



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Sistema de Información
Hidrometeorológica en la
Cuenca del Valle de México**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Allan García Pérez

ASESOR DE INFORME

Ing. Rodrigo Takashi Sepúlveda Hirose



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., Ingresada 2019



AquaWeb

Sistema de Información Hidrometeorológica en la
Cuenca del Valle de México

Allan Garcia Pérez
allangarciaperez@gmail.com

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	2
I.ANTECEDENTES	3
HISTORIA.....	3
MEDIO BIÓTICO Y ABIÓTICO	18
HIDROLOGÍA	21
II.PROBLEMÁTICA DE ORIGEN	22
III.CAUSAS Y EFECTOS	25
IV.EXPERIENCIA EN PROYECTOS SIMILARES	25
V.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO AQUAWEB®	27
OBJETIVO	27
ALCANCE DE AQUAWEB®	27
ESTRUCTURA GENERAL DE AQUAWEB®.....	29
CARACTERÍSTICAS:.....	31
REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	33
PROBLEMÁTICA QUE SE RESUELVE Y BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	34
VI.CONCLUSIONES	35
GENERALES.....	35
PARTICULARES	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36
INDICADORES.....	36
INTERNACIONALES:.....	36
NACIONALES:	38
ANEXOS.....	40

INTRODUCCIÓN

El presente documento hace referencia a los trabajos que se hacen para varias instituciones gubernamentales enfocadas al medio ambiente y gestión del agua, principalmente a la CONAGUA.

En lo particular, los trabajos constan de brindar información hidrometeorológica a través de una plataforma web llamada **AquaWeb**[®], en la cual se pueden visualizar dispositivos hidrometeorológicos que miden diversas variables que son:

- Precipitación
- Temperatura
- Dirección de viento
- Velocidad de viento
- Presión atmosférica
- Humedad.

La característica principal de **AquaWeb**[®] es reportar y alertar a las autoridades competentes en materia de gestión del agua en el Valle de México para poder tomar decisiones en tiempo real sobre la infraestructura hidráulica que opera el Sistema de Drenaje de la Ciudad de México, contrarrestando los riesgos ocasionados por la precipitación.

I. ANTECEDENTES

HISTORIA

Los primeros asentamientos humanos en la cuenca datan del 5500 a.C. pero se sabe que mucho antes existían grupos sedentarios de humanos que rondaban la región desde el 30000 a.C. Después de la aparición de la agricultura en la cuenca de México, alrededor del 2500 a.C., el crecimiento de la población se incrementó drásticamente. Se crearon comunidades más grandes y con rasgos de una cultura organizada, lo que permitió el desarrollo de incipientes tecnologías para la modificación del ambiente a su favor.

En el 1200 a.C. comenzó el desarrollo de la primera gran ciudad de la cuenca, Cuicuilco, la cual alcanzó una población de 20000 habitantes, alrededor del 200 a.C. Ésta ciudad tuvo una gran influencia en lo que los antropólogos llaman Mesoamérica, demostrando el papel preponderante que desde entonces la región tuvo en la zona centro de lo que hoy es México. *Figura 4*



Figura 4. Mapa de recursos y explotación de la región de los lagos de la cuenca de México, Arqueología Mexicana, 2007.

Entre los años 200 a.C. y 200 d.C., la erupción del volcán Xitle, evento del cual no se tiene fecha exacta, destruyó Cuicuilco, lo que permitió la consolidación de Teotihuacán al norte de la cuenca, como gran centro urbano, misma que llegó a

contar con más de 100000 habitantes en el año 500 d.C. Dicha ciudad ejerció un control total en la cuenca y en grandes zonas del centro de Mesoamérica. Poco más tarde, en el 550 d.C. y debido a la sobre explotación de los recursos de la región, la ciudad entró en un periodo de crisis que terminó con el colapso y total desaparición de su civilización en el 650 d.C.

Tras la desaparición de Teotihuacán y como un símil a lo sucedido en Europa durante la Edad Media, la cuenca entro en una edad “oscura”. Con la desaparición de un centro rector, la población se dispersó en pequeños grupos a lo largo de la cuenca y la región dejó de ser una potencia Mesoamericana. Esto dio pie a que grupos sedentarios de la región conocida como Aridoamérica, al norte del México actual, incursionaran la zona, dando inicio a una mezcla e integración de los pueblos originarios de la región y los nuevos “invasores”. El grupo más grande de pobladores que llegaron a la cuenca fue el de los Chichimecas, quienes empezaron a ocupar zonas ribereñas de los lagos y a establecer centros políticos y sociales, tomando el control de la región y dando comienzo a un nuevo desarrollo poblacional de la zona. Los centros Chichimecas más importantes que se desarrollaron fueron Tenayuca, Azcapotzalco, Texcoco, Xochimilco, Tláhuac y Chalco. *Figura 5*

