y científico.

El planteamiento del problema se circunscribe a las interrogantes establecidas provenientes de los hechos, fenómenos o indicios observados:

¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Con qué?, ¿Por qué?, ¿Quién?

¿Qué sucedió?

¿Cómo sucedió?

¿Dónde sucedió?

¿Cuándo sucedió?

¿Con qué sucedió?

¿Por qué sucedió?

¿Quién realizó el hecho? / ¿Quién resulto afectado?

Las respuestas pueden encontrarse en las hipótesis que se formulan con base en los resultados de la observación y en juicios condicionados, de las cuales sólo una se probará con medios experimentales.

La formulación de una hipótesis es una explicación condicional que intenta predecir el desarrollo del fenómeno o hecho ocurrido. Es importante señalar que la

hipótesis es la respuesta al problema y es posible establecer tantas hipótesis como sean necesarias, pero cada una con los procedimientos adecuados para llegar a la explicación correcta del hecho o fenómeno, lo anterior mediante la experimentación y si no es convincente se desecha y se formula una nueva, sin embargo, las hipótesis desechadas marcan el camino y dotan de mejores conocimientos para llegar a la conveniente.

La experimentación es el medio de reproducir o provocar de manera deliberada los hechos y fenómenos las veces que sea necesario con el fin de observarlos, comprenderlos y coordinarlos con las experiencias y con las hipótesis establecidas. Por ello es importante señalar que las conclusiones científicas asertivas proporcionan el marco de validez y fiabilidad en la comprobación de teorías, leyes o principios, y explican los problemas planteados para establecer conclusiones del hecho en particular.

La teoría, ley o principio es el resultado final y de probable aplicación universal, producto de experimentaciones repetidas, positivas y generales que estudian los hechos, fenómenos o indicios que colocan la base para la explicación científica del asunto que se investiga. Sin embargo, no se aceptan como infalibles por completo, ya que nuevos fenómenos o hechos y nuevos elementos para producirlos pueden provocar la invalidez o cambio de un principio o ley establecida, y modificarlo para originar otra.

Por ello, los pasos del método científico en criminalística se siguen en el orden sistemático que convenga, toda vez que es “el conjunto de normas de la ciencia que se siguen para encontrar la verdad de los hechos, conductas y fenómenos que se quieren”

Método científico en la criminalística general (Pimentel, 2015)

Desarrollar

Principio de uso

Principio de producción

Principio de intercambio

Principio de correspondencia de características

Principio de reconstrucción

Principio de probabilidad

Principio de certeza

A continuación, se describen:

Principio de uso. En los hechos o fenómenos siempre se utilizan agentes vulnerables de orden mecánico, químico, físico o biológico, de gran diversidad física y estructural.

Principio de producción. En la utilización de agentes mecánicos, químicos, físico y biológicos, que faciliten la comisión del hecho o fenómenos y siempre se producen indicios o evidencias materiales de gran variedad física, estructural y morfológica, y representan elementos identificadores y re constructores.

Principio de intercambio. Al consumarse el hecho o fenómeno y de acuerdo con la mecánica de producción, se origina un intercambio de indicios entre el agente vulnerante, las superficies, estructuras o regiones que se afectan y quien o que lo genera.

Principio de correspondencia de características. La acción dinámica de los agentes vulnerables empleados sobre determinados cuerpos, superficies o regiones deja impresa sus características individuales, de tal forma que los agentes mecánicos producen vestigios o alteraciones sobre las áreas o regiones que afectan. Este principio da la base científica para realizar estudios micro y macro comparativos, así como el análisis con instrumental científicos de los elementos problema y los elementos testigo con el fin de identificar al agente de producción y conocer la correspondencia de sus características.

Principio de reconstrucción de hechos o fenómenos. El estudio de indicios o evidencias materiales, orgánicas e inorgánicas asociadas al hecho, darán las bases y los elementos de juicio para conocer el desarrollo de los fenómenos producidos y las conductas desplegadas de un caso concreto y reconstruir la mecánica del hecho para acercarnos a conocer la verdad histórica del hecho investigado. Con base a los resultados de los análisis realizados tanto en campo

como en el laboratorio, se realizan reconstrucciones o recreaciones de orden criminalística con explicaciones descriptivas y demostraciones gráficas de los hechos, maniobras y dinámicas que dan pie a la investigación.

Principio de probabilidad. La reconstrucción de hechos o fenómenos que nos acerquen al conocimiento de la verdad histórica del acontecimiento, respecto a su forma, manera o mecánica de producción puede realizarse con un bajo, mediano, aceptable o alto grado de probabilidad o simplemente sin ninguna probabilidad. Los resultados del estudio y el análisis de los indicios con operaciones materiales e intelectuales nos proporcionarán las bases científicas y los elementos de juicio para explicar y demostrar con algún rango de probabilidad la verdad de los hechos y los fenómenos que se intentan esclarecer.

Principio de certeza. Las identificaciones físicas, cualitativas, cuantitativas y comparativas de los agentes vulnerables que se utilizan e indicios que se producen en la comisión de un hecho o fenómeno, se logran con la aplicación de metodología, tecnología y procedimientos adecuados en el laboratorio, y los resultados de su estudio o análisis dan la certeza de su existencia, naturaleza y procedencia.

Es importante señalar, que los siete principios que conforman y hacen válido el método científico de la criminalística, también coadyuva a para sustentarla como ciencia, es decir, la criminalística se apoya en estos siete principios para aplicarlos con la metodología científica en la investigación de hechos o fenómenos y además es preciso recordar que cuenta con metodología propia para el desarrollo técnico de sus actividades, además de contar con conocimientos generales ordenados de manera sistemática. Con todo ello, cumple con los objetivos que se le encomiendan.

No obstante, faltan más preceptos científicos que exponer, ya que lo explicado es tan sólo el inicio de una importante cantidad de elementos que deben conocerse para que la investigación criminalística.

Investigación cuasi experimental: debe aclararse que en la reconstrucción de algunos fenómenos del caso concreto y particular que se investiga, no es posible experimentar para reproducirlos o provocarlos, sin embargo se pueden realizar investigaciones cuasi experimentales, pero con validez científica, si les fundamenta de manera eficiente con otros conocimientos técnicos, bibliografía y experiencias análogas con el fin de verificar y decidir sobre los citados fenómenos desarrollados en el caso concreto, es decir, en algunos casos investigados por estas dos disciplinas (Criminalística e Hidrología), se recurre al estudio de algunos de sus fenómenos y a la experimentación. Es necesario recordar que un caso concreto consta de una variedad de fenómenos que deben estudiarse y ordenarse en forma cronológica y sistemática.

Individualidad de características: la individualidad de características de algunos agentes vulnerables, sobre todo mecánicos, que se utilizan en la comisión de hechos específicos o fenómenos, poseen particularidades de forma que los hacen únicos y diferentes a sus similares, constatándose esto con el estudio de los efectos que se producen sobre determinados soportes o superficies. En tal virtud, se ha llegado a elaborar teorías en acertadas en criminalística cuando se utilizan algunos objetos o instrumentos para realizar hechos, que imprimen y reproducen la forma o figura de la superficie que impacta o tienen contacto con otro cuerpo, manifestándose de modo objetivo su individualidad de características, lo que será de invaluable utilidad para realizar estudios científicos micro y macro comparativos e identificar a los agentes de producción.

Por ejemplo, la individualidad de características se presenta en impresiones de calzado, neumáticos sobre superficies blandas o lisas, y como se ha expresado, los agentes químicos, físicos y biológicos, en su acción y de acuerdo con su manera de uso y con las características de su estructura, conformación o composición, producen huellas, vestigios y alteraciones muy particulares sobre las áreas, órganos o regiones que afectan.

La individualidad de características fundamentales de los agentes mecánicos que producen impresiones o figuras y su estudio metódico comparativo



con resultados correctos o confiables constituyen la base científica para sustentar el séptimo principio: el de certeza, principio coadyuvante también para hacer válido el método científico que aplica la criminalística general.

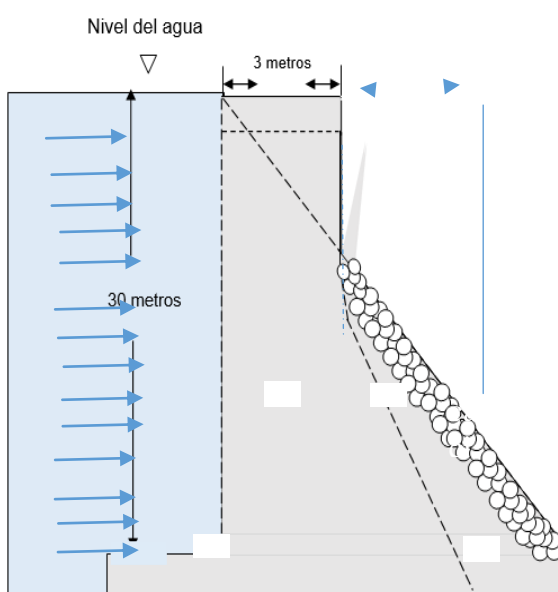
En tal virtud, ordenas y sistematizados en forma correcta, se aplican los métodos científicos, inductivo y deductivos en los escenarios investigados, en el laboratorio y en otras secciones de la criminalística general, donde se estudia un sinnúmero de indicios materiales, producto de la comisión de un hecho o fenómeno, con procedimientos e instrumental científico reconocidos y comprobados, ya sean convencionales o computarizados con objeto de determinar de modo pericial, entre otros factores, su origen, naturaleza, composición, morfología, correspondencia, asociación con el hecho y la forma de producción, con resultados alta y razonablemente indudables y en consecuencia formar un marco de confiabilidad y veracidad para dar solución científica a los casos concretos que se investigan.

#### **2.6.2. Fijar el sitio.**

El bosquejo general del sitio se manifiesta en el capitulo V, sin embargo, se contemplará la caracterización exacta del siniestro, en lo que respecta a la Presa del Carmen, la temática de estudio se muestra a continuación.

#### **FORMULARIO DE CALCULO ESTATICO.**

Se determinará la fuerza hidrostática resultante **R** ejercida por el agua sobre la cara **AB**. El peso específico del agua,  $\gamma_a$ , es  $1\ 000\ \text{Kg/m}^3$  donde el peso de la caliza  $\gamma_c$  es de  $2\ 400\ \text{Kg/m}^3$



La magnitud de la fuerza hidrostática por unidad de longitud a una profundidad y por debajo de la superficie del agua sería.

$$W1 = \left(\frac{1}{2}\right) b1 * h * \gamma * y_c \text{ (Ton)}$$

$$W2 = \left(\frac{1}{2}\right) b2 * h * \gamma * y_c \text{ (ton)}$$

Donde W = Peso (en este caso lo hacemos en toneladas).

EL Brazo con respecto A en (m)

$$X1 = b2 \left(\frac{2}{3}\right).$$

$$X2 = b2 + \left(\frac{2}{3}\right)$$

Al calcular los datos anteriores, determinamos el momento de la sección, con las siguientes formulas.

$$M1 = W1 * X1$$

$$M2 = W2 * X2$$

Con el cálculo de los momentos determinaremos la altura máxima que puede alcanzar el agua, utilizando las siguientes fórmulas de momentos de inercia.

$$A = \frac{\gamma a * h^2}{2} \text{ Donde A es igual al Área.}$$

Donde P es igual a la Presión ejercida en el área en este caso 1/3 de la altura.

$$P = \frac{\gamma a * h^2}{2} * \frac{1}{3} h$$

$$P = \frac{y_a * h^3}{6}$$

Momento de Inercia.

$$e_{max} = \frac{L}{6}$$

$$I = \frac{B * h^3}{12}$$

$$I = b^2( )$$



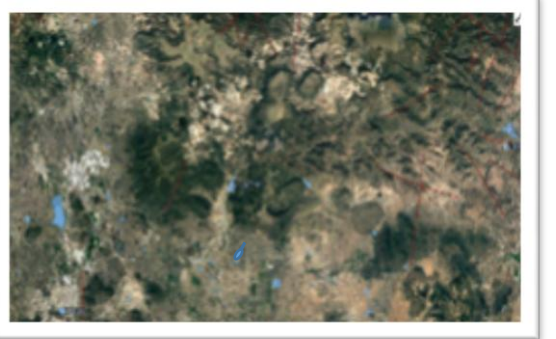


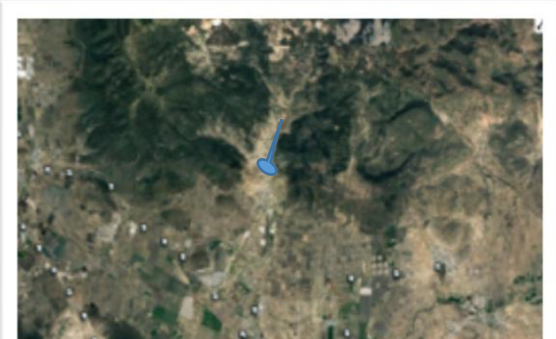
Nota: Estas formulas son las utilizadas para validarlos momentos y a si determinar el factor de seguridad de la Presa del Carmen, Antes de su ruptura.

### III METODOLOGIA.

#### 3. Fijar el sitio.

3.1 Planimetría forense. Consideraremos la magnitud del área para empezar a realizar el estudio. (INEGI, 2020).







*Tabla 13 Capítulo III Planimetría forense*

Talud aguas arriba	Talud aguas abajo
 <p data-bbox="233 806 594 877"><i>Ilustración 27 Capítulo VI Escurrimientos y Arroyos</i></p>	 <p data-bbox="867 798 1416 831"><i>Ilustración 28 Capítulo VI Vías Férreas</i></p>
 <p data-bbox="233 1276 678 1348"><i>Ilustración 29 Capítulo VI Falla Geológicas</i></p>	 <p data-bbox="867 1276 1341 1348"><i>Ilustración 30 Capítulo VI Vías de accesos diversos</i></p>
 <p data-bbox="233 1814 750 1885"><i>Ilustración 31 Capítulo VI Curvas de Nivel</i></p>	 <p data-bbox="867 1814 1399 1885"><i>Ilustración 32 Capítulo VI Posterío en la zona</i></p>

### 3.2 Reporte Fotográfico y Moldeado de la Presa del Carmen, El Marques, Qro. (2021).

Para la aplicación de este método en cuanto al Análisis o búsqueda de vestigios de la ruptura que se suscitó en 1925 se pueden utilizar dos métodos de búsqueda por radar o por zonas o sectores, de ahí se determinará un reporte fotográfico, e identificación de hallazgos encontrados.

Tabla 14 Capítulo III, Reporte fotográfico Modelado Datos Generales de la Presa o Vestigios encontrados de las Ruptura

Evidencia	Ubicación	Distancia	Foto del Lugar	Equilibrio químico Disolución de Caliza	Foto del Laboratorio	Observaciones
MUESTRA	1 Cortina Presa del Carmen y sus cuatro bordos.	0.0 m		$CaCO_3 + H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + Ca^{2+} + H_2O$ (Molina, 2016)		Se observa, genera reacción de la caliza y por lo tanto se determina que si es Cal hidra(cal viva) la junta
	2 Piedra (Vestigio) Parte inicial del rio de las comunidades Presa del Carmen, Pocitos y Santa María de los Baños.	150 m				Se observa, genera reacción de la caliza y por lo tanto se determina que si es Cal hidra(cal viva) la junta
	3 Piedra (Vestigio) Casa de la Familia Sánchez Calzoncit y Robles Sánchez(Presa del Carmen)	520 m				Se observa, genera reacción de la caliza y por lo tanto se determina que si es Cal hidra(cal viva) la junta

Nota: estas formulas son para determinar la composición de las muestras encontradas en diferentes puntos de la ruptura de la Presa del Carmen en 1925.

Fuente: Elaboración Propia, 2021

Evidencia		Datos Generales de la Presa o Vestigios encontrados de las Ruptura					
		Ubicación	Distancia	Foto del Lugar	Equilibrio químico Disolución de Caliza	Foto del Laboratorio	Observaciones
MUESTRA	4	Piedras (Vestigios) ubicadas en un lugar conocido como la Poza, se encuentran en la entrada de la comunidad de Santa María de los Baños	2 Km 450 m		$H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H^+$ $+ H_2O \text{ Carbonato de Calcio}$ $\text{Acido Carbonico Bic}$		Se observa, genera reacción de la caliza y por lo tanto se determina que si es Cal hidra(cal viva) la junta
	5	Piedra (Vestigio), Las Trojes. A un costado de la carretera Chichimequillas - Santa María de los Baños.	3 Km 920 m				Se observa, genera reacción de la caliza y por lo tanto se determina que si es Cal hidra(cal viva) la junta

	6	Piedra (Vestigio), Vías del tren. Carretera Chichimequillas - Santa María de los Baños.	5 Km 380 m				No genera reacción por lo tanto no es caliza.
--	---	--	---------------	---	--	---	--

Fuente: Elaboración Propia, 2021

### 3.3 Análisis complementario.

#### 3.3.1 Antecedentes de afectaciones por fenómenos.

Al encontrar diversa información, desde su origen, ruptura, reconstrucción y aspectos actuales, se compila en diferentes capítulos de esta tesis. Sin embargo, se anexan a este capítulo aspectos relevantes que se relacionan con hechos que a través de los años ha dejado rastros, indicios y pérdidas humanas, daños a vida misma o bien daños materiales, así como información relevante.