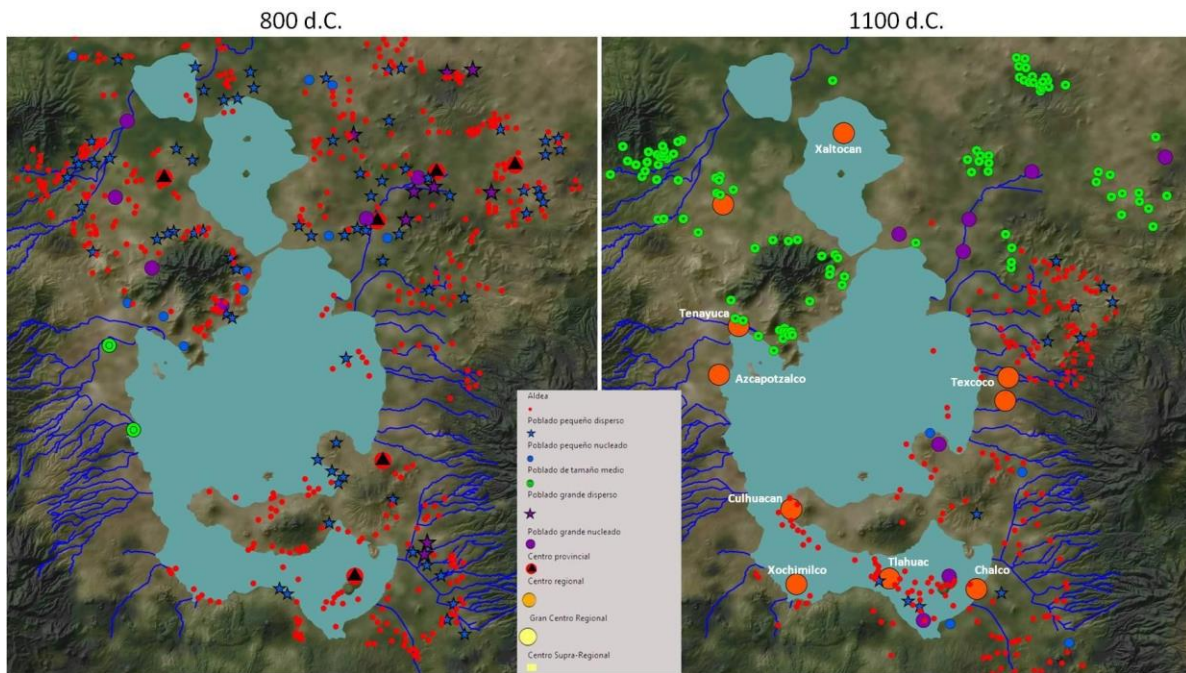


Figura 5. Poblaciones de la cuenca de México alrededor de los años 800 d.C. y 1100 d.C., W. T. Sanders et al, 1979.

Cuando el pueblo azteca llegó a la región de la cuenca de México, alrededor del 1300 d.C., la “edad oscura” había sido superada, la cuenca se encontraba sobre poblada y solo escasos sitios existían para el establecimiento de los recién llegados. Así, los aztecas fueron obligados a establecerse en una pequeña isla en interior del lago de Texcoco, la cual pertenecía al señorío de Azcapotzalco.

Durante años, los aztecas fueron tributarios del pueblo Tecpaneca, gobernado por el señorío de Azcapotzalco. En el año de 1431, se inició la guerra entre Tecpanecas y Texcocanos, que para el momento representaban las potencias en la región. Los aztecas aprovecharon la situación y se aliaron con Texcoco. Entre ambos vencieron al tirano rey Maxtla de Azcapotzalco y los mexicas obtuvieron su independencia. Tras la derrota de Maxtla, el pueblo azteca junto con sus aliados de Texcoco y Tlacopan, iniciaron grandes campañas militares en la cuenca y más allá de ella, conquistando a diferentes poblaciones del centro del país, creando un gran sistema de pueblos tributarios, que con el tiempo generaron gran rencor hacia sus opresores, factor que emplearon los conquistadores españoles en la derrota de México–Tenochtitlán.

Los aztecas desarrollaron una serie de tecnologías que les permitieron la construcción de grandes obras para el control de los lagos. Con ayuda de Netzahualcóyotl, se construyó una albarrada que separó las aguas saladas del lago de Texcoco y previno a la ciudad de Tenochtitlán de inundaciones. También se construyeron calzadas, diques y canales en puntos estratégicos para el control de las aguas así como para la comunicación de la isla con tierra firme.

A su llegada, los españoles quedaron maravillados con las edificaciones y ciudades que encontraron camino a Tenochtitlán, sobre todo de aquellas que se encontraban sobre el agua.

Durante la guerra de conquista, muchas de las grandes obras y construcciones que habían realizado los pueblos prehispánicos quedaron destruidas. Cortés, muy a su pesar, destruyó la ciudad de México – Tenochtitlán, como última alternativa para derrotar al ejército mexicano. Tras la derrota azteca por parte de los españoles, la población indígena decayó bruscamente. Se calcula que en el año de 1519, la población en el centro de México era aproximadamente de 8 millones y en Yucatán se calculan otros 6 millones más (Mendizábal, 1964). Para 1521 la población había disminuido a 9 millones de habitantes y durante mediados del siglo XVI, las epidemias redujeron aún más la población, llegando a una crisis poblacional a principios del siglo XVII. Se calcula que para 1595 la población apenas alcanzaba los 2 millones de habitantes en toda la Nueva España. La economía se contrajo y las autoridades españolas olvidaron el problema del control de los lagos. Así, después de la conquista, toda la infraestructura y desarrollo tecnológico para el manejo y aprovechamiento de los lagos, desapareció casi en su totalidad.

Por otra parte, la visión de los pueblos indígenas de una ciudad que conviviera con el agua, no coincidió con la visión española, de aprovechar grandes extensiones de tierra firme, que traían de Europa. Según el Fray Toribio de Benavente, mejor conocido como Motolinía, en el año de 1524 los lagos iniciaron un descenso

continuo en el nivel de las aguas, que continuó hasta la desecación total de los lagos en el siglo XX.