*Tabla 15 Capítulo III, Antecedentes de daños Presa del Carmen 1925*

<b>Año</b>	<b>Narrativa de Hechos</b>	<b>Fenómeno</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Muertes/daños</b>	<b>Medidas de Mitigación</b>
30/06/1912	Lluvia extrema(sombra de Arteaga)	Hidro-meteorológico	Inundación	100 mil en daños.	En la actualidad, la cantidad se asemeja a 2000 millones de pesos. En 2018 se publica artículo sobre advertencia de periodo de retorno y en 08 de septiembre del 2021 se vuelve a exhortar a tomar medidas
24/Dic/1925	Siendo las 8: 00 am aproximadamente la niña iba a dejar el almuerzo a su papa aguas abajo(entrevista Juana Sánchez)	Hidrometeoro lógicos, Químico - Tecnológico.	Ruptura de Presa	1 muerte	No existe antecedente.



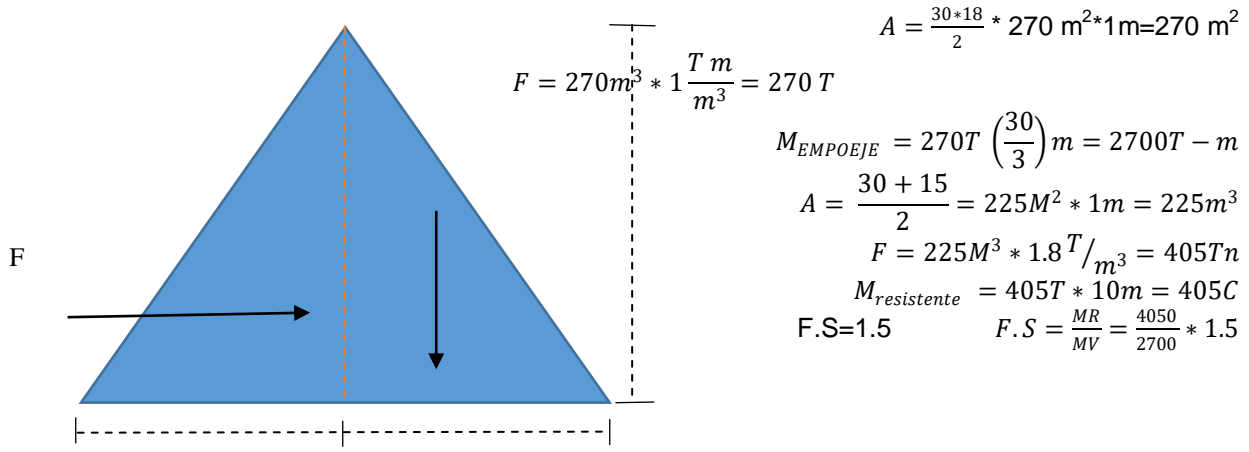
30/04/1981	“Hace casi 39 años Aproximadamente a las 16:00 horas, había gente en el túnel donde la granizada impidió la salida a algunos	Hidro- meteorológico	Granizada	6 muertos. 1 sobreviviente	No existen antecedente
1994	Llenado de cause aguas abajo e incomunicando a la comunidad de Chichimequillas ya que es el único acceso hacia la Presa y otras localidades del Marques.	Hidro- meteorológico	Lluvia Extrema	Incomunicación	Hemeroteca 1887-1998
1998	Llenado de cause aguas abajo e incomunicando a la comunidad de Chichimequillas ya que es el único acceso hacia la Presa y otras localidades del marques	Hidro- meteorológico	Lluvia Extrema	Incomunicación	No existen antecedente

2010					
10/Sep/2015	Caída de Barda perimetral, a la orilla del cauce, por construcción en zona de riesgo y crecimiento demográfico.	Hidro-meteorológico	Lluvia Extrema	3Lesionados y 3 muertos	Exhortar a la población a revisar, las estructuras de su casa habitación y más si son hechas de materiales pétreos
16/Oct/2018	"Hubo ingreso de agua en el interior del patio del COBAQ de Chichimequillas, y por instrucciones del titular del plantel se suspenderían labores para la valoración de riesgos" (NOTICIAS, 2018)	Hidro-meteorológico	Lluvias Extremas	Caída de una barda perimetral	Cancelación de clases, para bajar nivel del agua y determinar los peritajes correspondientes. (NOTICIAS, 2018)

30/09/2021 1, 2 Y 3 /10/21	Inundación en la planicie aguas abajo, 222 viviendas afectadas y perdida de cultivo. Desalojo de más de 1650 personas, además de varias comunidades incomunicadas (reforma 2021).	Hidro- meteorológico.	Lluvias extremas	Datos ente regulador. Familias afectadas 187.		Se tiene un Programa Municipal de mantenimiento para realizar diversas actividades tanto aguas arriba como aguas abajo de la Presa. Entre las actividades desazolve a la presa, limpieza de drenes,
				Comunida d	Familias afectada	
				Chichimeq uillas	7	
				Santa Cruz	17	
				Amazcala Frac.	117	
				Amazcala San Miguel	17	
				Barrientos Saldarriag a-trinidad	2	
				Dolores	24	
					3	

### 3.4 Análisis con diferentes variables para encontrar el punto de su ruptura en 1925.

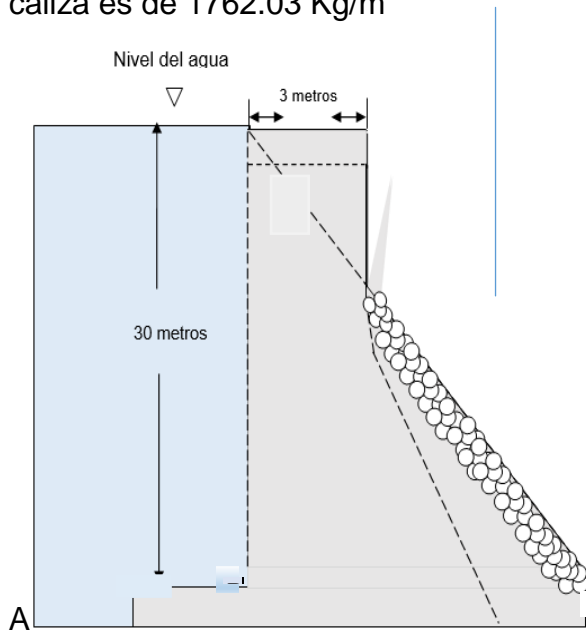
#### I. Analisis por Vol R=0 Simple



*Nota: La presa del Carmen Fue construida en 1989, y hasta el momento acorde a la investigación, no se consideraban los factores de seguridad*

#### II. Calculo de variables 1/3 de la Base.

Se determinará la fuerza hidrostática resultante **R** ejercida por el agua sobre la cara AB. El peso específico del agua,  $\gamma$ , es  $999.5 \text{ Kg/m}^3$  donde el peso de la caliza es de  $1762.03 \text{ Kg/m}^3$



La magnitud de la fuerza hidrostática por unidad de longitud a una profundidad y por debajo de la superficie del agua sería.

$$W = \left(\frac{1}{2}\right) (3)(30)(999.5) = 44977.5 \text{ Kg.}$$

Tenemos la distribución de P a lo largo de la cara de AB, y determinaremos las fuerzas de reacción ejercidas por el terreno en la punta C, podremos ir manejando este punto alrededor de toda nuestra Presa hasta encontrar el punto de ruptura. Considerando el

$$C_x = (999.5) \left(\frac{1}{2}\right) (30)(30) = 449,775 \text{ Kg.}$$

Calculamos mediante factor de seguridad asignado.

Componente	Peso del componente	Momento en el armado del punto C	Momento junto sobre punto C
<b>1</b>	$(3)(30)(.15)(1) = 13.5$	$3+(3/2)=4.5$	60.75
<b>2</b>	$\frac{1}{2}(12)(30)(.15)(1)=27$	$2/3(12)=8$	215
<b>CY</b>	$(\frac{1}{2})(999.5)(30)(1)=14992.5$	$15-(1/3)=14.6$	224887.16
	$\sum V = 15033$		$\sum M_r = 224611.41$

El momento de volteo  $M_0$  es considerado por la fuerza horizontal en  $F_x$ , tenemos

$$M_0 = (449,775) \left(\frac{30}{3}\right) = 4\,497\,750 \text{ kip} - \text{Kg}$$

Contra Deslizamiento.=  $(0.45^*) (15033) / 449,775 = 0.015$

Contra volteo= $M_0 = 224611.41 / 4\,497\,750 = 0.049$

Por lo tanto, la reacción resultante R en la base se puede calcular de la siguiente manera

$$R = \sqrt{(449,775)^2 + (15033)^2} = 450\,026.15 \text{ Kg} = 450 \text{ T.}$$

Para determinar la excentricidad, primero es necesario determinar la distancia  $x$  desde el punto donde la reacción resultante ( $r$ ) intercepta la base de la presa

$$\tilde{x} = \frac{\sum M_B}{R_y} = \frac{\sum r - M_0}{\sum v} = \frac{224611.41 - 4\,497\,50 \text{ kip} - \text{Kg}}{15033}$$

$$\tilde{x} = -284.25$$

Por tanto, la excentricidad ( $e$ ) =  $\frac{15}{2}$  mts - (-284.25) = 292, Dado que la excentricidad, 292 es mayor que una sexta parte de la base de la presa que es  $\frac{15}{6}$  o 2.59, la resultante  $R$  actúa dentro del tercio medio de la base.

La intensidad de la presión en la base de la presa ahora se puede calcular usando.

$$P = \left(\frac{F}{A}\right) = \frac{M_y x}{I_y} = \frac{M_y y}{x}$$

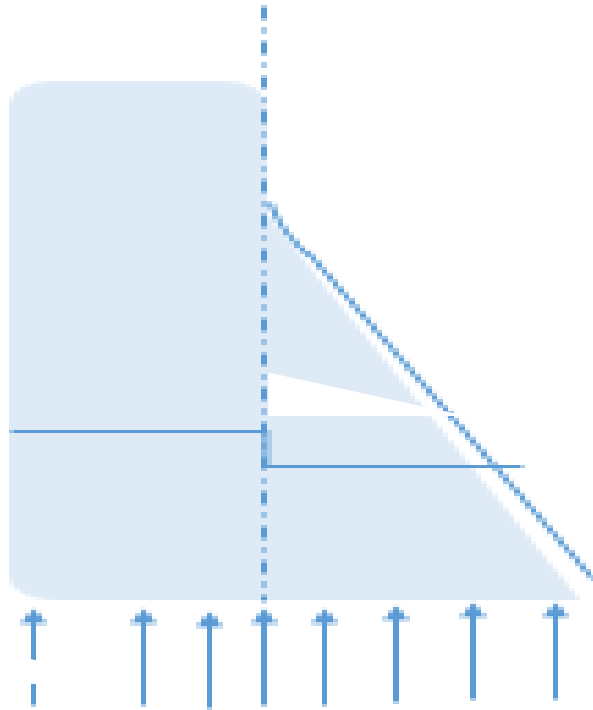
Entonces:

$$F = R_y = \sum V = 15033$$

$$A = (15)(1) = 15$$

$$M_y = R_y e = (15033)(292) = 4\,389\,636 \text{ kip-m}$$

$$x = 7.5 \text{ m}$$



Momento de Inercia

$$I_y = \left( \frac{bh^3}{12} \right) = \frac{(1)(15)^3}{12} = 281.25$$

$$\frac{M_y y}{x} = 0$$

$$p = \frac{15033 \text{ kips}}{15 \text{ ft}^2} \mp \frac{(4\,389\,636.9 \text{ kip} \cdot \text{ft})(7.5 \text{ ft})}{281}$$

$$p = 1\,002.2 \mp 234\,113.92$$

El valor de  $p$  usando el signo más canta la intensidad de presión en la  $P_B$  de presa, mientras que el valor usando el signo menos da la intensidad de presión en el talón

$$p_B = 1002.2 + 234\,113.92 = 235\,116.12$$

$$p_A = 1002.2 - 234\,113.92 = -233\,111.72$$

La distribución de presión completa en la base de la presa se muestra en la formula anterior, pero aun no hay resultados concretos, aunque se seguira trabajando en ellos.

### 3.5. Análisis de precipitaciones Pluviales

Tabla 16 Capítulo III; Estadístico de precipitación y cálculos de Gumbel estación de aguas arriba El Zamorano

Año	m	Evento	y	Tr	1er Exp	2ndo Exp	Gumbel	=(D2-G2)^2	=(D2-H2)^2	=(D2-I2)^2
1998	1	92.5	3.701251165	41.00	165.5696106	88.52989905	84.05056704	5339.16799	15.7617015	71.3929173
1994	2	85	2.995523884	20.50	134.6656435	77.30473822	75.13603356	2466.67615	59.2170538	97.2978339
1983	3	79	2.57720739	13.67	116.5879817	70.73844007	69.85198619	1412.85637	68.2533725	83.6861566
2018	4	64.7	2.276389668	10.25	103.7616765	66.07957739	66.05214775	1525.81457	1.90323377	1.82830353
2006	5	62	2.039812233	8.20	93.81282127	62.46588275	63.06377317	1012.0556	0.21704673	1.13161337
1988	6	61.8	1.843743495	6.83	85.68401466	59.51327924	60.58709221	570.446156	5.22909185	1.47114531
2002	7	61	1.67551606	5.86	78.8112066	57.01688854	58.46209415	317.23908	15.8651769	6.4409661
1989	8	60	1.52756071	5.13	72.85770946	54.85441656	56.59316694	165.320693	26.477029	11.6065115
1985	9	54.2	1.394987381	4.56	67.60635281	52.94698109	54.91854075	179.730296	1.5700564	0.51630081
2016	10	51.2	1.274449411	4.10	62.90885422	51.24072191	53.39594159	137.097267	0.00165827	4.82215947
1999	11	48	1.163551898	3.73	58.65944986	49.69722275	51.99511776	113.623871	2.88056505	15.960966
1992	12	47	1.06051845	3.42	54.78004761	48.28811841	50.69363043	60.5291409	1.65924903	13.6429058
2005	13	47	0.963991654	3.15	51.21134349	46.99186807	49.47433314	17.735414	6.6128E-05	6.12232449
1996	14	45	0.872907538	2.93	47.90723955	45.79172771	48.32378616	8.45204182	0.62683276	11.0475544
2000	15	44	0.786413288	2.73	44.83119238	44.67442376	47.23121696	0.69088077	0.45484741	10.440763
2009	16	44	0.703811358	2.56	41.95374241	43.62925572	46.18781437	4.18717011	0.13745132	4.78653171
1993	17	42	0.624520335	2.41	39.25079365	42.64747126	45.18623416	7.55813556	0.41921904	10.1520881
2003	18	42	0.548046729	2.28	36.70238577	41.72182025	44.22024272	28.0647165	0.07738397	4.92947772
2015	19	42	0.47396408	2.16	34.29179871	40.84622951	43.28445311	59.4163672	1.33118634	1.64981978
1980	20	41.5	0.401897038	2.05	32.00488718	40.01556108	42.37412403	90.1571675	2.2035589	0.76409283
1982	21	40.5	0.331508864	1.95	29.82957771	39.22542956	41.48500192	113.857912	1.62452982	0.97022879
1991	22	40.5	0.262491259	1.86	27.75548281	38.47206191	40.61319241	162.422718	4.11253288	0.01281252
1984	23	40.4	0.194555719	1.78	25.77360098	37.75218856	39.75505124	213.931548	7.01090541	0.41595891
1997	24	40	0.127425815	1.71	23.87608057	37.06295757	38.9070866	259.980778	8.62621822	1.1944597
2019	25	40	0.060829839	1.64	22.05603194	36.40186644	38.06586639	321.98599	12.9465651	3.74087284