Esto se explica por el continuo incremento de azolves, el descuido de las acequias y albarradas para el control de las aguas y en la construcción del desagüe general de la cuenca en años posteriores.

En los primeros años de la colonia de la Nueva España, se iniciaron varios procesos de transición y mezcla entre las culturas prehispánica y europea. Se inició la evangelización de los pueblos indígenas, la repartición de territorios, la construcción de iglesias y monasterios, la organización de Cabildos, entre otros aspectos. Pero nada de esto logró evitar la mayor cantidad de muertes indígenas, causadas en gran medida a las epidemias provenientes de Europa y de las condiciones precarias en las que vivían los indígenas. Gran número de poblaciones indígenas fueron abandonadas debido a las epidemias.

No fue, sino hasta principios del siglo XVII, en que la Nueva España entró en una etapa de crecimiento, impulsado principalmente por la exportación de materias primas al continente europeo. Se incrementó la actividad en el comercio de la cuenca y las poblaciones cercanas a la ciudad de México iniciaron un proceso de desarrollo, que les permitió el mejoramiento de calles plazas públicas y la construcción de edificaciones religiosas.

Debido a la política de la corona española de establecer restricciones económicas y tecnológicas a la colonia, el crecimiento poblacional que presento la cuenca en la época colonial no fue de grandes dimensiones y para el final de la dominación española, la ciudad apenas había triplicado su población, después de 300 años.

Con la fundación de la capital de la Nueva España sobre la antigua ciudad de Tenochtitlán–Tlatelolco, los españoles se enfrentaron a la problemática de las inundaciones, producto de las crecientes del lago de Texcoco. Hay que recordar que la Albarrada construida por Netzahualcóyotl, había sido destruida por Cortes, para el paso de sus Bergantines en la guerra de conquista, y en los primeros años

de la colonia, no se vio la necesidad de reconstruirla. También se habían descuidado las acequias y compuertas para el control del agua. En el año de 1555 se presentó la primera gran inundación, después de la conquista y la Ciudad de México se vio fuertemente afectada. Una de las primeras soluciones presentadas fue la de trasladar la capital de la Nueva España a tierra firme. Cortés ya había pensado construir la nueva ciudad en Coyoacán, pero decidió asentarla sobre las ruinas de Tenochtitlán, ya que de esta forma se demostraba el triunfo sobre los pueblos indígenas, además de que quedaba destruido el símbolo imperial de los aztecas. Esta propuesta, pronto fue olvidada, debido al alto costo que representaba y el Virrey Luis de Velasco ordenó la reconstrucción de una albarrada, más pequeña que la construida por Netzahualcóyotl, que iniciaba en la calzada de Guadalupe y terminaba en el inicio de la calzada Ixtapala (hoy calz. de Tlalpan). *Figura 6*



Figura 6. Plano que describe la Comarca de México y Obras del Desagüe de la Laguna, Enrico Martínez, 1608.

La siguiente gran inundación se dio en el año de 1580, debido a una serie de fuertes lluvias que iniciaron en 1579. En esta época se planteó la idea de la construcción de un desagüe general que drenara los lagos. Pero debido a los altos costos de la construcción, se decidió únicamente a reparar y ampliar los diques, albarradas y calzadas, así como la desarenación de ríos.

No fue sino hasta el siglo XVII, después de otra gran inundación en el año de 1604, en que se vio la gran necesidad de encontrar una solución permanente al problema de las inundaciones en la Ciudad de México. Con la llegada del Virrey don Luis de Velasco, por segunda ocasión, en el año de 1607, se ordenó la construcción del desagüe general. Para esto se estudiaron varios proyectos y propuestas, de los cuales fue elegido el del cosmógrafo alemán Enrico Martínez quien proponía la construcción de un túnel al norte de la cuenca, pasando cerca del poblado de Huehueteca para llevar las aguas al río Tula, mismo que se conecta con el río Panuco y desemboca en el Golfo de México. Enrico Martínez pretendía desecar los lagos a través de esta magna obra, pero las autoridades, únicamente decidieron desviar el río Cuautitlán, que para entonces era el río más caudaloso y que tenía como afluentes los ríos Tepotzotlán, Guadalupe y el Grande. Enrico Martínez dedicó más de 29 años a esta magna obra. *Figura 7*



Figura 7. Plan del Real Desagüe de Guequetoca, Joseph de Páez 1753.

En el año de 1621 llegó como nuevo gobernador de la Nueva España el Virrey Marqués de Gelves, quien decía no estar convencido del peligro que sufría la ciudad respecto a las inundaciones. Es por esto que para el año de 1623 el virrey ordenó el cierre del túnel de Huhuetoca, para así ver con sus propios ojos si era verdad lo que decían. Esto, obviamente, causó la peor inundación que la ciudad había tenido hasta entonces.

Para el año de 1627 se presentaron grandes lluvias, lo que ocasionó algunas inundaciones alrededor de la ciudad. Las lluvias se presentaron también en 1628 y para el año de 1629 la ciudad fue inundada nuevamente. Tras la inundación de 1629, la cual duró hasta el año de 1634, se emprendieron las obras para la ampliación del desagüe de Huhuetoca, en donde se decidió que el túnel existente fuese transformado en un tajo abierto. Las obras del desagüe continuaron en el siglo XVII y no fueron terminadas sino hasta 1789, teniendo etapas de gran actividad y otros en los que se abandonaban las obras. Durante este periodo continuaron las inundaciones, pero de menor intensidad a las presentadas anteriormente. Debido al crecimiento, tanto de la ciudad, como de las poblaciones asentadas alrededor de los lagos, así también como del incremento en los niveles de azolvamiento, las superficies de los lagos fueron perdiendo extensión, alejándose cada vez más de las orillas de la ciudad de México.

Tras la guerra de independencia, se inició el arduo trabajo de organizar la nueva nación. Dentro de los principales planes que se incluían en la nueva organización, se encontraba la ampliación del desagüe. Desafortunadamente el tema fue olvidado rápidamente debido a las continuas intervenciones extranjeras y a la falta de recursos. En los primeros años del México independiente, la región de la cuenca no presentó grandes incrementos en su población, debido principalmente a la falta de desarrollo económico y a las periódicas intervenciones militares del siglo XIX.

A mediados del siglo XIX, y tras los constantes riesgos de una inundación, se iniciaron planes para la construcción de un segundo drenaje. Entre los principales

promotores para el desarrollo del desagüe general estaban los ingenieros Francisco de Garay y Smith, quienes proponían un sistema de vasos comunicantes entre los lagos de la cuenca, iniciando en el lago de Chalco y terminando en el lago de Zumpango, para de ahí descargar las aguas sobre el río Tula, pero no por Huhuetoca, sino con la construcción de un nuevo túnel que pasara cerca de Tequisquiac. Desafortunadamente y por falta de recursos los planes no se llevaron a cabo.

En 1856 se construyó en muy poco tiempo el canal de San Lorenzo, conocido hoy en día como canal de Garay. Éste comunicaba el lago de Xochimilco con el lago de Texcoco cruzando por el valle de San Lorenzo. Lo que permitió que las aguas de los lagos de Xochimilco y Chalco descargaran sus aguas en el de Texcoco, evitando el riesgo de inundación por el sur de la ciudad.

En el año de 1865, durante el liderazgo de Maximiliano de Habsburgo, se autorizó la construcción del proyecto del desagüe de Garay, pero las obras iniciaron hasta 1866. En 1867 la intervención francesa llegó a su fin y el partido conservador fue derrotado finalmente, por lo que los trabajos del desagüe general se vieron interrumpidos durante el proceso de cambio de gobiernos. No paso mucho tiempo, en que el nuevo gobierno decidió retomar el proyecto de Garay, reorganizando la zona de obra. Pero nuevamente, las obras se vieron interrumpidas debido a los problemas económicos y políticos que enfrentaba el país.

Con la llegada de Porfirio Díaz al poder, México entró en una etapa de estabilidad política y económica que generó un gran desarrollo en el país. La gran apertura a la inversión extranjera, la creación de industrias y empresas en la ciudad y la construcción de miles de kilómetros de ferrocarril, derivaron en una primera explosión demográfica que provocó la expansión de la ciudad hacia el occidente de la cuenca, alcanzando poblaciones que anteriormente se encontraban en apartadas de la ciudad, tales como Tacuba, Popotla y Chapultepec. En este periodo, se lograron reanudar las obras del gran canal de desagüe y el túnel de Tequisquiac. El

gobierno de Porfirio Díaz asignó ambas obras a compañías extranjeras, quienes presentaron grandes problemas desde sus inicios. En las obras del túnel, la empresa inglesa encargada, tuvo grandes dificultades en la construcción, que llegó al extremo de detener las obras y pedir la cancelación del contrato al gobierno de México. Las obras fueron terminadas por el gobierno mexicano, realizándose en poco tiempo y demostrando la gran capacidad de la ingeniería mexicana. Las obras del gran canal fueron las que más dificultades presentaron y las que demoraron más en concluirse. Finalmente el 17 de Marzo de 1900, se llevó a cabo la gran inauguración del sistema de desagüe del Valle de México, galardonada con una gran celebración presidida por el Presidente de la República. *Figura 8*