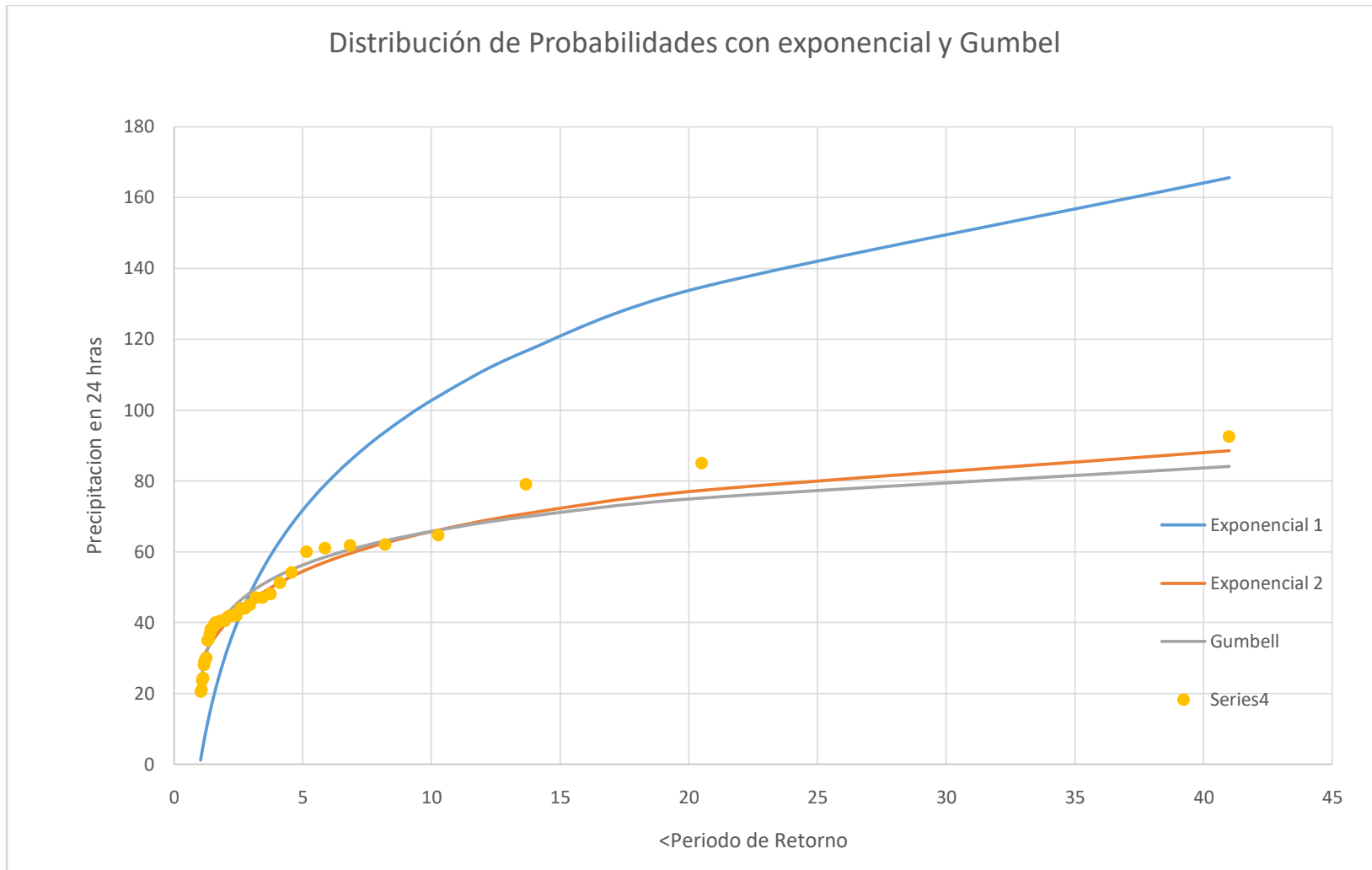


2012	26	39.9	-0.00550668	1.58	20.30737645	35.76670723	37.2279236	383.870898	17.0841091	7.13999231
2004	27	39	-0.07186915	1.52	18.62472392	35.1555221	36.38965287	415.151875	14.7800103	6.81391211
2017	28	38.3	-0.13856358	1.46	17.00327251	34.56656688	35.54718904	453.550602	13.9385229	7.57796819
2001	29	38	-0.20592855	1.41	15.43872601	33.99828106	34.69625508	509.011084	16.0137545	10.9147305
2014	30	36.7	-0.27435121	1.37	13.92722533	33.44926293	33.83196085	518.599266	10.5672915	8.22564858
1990	31	35.2	-0.34428944	1.32	12.46529108	32.91824867	32.94852222	516.86699	5.20638911	5.0691522
1981	32	35	-0.41630448	1.28	11.04977537	32.40409489	32.03885009	573.61326	6.73872333	8.76840878
2007	33	30	-0.49111087	1.24	9.677820966	31.90576376	31.0939183	412.990961	3.63193552	1.19665725
2011	34	29.5	-0.56965772	1.21	8.346826604	31.42231043	30.10173827	447.456745	3.6952774	0.36208895
2010	35	29	-0.6532688	1.17	7.054417273	30.95287223	29.04558842	481.608601	3.81370996	0.0020783
2008	36	28	-0.74390405	1.14	5.798418723	30.49665942	27.90071134	492.910211	6.23330826	0.00985824
1986	37	24.3	-0.84469922	1.11	4.576835459	30.05294718	26.62749733	389.00322	33.0964012	5.41724384
2013	38	23.7	-0.96124872	1.08	3.387831663	29.62106868	25.15527934	412.584183	35.0590543	2.11783795
1987	39	21	-1.10539751	1.05	2.229714601	29.20040908	23.33443536	352.323614	67.2467091	5.44958846
1995	40	20.5	-1.31199423	1.03	1.100920132	28.79040025	20.72476808	376.3243	68.7307363	0.05052069

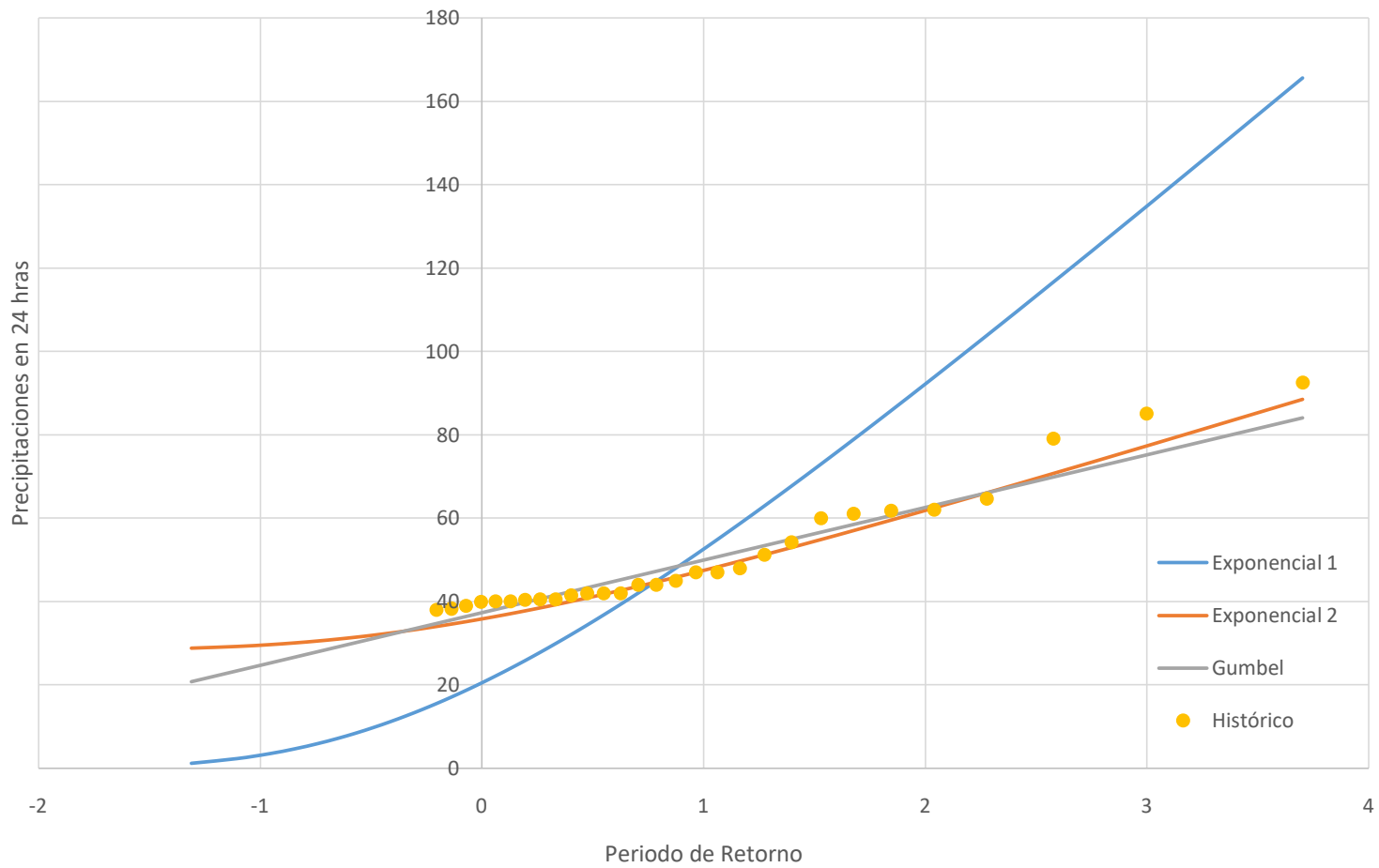
Tabla 17 periodos de Retorno con diferentes métodos

Periodo de Retorno	Exponencial 1 P	Exponencial 2P	Gumbel
10.00	102.6607564	65.67969327	65.72344141
25.00	143.5135787	80.51854875	77.70039922
50.00	174.4175457	91.74370958	86.58559072
100.00	205.3215127	102.9688704	95.40517536
500.00	277.0783021	129.0328867	115.7858891
1000.00	307.9822691	140.2580476	124.5478383
10000.00	410.6430255	177.5472247	153.6390833

### 3.5.2 Análisis Grafico Figura 27 Capítulo III, Precipitaciones en 24 horas



Distribución de Probabilidades en exponencial y Gumbel




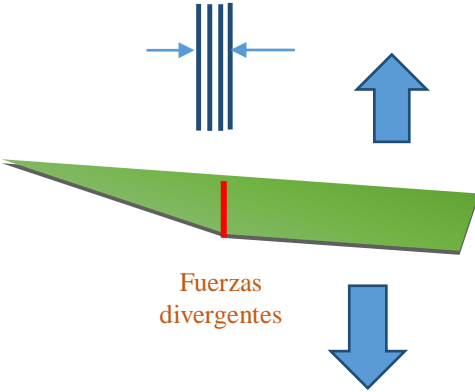
#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

La Presa de Cajón y la Presa del Carmen ubicadas en el Estado de Querétaro tiene mucha similitud en cuanto a los materiales de construcción y las fechas en las que fueron construidas, aproximadamente 16 años de diferencia una Presa de otra.


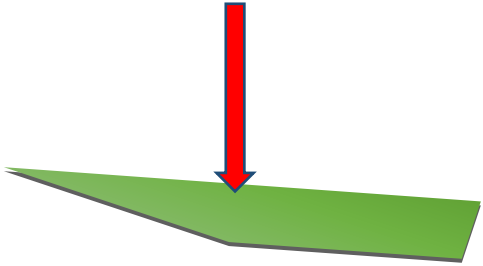
El riesgo que podemos citar es alto, sin embargo, el riesgo diverge acorde a los cambios que ha sufrido desde su construcción hasta la actualidad, los fenómenos perturbadores naturales que existen en la zona, entre otros aspectos. En caso de presentar falla, podría implicar pérdida de vidas humanas, daños ambientales graves y sobre todo una resiliencia indefinida.

Dada la investigación de la cortina de la Presa, El Carmen, El Marques, Qro. Podemos citar el análisis del entorno de su ruptura, la magnitud de la falla en 1925 además las condiciones presentes o futuras den la misma.

- I. Resultados de la ruptura de la Presa, El Carmen, El Marques, Qro en 1925.
  - a. La cantidad de agua derivado al fenómeno del niño en 1925, y la gran cantidad de precipitaciones que se dieron en ese año.
  - b. Ecurrimientos de precipitaciones de la zona altas, derivada a la poca permeabilidad del suelo.
  - c. Construcción de los Vertedores: el espacio de vertido es demasiado estrecho en sus medidas evitando el flujo de salida híbrida.
  - d. Taponamiento de Vertedores. Los lugareños indican que para cubrir la demanda máxima de la Presa y el aprovechamiento de este recurso hídrico se colocaban palos, cedacería de palma machacada (tipo suadero) en cada vertedor.
  - e. Material de construcción de la Presa el Carmen: usaban materiales comúnmente en aquellas épocas de la zona, encontramos cantera, riolita y cal hidra (cal viva), donde este ultima tiene alto contenido de carbonatos, conjeturo que podría aplicar a las calizas margosas.
  - f. Erosión liquida a través de la cavitación por alta presión provocando choque contra el material circundante.
  - g. Las fuerzas de tracción ejercidas.

Foto de ruptura	Fuerzas de tracción(fuerza de compresión o contención-momento de deflexión)
	

h. Construcción de la cortina, base y la cimentación, dada la observación y análisis encontramos lo siguiente.

Foto	Esquema
	

Los factores más importantes a considerar dentro de un análisis forense es el fenómeno, la magnitud y el tiempo; al englobar estos aspectos divergentes o convergentes, generan una muestra clara de la emergencia o desastre que pueden presentar los materiales de las Presas.

Dadas las circunstancias en el estudio de la Presa del Carmen en 1925, las condiciones hoy en día no son favorables para realizar un peritaje previo al fenómeno analizado, sin embargo, se buscan las bases natas a través del método científico y los principios de la criminalística, donde las técnicas nos permitieron evaluar ese entorno, determinando las variables o parámetros que generaron la ruptura.

Para validar las hipótesis en hidrología forense generadas en el capítulo anterior, tomar las ciencias exactas y las ciencias aplicadas, en un solo contexto observamos que la falla principal fue por volteo en la cortina donde el concatenamiento de agentes afectables físicos y/o biológicos en la cohesión de los materiales, contribuyeron a que la vulnerabilidad de la estructura no soportara, tomando como base el estudio del comportamiento estructural de las Presas antiguas de mampostería, permitió identificar los desplazamientos y deformaciones de una Presa en común y aunado a ello arroja que las Presas de mampostería comúnmente no presentan daño por compresión y no existen tensiones en ningún plano de la cortina.

La metodología integrada en este estudio permitirá la evaluación integral de una Presa y con ellos, poder predecir el riesgo de daño a la infraestructura de la Presa y mejor aún utilizarlo como un mecanismo preventivo y evitar una emergencia o desastre a la población.

Para evitar riesgos de manera preventiva y afrontar los factores mediante:

- Análisis y alerta de efectos del Niño en diferentes periodos.
- Análisis y alerta de los parámetros de precipitaciones en las estaciones climatológicas.
- La palabra probabilidad en la mayoría de los capítulos expuestos es uno de los factores más importantes que se debe de dar continuidad, retroalimentación y ser la base fundamental para la toma de decisiones acorde a periodos de retorno.
- Determinación de los eventos de Periodos de Retorno a diferentes años.
- Desazolve del cauce sea aguas arriba y/o aguas abajo.
- Aforo de Escurrimientos agua arriba, así como la permeabilidad del vaso.

- Infiltraciones de la cimentación, base, y/o cortina de la Presa.
- Evitar o Reducir el crecimiento demográfico de la Zona, sobre todo en el cauce del dren.
- Realizar estudios de Erosión del Suelo en el entorno de la Presa para evitar deslizamiento.
- Retomar Políticas de operación como lo es la NMX-AA-165-SCFI-2015 Operación Segura de Presas.
- Evacuación de las zonas al determinar el parámetro que causa afectación. Aunque es complicado debido a que sociedad y gobierno no ejercen el termino empatía.
- Monitoreo de sismos con el centro Nacional de Prevención de Desastre CENAPRED y previa revisión estructural, porque la Presa está asentada en una zona geológica Neovolcánica.
- Revisar en materia estructural, dada la composición de los materiales con los que fue construida, y basada en la posición de las fuerzas resultantes, la cortina incumple con la hipótesis básica considerando la resistencia, se despreja la cohesión del material dada la alta presión y la cavitación del material se tiene en riesgo la vida útil de la estructura.
- También se considera el cálculo mediante un tercio de la base e indica que es un factor de seguridad adicional al punto antes citado.
- Prevenir aspectos Epidemiológicos derivado del arrastre de contaminación agua arriba.
- Emplear tecnologías que nos permitan actuar ante el riesgo y en situaciones de emergencias.