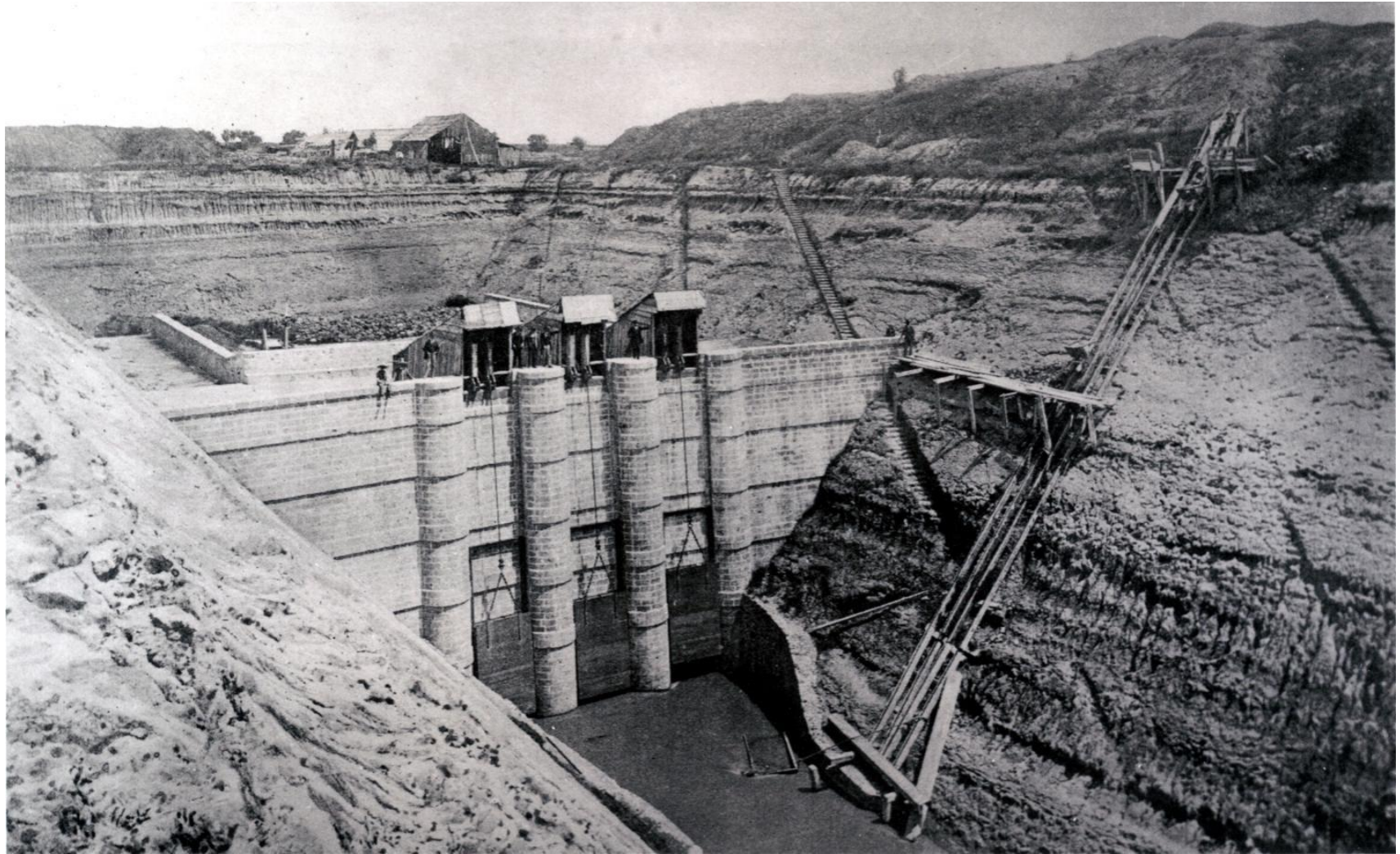


Figura 8. Presa y compuertas del Gran Canal de Desagüe, 1897.

Tras la Revolución Mexicana, en la década de 1930, una segunda explosión demográfica, que continuó en las siguientes décadas, convirtió a la ciudad de México en una de las más grandes del mundo. Al expandirse el área urbana, se poblaron áreas de los antiguos lagos, llegando a alcanzar a poblaciones, antiguamente alejadas de la ciudad, como Coyoacán, Santa Fe o Iztapala y para finales del siglo XX alcanzando a Xochimilco, Tlalpan y Tláhuac. Este rápido crecimiento, dificultó la planificación de la ciudad, ocasionando la construcción de edificaciones en lugares inapropiados o sin contar con estudios previos sobre el subsuelo.

En 1937 se inició la construcción de un segundo túnel de Tequisquiác, el cual fue terminado hasta 1954. Aun así la obra no fue suficiente y las inundaciones continuaron. Por otra parte, el crecimiento desmedido de la ciudad, provocó una gran demanda de agua potable en la ciudad, que solo pudo ser surtida del subsuelo, pero esta solución acarreo un nuevo problema, el hundimiento de la ciudad.

El área urbana alcanzó zonas que antes habían sido utilizadas para la agricultura, por lo que en la década de 1940 se dio inicio al entubamiento de ríos, canales de riego y arroyos y que continuó hasta la década de 1970. En este periodo se entubaron los ríos Churubusco, de la Magdalena, San Ángel, Tequilazco, Barranca del Muerto, Mixcoac, de la Piedad, Becerra, Tacubaya, Consulado, San Joaquín y Miramontes, aprovechando la superficie de éstos, para la construcción de avenidas. En la década de 1950 se intensificó la ampliación del drenaje de la ciudad con la construcción de 520 km de colectores, 2900 km de atarjeas y con la entubación de más de 80 km de causes (Memorias del drenaje profundo 1975). Aun así, la ciudad continuó sufriendo inundaciones y grandes problemas sanitarios debido a la acumulación de aguas negras en distintos puntos de la ciudad, por lo que en 1953 se creó la Dirección General de Obras Hidráulicas, misma que desarrolló en 1954 el "Plan general para resolver los problemas del hundimiento, las inundaciones y el abastecimiento de agua potable de la ciudad de México", el cual consideraba las siguientes acciones:

- a. Utilizar hasta donde sea admisible, el alcantarillado existente, aliviando su trabajo en la época de lluvias por medio de conductos interconectores que limiten las áreas tributarias de cada colector a valores compatibles con sus dimensiones.
- b. Instalar una planta de bombeo con capacidad de 80 m³/s y construir un túnel para el mismo caudal, que descargaría las aguas negras y de lluvia en el Gran Canal del Desagüe, a la altura de San Cristóbal Ecatepec.
- c. Entubar el primer tramo del Gran Canal y la totalidad de la Prolongación Sur, ya que su existencia es un serio problema sanitario para la población.
- d. Ampliar la red de colectores hacia las regiones del Distrito que no la poseen.

(Memoria de las obras del Sistema de drenaje profundo del Distrito Federal, 1975)

En el transcurso de los años siguientes el plan fue modificado durante el transcurso de la construcción de las obras tabuladas, hasta proponer una solución final que satisficiera los problemas de inundaciones y de drenaje en la ciudad de México. En 1967 fue aprobado el Proyecto del Drenaje Profundo de la ciudad de México el cual fue inaugurado hasta el año de 1975, pronosticando, como en la era porfiriana, el fin a la problemática de las inundaciones en la ciudad. Dicho sistema de túneles consiste en un emisor central de 8 km y un emisor oriente de 10 km los cuales se unen para formar un enorme emisor de 50 km, sumando una longitud total de 68 km.

Como consecuencia en la incesante actividad en la ampliación del sistema de desagüe de la cuenca, durante la segunda mitad del siglo XX y al crecimiento desmedido en las décadas de 1960, 1970 y 1980 de la ciudad, el nivel de los lagos de la cuenca fue afectado al grado de desaparecerlos casi en su totalidad. En el año de 1951 tuvo que ser desviado el cauce del río Churubusco para rescatar la zona chinampera de Xochimilco y Tláhuac. El lago de Texcoco llegó en la década de 1970 a su desaparición total, teniéndose que construir series de lagos artificiales para el

rescate ecológico de la región. Por otro lado los lagos de San Cristóbal y Xaltocan han desaparecido completamente, para dar lugar a desarrollos habitacionales modernos.

El drenaje profundo de la ciudad de México ha ayudado en gran medida en el control de las inundaciones en la ciudad, además de servir como un gran alcantarillado de la misma. Pero a pesar de esto, se han presentado grandes inundaciones, como la sucedida en el municipio de Chalco en el año 2000, y desbordamientos de canales en distintos puntos de la ciudad.

Actualmente se encuentra en construcción el túnel de la Compañía en el oriente de la cuenca, así como la construcción de un nuevo emisor, y la instalación de nuevas plantas de bombeo en el actual sistema de desagüe. Así también se han desarrollado proyectos para el desarrollo de una zona lacustre en la zona de Texcoco y el rescate ecológico de los canales de Xochimilco y Tláhuac.

Hoy en día podemos ver las consecuencias del crecimiento no planificado, que ha generado grandes problemas en la ciudad, como la falta de agua, el hundimiento regional, la contaminación entre muchos otros.

MEDIO BIÓTICO Y ABIÓTICO

La diversidad de organismos está asociada con las características del ambiente en el que se desarrollan, gracias a ello, al realizar cualquier estudio sobre biodiversidad en un cuerpo de agua, es importante conocer, en primer lugar, su estructura, la cual está determinada por la morfometría de la cuenca y las interacciones físicas, químicas y biológicas, que en ella se llevan a cabo.

La morfometría se refiere a la forma de la cuenca, su ubicación geográfica y su origen geológico, que determinan su carácter ecológico esencial; de tal manera que si, por ejemplo, en una región donde los lagos están formados por procesos

asociados con el viento y, por tanto, son someros, se puede suponer que los patrones de migración vertical del zooplancton no son muy importantes; por otra parte, en una región de lagos alpinos o de mayor altitud, se puede esperar la ausencia de peces, porque ese tipo de climas puede ser inhóspito o físicamente inaccesible, por tanto, se debe esperar otro tipo de depredadores. En lagos fuertemente influenciados por el agua de ríos, se puede anticipar la presencia de comunidades características de ambientes lóticos y una dominancia de organismos litorales o bentónicos (Zaret, 1980).

En el caso de los estuarios, la forma de la cuenca es de primordial importancia para determinar la naturaleza de las fuerzas hídricas que están operando y la relación que existe entre el ambiente y el zooplancton que ahí habita. Por ejemplo, un estuario triangular con una boca ancha y profunda (típica de estuarios jóvenes) permite la entrada del agua marina a distancias considerables río arriba, dependiendo, de la amplitud de la marea y el gradiente del río. Lo cual origina, generalmente, diferentes efectos, entre los que se destacan el aumento del proceso de mezcla entre las dos aguas, mayor circulación y, frecuentemente, el desarrollo de fuertes corrientes. Por el contrario, un estuario de boca estrecha se caracteriza por presentar poca circulación, gradientes de salinidad más pronunciados, tanto longitudinal como verticalmente y acumulación más rápida de sedimentos, lo que puede formar las lenguas de tierra y las barras (Reid y Wood, 1976). La salinidad de un estuario es de particular importancia ecológica, de tal manera que existe un sistema de clasificación basado en las características hidrodinámicas, mismas que se ven reflejadas en los patrones de salinidad del agua (Knauss, 1978 y Millero y Sohn, 1991) y las especies que ahí se encuentran están adaptadas a éstos patrones (Tait, 1987).

La presencia de cada especie en un cuerpo de agua no es una propiedad fija que se presenta de manera independiente a las condiciones ambientales prevalecientes, más bien, es el resultado conjunto de las fuerzas evolutivas a largo plazo y las respuestas más inmediatas de los organismos hacia el ambiente en el

cual han estado viviendo (Begon et al., 1997). El hecho de que un organismo sobreviva, se reproduzca y deje descendientes en ciertos ambientes y no en otros, se debe a que su fisiología tiene una profunda influencia sobre la capacidad para interactuar con el ambiente en que se encuentra, por lo que la tolerancia de cada organismo hacia cada tipo de parámetros fisicoquímicos, determinará si una especie puede reproducirse, sólo sobrevivir o perecer en un ambiente determinado (Miracle, 1974). De ahí que la eficiencia biológica de los organismos se considere una medida de dominancia numérica, pues los individuos más aptos de una población, son los que dejan un mayor número de descendientes en relación con el número de descendientes de otros individuos menos eficientes; de esta manera, al ejercer mayor influencia sobre las características hereditarias de dicha población, son favorecidos por la selección natural (Stearns, 1992 y Begon et al., 1997).