Es difícil tomar una decisión con respecto a una Presa, considerando la magnitud en estudio, regularmente tiende a beneficiar o perjudicar a una sociedad, sobre todo porque se deriva a la pérdida de vidas humanas, económicas, ambientales y culturales.

Acorde a la investigación, actualmente la Presa es administrada por la CONAGUA, donde mediante un acuerdo de concesión el aprovechamiento de sus aguas es utilizado en riego en una superficie (ha) 648-00-00.00 agrícolas; para

beneficiar a un total de 417 ejidatarios de diferentes comunidades del Municipio El Marques.

Los resultados obtenidos del estudio en hidrología Forense de la Presa El Carmen, en referencia al año de 1925, se estructuran en los factores que permitan visualizar los agentes afectables que ocasionen riesgo a la humanidad. La coordinación entre sociedad y gobierno permitirá empatizar la regulación para resarcir o mitigar ese daño, no cierras los ojos, permite que la brújula funcione o el equilibrio de la balanza se mantenga, accede escuchar las alternativas o propuestas que te ofrecen, permite que la orientación de tus sentidos se accione y la decisión que tomes sea para beneficio propio y de los demás.

Tendría tantas cosas que expresar, explorar o indagar, sin embargo, en el mismo desarrollo se podría perder el filin de la Hidrología forense, incluyendo el principio de falsedad, cito una frase para recapitular lo antes expuesto: “lo que sabemos es una gota de agua, lo que ignoramos es el océano” Isaac Newton.



## Referencias Bibliográficas.

- Adhesivos, L. w. (2000). <http://www.losadhesivos.com/historia-de-los-adhesivos.html>. Obtenido de <http://www.losadhesivos.com/historia-de-los-adhesivos.html>: <http://www.losadhesivos.com/historia-de-los-adhesivos.html>
- Alfredo Prieto, D. D. (2014). *Metodologías inductivas*. Barelona España: Oceano S. L. U.
- Alternativo. (25 de 09 de 2017). <https://alternativo.mx/2017/09/lluvia-provoca-socavon-en-antea-algunas-zonas-queretaro-inundadas/>. Obtenido de <https://alternativo.mx/2017/09/lluvia-provoca-socavon-en-antea-algunas-zonas-queretaro-inundadas/>: <https://alternativo.mx/2017/09/lluvia-provoca-socavon-en-antea-algunas-zonas-queretaro-inundadas/>
- Alternativo. (16 de 10 de 2018). <https://alternativo.mx/2018/10/recuperan-cuerpo-sin-vida-de-una-persona-en-el-marques/>. Obtenido de <https://alternativo.mx/2018/10/recuperan-cuerpo-sin-vida-de-una-persona-en-el-marques/>
- Andrade Zamora, F. A. (2018).
- Balbontín, J. M. (1993). *Estadísticas del Estado de Querétaro en los años 1854 y 1855*. Queretaro: Archivo Historico del Estado de Queretaro.
- Caceres, R. Á. (1996). *El Método Científico en las Ciencias de la Salud*. Madrid España: Diaz de Santos S. A.
- CEA. (2021). *FOLIO IMFOMEX 00168421*. QUERETARO: CEA.
- Censura, L. N. (04 de 08 de 2020). [lasnoticiassincensuraqro.wordpress.com/2020/08/04/recuperan-cuerpo-de-hombre-que-fue-arrastrado-por-corriente-de-agua-en-el-salto-huimilpan/](https://lasnoticiassincensuraqro.wordpress.com/2020/08/04/recuperan-cuerpo-de-hombre-que-fue-arrastrado-por-corriente-de-agua-en-el-salto-huimilpan/). Obtenido de [lasnoticiassincensuraqro.wordpress.com/2020/08/04/recuperan-cuerpo-de-hombre-que-fue-arrastrado-por-corriente-de-agua-en-el-salto-huimilpan/](https://lasnoticiassincensuraqro.wordpress.com/2020/08/04/recuperan-cuerpo-de-hombre-que-fue-arrastrado-por-corriente-de-agua-en-el-salto-huimilpan/): [lasnoticiassincensuraqro.wordpress.com/2020/08/04/recuperan-cuerpo-de-hombre-que-fue-arrastrado-por-corriente-de-agua-en-el-salto-huimilpan/](https://lasnoticiassincensuraqro.wordpress.com/2020/08/04/recuperan-cuerpo-de-hombre-que-fue-arrastrado-por-corriente-de-agua-en-el-salto-huimilpan/)
- Chaparro, L. (13 de 08 de 2018). <https://laurachaparro.com/2018/08/13/el-canal-de-panama-el-gran-puente-transoceanico/>. Obtenido de

- <https://laurachaparro.com/2018/08/13/el-canal-de-panama-el-gran-puente-transoceanico/>: <https://laurachaparro.com/2018/08/13/el-canal-de-panama-el-gran-puente-transoceanico/>
- Colino, C. (2009). *Metodo Comparativo*. Madrid México: Diccionario Crítico de las Ciencias Sociales.
- CONAGUA. (2009). Semblanza Historia de Agua en México. *Gobierno Federal SEMARNAT*, 36.
- Conagua. (2021). *Infomex:1610100046821*. Querétaro: CONAGUA.
- Cortez, B. E. (1998 ). *Historia de los Usos del Agua en México. Oligarquías, Empresa y Ayuntamientos*. México: CIESAS.
- F, F. (1993). *Métodos Cualitativos Prácticas de la Investigación*. Buenos Aires.
- Frías, V. F. (2005). *Efemérides Queretanas de la Epoca del Carrancismo 1917-1925*. México: UAQ.
- Hernández, M. D. (02 de Agosto de 2021). Análisis de Hidrología Forense Presa del Carmen 1925. (M. J. Chávez, Entrevistador)
- INEGI. (10 de AGOSTO de 2020). <https://www.inegi.org.mx/>. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/>: <https://www.inegi.org.mx/>
- Informativo, C. (10 de 09 de 2013). <https://codiceinformativo.com/2013/09/tres-menores-mueren-en-elmarques>. Obtenido de <https://codiceinformativo.com/2013/09/tres-menores-mueren-en-elmarques>.: <https://codiceinformativo.com/2013/09/tres-menores-mueren-en-elmarques>.
- Instrucción para el proyecto, c. y. (2016). <https://www.spancold.org/wp-content/uploads/2016/09/instruccion.pdf>. Obtenido de Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de grandes presas
- Mellado, V. C. (1974). Los métodos sintéticos de valoración, análisis y posibilidades. *Estudios agro-sociales*. , 105-121.
- Molina, C. M. (2016). Química. En C. M. Ambiente, *Química* (pág. 64). México: Centro Mario Molina Para estudios estrategicos Sobre Energia y Medio Ambiente.
- Noticias, R. (16 de 10 de 2018). <https://rrnoticias.mx/2018/10/16/tras-lluvias-evaluan-danos-en-cobaq-de-chichimequillas/>. Obtenido de

- <https://rrnoticias.mx/2018/10/16/tras-lluvias-evaluan-danos-en-cobaq-de-chichimequillas/>: <https://rrnoticias.mx/2018/10/16/tras-lluvias-evaluan-danos-en-cobaq-de-chichimequillas/>
- Olvera, J. C. (14 de 10 de 2020). Análisis de Hidrología Forense Presa del Carmen 1925. (M. J. Trejo, Entrevistador)
- Olvera, J. C. (2021). Análisis en Hidrología Forense Presa del Carmen 1925. (M. J. Trejo, Entrevistador) Queretaro.
- Ospina, A. (01 de 01 de 2016). *Principios de la Criminología*. Recuperado el 25 de Agosto de 2021, de Principios de la Criminología:  
<https://sites.google.com/site/20161mlandreaospina8a/principios-de-la-criminologia>
- Pimentel, D. J. (18 de 06 de 2015). *Curso Taller: "La investigación criminal y*.  
Obtenido de Curso Taller: "La investigación criminal y:  
[https://www.mpfm.gob.pe/escuela/contenido/actividades/docs/3970\\_principios\\_de\\_la\\_inv\\_criminalistica.pdf?fbclid=IwAR3W2f-v3D-Oho57A9dloR7PDfr9g\\_UPzGWhEoDYNgA0qIO2oDzt7xfVKUQ](https://www.mpfm.gob.pe/escuela/contenido/actividades/docs/3970_principios_de_la_inv_criminalistica.pdf?fbclid=IwAR3W2f-v3D-Oho57A9dloR7PDfr9g_UPzGWhEoDYNgA0qIO2oDzt7xfVKUQ)
- Plataforma Digital de Economía, D. y. (09 de 2020).  
<https://leyderecho.org/revolucion-industrial-en-el-siglo-xx/>. Obtenido de  
<https://leyderecho.org/revolucion-industrial-en-el-siglo-xx/>:  
<https://leyderecho.org/revolucion-industrial-en-el-siglo-xx/>
- Pública, G. y. (2019). La construcción de presas en México. Evolución, situación actual y nuevos enfoques para dar viabilidad a la infraestructura hídrica. *SciELO*.
- Querétaro, M. d. (2015). *Atlas de Riesgo del Municipio de Queretaro 2015*. México: SIGEMA SA DE CV.
- R. Askeland, D., Fulay, P. P., & Wright, W. J. (2011). *Ciencia e Ingeniería de materiales*. Mexico: CENGAGE.
- Rivero, D. S. (2008). *Metodología de la Investigación*. A. Rubeira: Shalom.
- Ruiz, J. S. (25 de Marzo de 2021). Análisis de Hidrología Forense de la " Presa del Carmen 1925". (M. J. Trejo, Entrevistador)