Desde los estudios de Darwin, se sabe que la estrecha relación entre los organismos y su ambiente van creando adaptaciones locales que, a lo largo del tiempo, pueden dar lugar a la especiación. Pero el que ocurran o no, adaptaciones de este tipo entre los organismos, depende de la fuerza de la selección natural, la cantidad de variación genética sobre la cual la selección puede actuar, la rapidez con la que las poblaciones son capaces de responder a la selección y el efecto homogeneizador del flujo genético (De Meester, 1996 y Declerck et al., 2001).

Los cuerpos de agua no son hábitats uniformes con respecto a los factores abióticos (como temperatura, luz, concentración de oxígeno disuelto, entre otros), así que no es sorprendente encontrar que los organismos no se distribuyen homogéneamente en la columna de agua y, frecuentemente, existe una variabilidad considerable en relación con su distribución horizontal y vertical (Wallace y Snell, 1991). La preferencia por cierto factor ambiental y su tolerancia varían entre cada especie y entre cada estadio de su ciclo de vida; es por esto que los organismos se clasifican por la tolerancia a factores ambientales que puede ser amplia o estrecha tales como temperatura y salinidad, entre otros. Es claro que algunas especies pueden estar

asociadas con un área particular y, entonces, su distribución se limita a los hábitats de su preferencia y se convierten en “especies indicadoras” (Omori e Ikeda, 1984).

En el campo teórico de la ecología y conservación, los conceptos de riqueza de especies y diversidad son de los más intensamente discutidos, ya que ambos se pueden aplicar a diferentes niveles de estudio dentro de una comunidad, tales como niveles tróficos (productores, consumidores), ciclos vitales (anuales, semélparos, iteróparos) o niveles taxonómicos (phylum, clase, orden).

La riqueza de especies, riqueza específica o número total de especies es la medida más sencilla de entender, pero, en la práctica, difícil de determinar. El descubrimiento de especies raras depende, en gran medida, del tamaño de la muestra y de qué tan intensiva sea la búsqueda; por tanto, es prácticamente imposible determinar con certeza la riqueza específica para una comunidad o subunidad; en contraste, la mayor parte de índices de diversidad que se utilizan se determinan con base en las especies más frecuentes encontradas en la muestra, por lo que las especies raras tienen poco efecto en el valor de esos índices (Begon et al., 1997).

La biodiversidad consiste de dos componentes: el número de especies y su equidad, esta última es la uniformidad de abundancia en las especies encontradas. Al tomar en cuenta las abundancias relativas, un índice de diversidad no depende solamente de la riqueza de especies, sino también de cuán equitativa es la distribución de individuos en esas especies.

HIDROLOGÍA

En los siguientes párrafos se resume el balance del agua en el Valle, considerando tres enfoques: el hidrológico que muestra el destino del agua de lluvia; el de las fuentes de suministro, y el de los usos del agua.

1. **Destino del agua de lluvia.** Si bien en promedio llueven alrededor de 220 m³/s, la mayoría de la precipitación regresa a la atmósfera en forma de evapotranspiración y que el escurrimiento superficial representa una fracción muy pequeña, de la cual sólo una tercera parte es aprovechable debido a que la mayoría se produce en el área urbana y se drena inmediatamente junto con las aguas negras.
2. **Fuentes de suministro.** El balance relativo a las fuentes muestra que la extracción de agua subterránea supera en unos 23.5 m³/s a la recarga y que el agua superficial aprovechable ya se utiliza en su mayoría (solamente puede aumentarse un poco la extracción en el río Magdalena, en el Distrito Federal, y otro poco en la Presa Madín y Presa Guadalupe en el Estado de México, pero entre ambas no se llega a 2 m³/s).
3. **Usos del agua.** Como ya se comentó, no parece factible una reducción importante en los usos domésticos ni en comercio, industria y servicios; en cambio resulta atractivo reducir la demanda de agua potable para riego y disminuir las fugas.

II. PROBLEMÁTICA DE ORIGEN

El crecimiento del área urbanizada y los hundimientos han complicado la situación de la ciudad de México. En particular, desde que se inauguró el Sistema de Drenaje Profundo, en 1975, la capacidad relativa del drenaje general de la Ciudad ha disminuido paulatinamente. Un ejemplo claro es la planta de bombeo Gran Canal ("km 18+500") y Planta de Bombeo Canal de Sales en la que la capacidad de drenaje fue reducida de 80 m³/s a 15 m³/s por la reducción de la pendiente. Actualmente con ayuda de las bombas se alcanza un drenaje de aproximadamente 28 m³/s. *Figura 9*