- Temporada, P. E. (2020). <https://elmarques.gob.mx/wp-content/uploads/2020/06/PET-2020-WEB.pdf>. Obtenido de <https://elmarques.gob.mx/wp-content/uploads/2020/06/PET-2020-WEB.pdf>: <https://elmarques.gob.mx/wp-content/uploads/2020/06/PET-2020-WEB.pdf>
- Universal, E. (30 de 06 de 2017). <https://www.eluniversalqueretaro.mx/municipios/30-06-2017/afectaciones-por-lluvia-en-san-juan-del-rio>. Obtenido de <https://www.eluniversalqueretaro.mx/municipios/30-06-2017/afectaciones-por-lluvia-en-san-juan-del-rio>: <https://www.eluniversalqueretaro.mx/municipios/30-06-2017/afectaciones-por-lluvia-en-san-juan-del-rio>
- Vidaud, E. (2013). La historia del Cemento. *Construcción y Tecnología en Concreto*.
- William F. Smith, J. H. (2004). *Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales*. Mexico: Mc Grill Hill.
- Andersen, B. B., and H. R. Andersen. 1974. Genotype-environment interaction for beef production traits in dual purpose cattle breeds. *Acta Agric. Scand.* 24:335-340.
- Andersen, H. R. 1975. The influence of slaughter weight and level of feeding on growth rate, feed conversion and carcass composition of bulls. *Livest. Prod. Sci.* 2:341-348.
- Anderson, G. B. 1986. Identification of sex in mammalian embryos. In: J. W. Evans and A. Hollaender (Ed.). *Genetic Engineering of Animals: An Agricultural Perspective*. Proc. Symp. Genetic Engineering of Animals, September 9-12, 1985, Univ. of California, Davis. Plenum Press, New York.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis (15th Ed.)*. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Baker, D.H. 1977. Amino acid nutrition of the chick. In: H. H. Draper (Ed.) *Advances in Nutrition Research*. p 299. Plenum Press, New York.
- Cleale, R.M., IV, R.A. Britton, T. J. Klopfenstein, M. L. Bauer, D.L. Harmon, and L. D. Satterlee. 1987a. Induced non-enzymatic browning of soybean meal. II.

- Ruminal escape and net portal absorption of soybean protein treated with xylose. *J. Anim. Sci.* 65:1319-1325.
- Cleale, R. M., IV, T. J. Klopfenstein, R. A. Britton, L. D. Satterlee, and S. R. Lowry. 1978b. Induced non-enzymatic browning of soybean meal. I. Effects of factors controlling non-enzymatic browning on *in vitro* ammonia release. *J. Anim. Sci.* 65:1312-1316.
- Consortium. 1988. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching. Consortium for Developing a Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching, Campaign, IL.
- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agric. Handbook 379*. ARS, USDA, Washington, D.C.
- Gunsentt, F. C. 1987. Allocation of individuals within each sex to a testing program. *J. Anim. Sci.* 65 (Suppl. 1):196 (Abstr.).
- Harvey, W. R. 1977. Users guide for LSML76, mixed model least squares and maximum likelihood computer program. Ohio State Univ., Columbus (Mimeo).
- Houpt, K. A. 1982. Gastrointestinal factors in hunger and satiety. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 6:145-148.
- Houpt, T. R. 1959. Utilization of blood urea in ruminants. *Am. J. Physiol.* 197:115.
- Hulet, C. V. 1976. Effect of breed on lamb production in anestrous ewes. *J. Anim. Sci.* 43:290 (Abstr).
- Jenkins, T. G. 1977. Characterization of body components from serially slaughtered bulls produced in a five breed diallel. Ph.D. Dissertation. Texas A&M Univ., College Station.
- Leng, R. A. 1976. Factors influencing net protein production by the rumen microbiota. In: T. M. Sutherland, J. R. McWilliam, and R. A. Leng (Ed.) *Reviews in Rural Science*. No. II p 85. Univ. of New England, Armidale, New South Wales. Australia.
- Meyer, K., K. Hammond, M. J. Mackinnon, and P. F. Parnell. 1991. Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle. *J. Anim. Sci.* (In press).
- NRC. 1988. *Nutrient Requirements of Swine (9th Ed.)*. National Academy Press, Washington, D.C.

- Rust, R. E., and D. G. Topel, 1969. Standards for Pork Color, Firmness and Marbling. Coop. Ext. Serv. Publ. No. PM-452. Iowa State Univ. , Ames.
- SAS. 1982. SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- SAS. 1988. SAS/STAT, User's Guide (Release 6.03). SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Sellier, P. 1987. Crossbreeding and meat quality in pigs. Anim. Breed. Abstr. 55:626.
- Sigma Chemical Co. 1974. The colorimetric determination of phosphatase. Tech. Bull. No. 104 (Rev. Ed.). St. Luis, MO.
- Steel, R.G.D., and J. H. Torrie, 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach (2nd Ed.). McGraw-Hill Book Co., New York.
- Steele, N.C., J.P. McMurtry, and R. W. Rosebrough. 1985. Endocrine adaptation of periparturient swine to alteration of dietary energy source. J. Anim. Sci. 60:1260-1269.
- Varga, G. A., and H. F. Tyrell. 1989. Effect of prior rate of gain and end weight on energy metabolism, visceral organ mass and body composition of Angus x Hereford steers. In: Energy Metabolism of Farm Animals. EAAP Publ. No. 43. p 287 Pudoc, Wageningen, Netherlands.

# APENDICE

## APENDICE

En esta sección se puede incluir toda la información que se obtuvo a través del trabajo experimental que no es necesario que se presente ya sea en el capítulo de metodología o en el de resultados, pero que al presentarse como apéndice puede ayudar a otros investigadores a realizar otro tipo de análisis o para aclarar dudas en cuanto a la realización de alguna parte del trabajo. Si se emplean cuadros, éstos seguirán el formato que se emplee en los capítulos de metodología o de resultados. Algunas veces cuando se trata de trabajos de tesis, en esta sección el investigador incluye algunos ejemplos de cómo realizó algunos cálculos y que le podrán ser de utilidad en el futuro como referencia.

En este apéndice se presentarán algunas de las abreviaturas más comunes de revistas científicas (Cuadro A.1) así como otras abreviaturas de uso frecuente en Español (Cuadro A.2).



#### Cuadro A.1. ABREVIATURA DE ALGUNAS REVISTAS CIENTIFICAS

Name	Nombre
A)De tierra T De escollera E	
CEA	Comisión Estatal de Aguas
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
DM	
F-14-C-55	
ICOLD	
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Lps	En español Sistema de Posicionamiento local
Nema	
NMX	Norma Mexicana
PEOT	
SCFI	
VAC	
VRC	

#### Cuadro A.2. ABREVIATURAS DE EMPLEO COMUN EN ESPAÑOL

%	tanto por ciento
° C.	grado Centigrado
etc.	Etcétera
fig.	Figura
Gto	Guanajuato
Ha	Hectarea
hrs.	horas
Km	Kilometro
l.	litro
m.	metro
m.s.n.m-	Metros sobre el nivel del mar
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cubico
m <sup>3</sup> /año	Metro cubico sobre año
m <sup>3</sup> /s	Metro cubico sobre segundo
Méx	México
Mm	milimetro
Precip.	precipitacion
pulg.	pulgada
Qro.	Querétaro
S/D	Sin Dato
Ton	Tonelada
Tr	
Vol. Esc. Anual	Volumen de escurrimiento anual