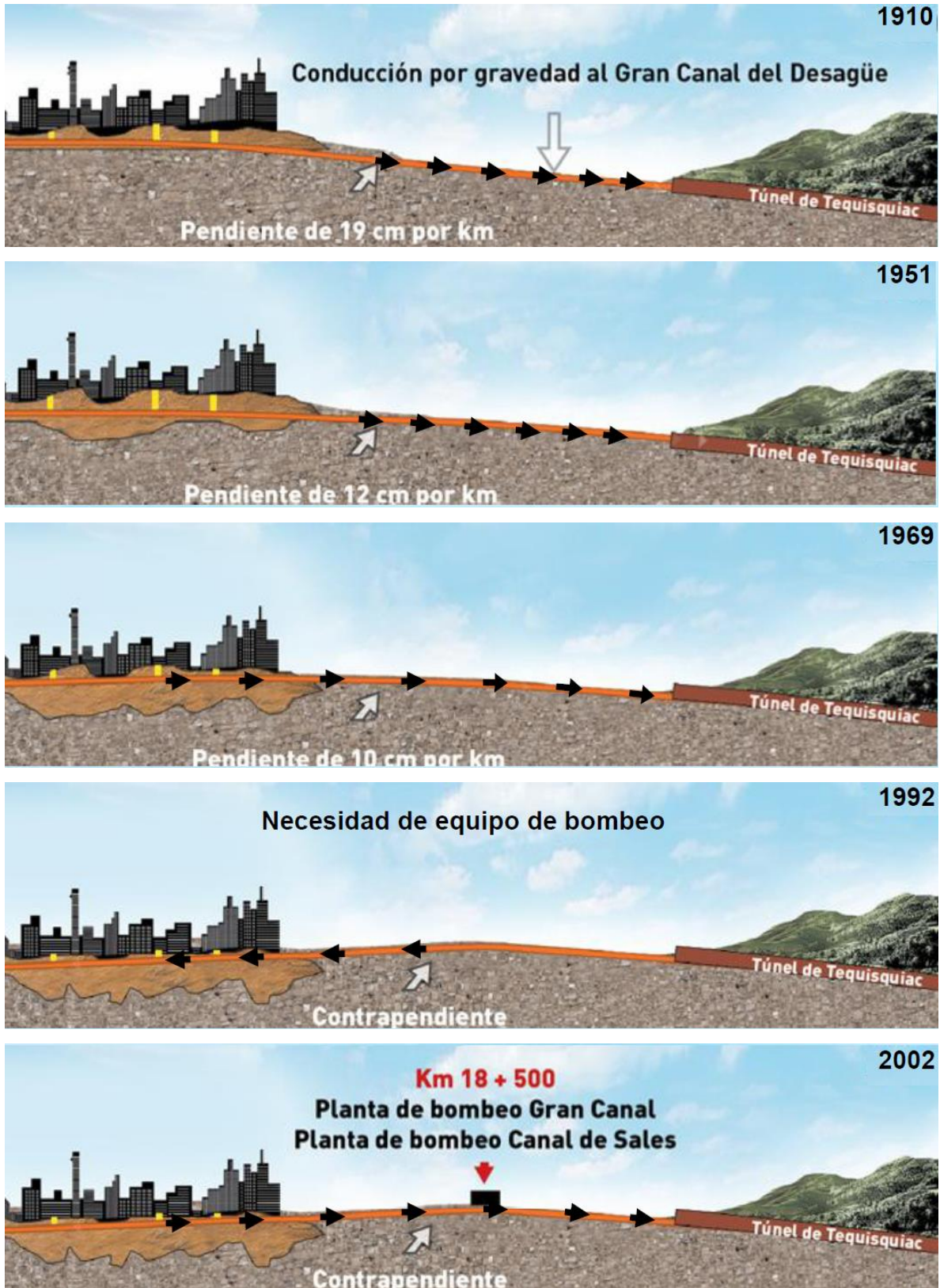


Figura 9. El crecimiento del área urbanizada y los hundimientos

1. El Emisor Central se ha deteriorado, lo que aumentó su coeficiente de rugosidad y redujo su capacidad de 160 a unos 120 m³/s.
2. Los escurrimientos que llegan al Sistema se han incrementado por el crecimiento de la mancha urbana y el mejoramiento de la infraestructura de captación. En particular, el Interceptor Oriente del Sistema de Drenaje Profundo ha aumentado su área de aportación al extenderse hacia el suroriente con los Interceptores Oriente-Sur y Oriente-Oriente.
3. Ante el incremento de los ingresos y la disminución de las capacidades de descarga y almacenamiento, se ha recurrido en exceso al Sistema de Drenaje Profundo como alivio para todas las demás partes del Sistema Principal, lo que ha provocado que el Sistema de Drenaje Profundo trabaje con carga varias veces por año, como ocurrió el 15 de junio de 2000, fecha en que se presentó una inundación en la Unidad Ejército de Oriente, debido a que derramó la lumbrera 3 del Interceptor Oriente.³

Es claro entonces que la Ciudad de México está sujeta a un riesgo muy alto de sufrir inundaciones graves cada año, y por ello parte de las acciones de mitigación para este tipo de desastres es empleando nuevas tecnologías tanto de hardware como de software que sirvan de ayuda para contrarrestar estos efectos en un corto a mediano plazo.

III. CAUSAS Y EFECTOS

Año tras año dentro la Cuenca del Valle de México tiene riesgos latentes de carácter hidráulico, ocasionando diversas problemáticas en el Sistema de Drenaje del Valle de México. Estos a su vez generan efectos negativos en sectores como el económico salud y de seguridad social. *Diagrama 2*



Diagrama 2. Causas y efectos

IV. EXPERIENCIA EN PROYECTOS SIMILARES

En el año 2015 RGov formó parte del desarrollo de la **PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA SISTEMA DE MONITOREO DE AGUA** de PUMAGUA con tres ejes primordiales de uso, cantidad del agua, calidad del agua y comunicación/participación dentro de las instalaciones de Ciudad Universitaria. *Figura 10*

La plataforma tuvo tres módulos principales que son:

- Módulo de planeación y Actualización del Sistema de Monitoreo de Agua
 - Envío automático de alertas sobre Balance Hidráulico
- Módulo de Calidad del Agua y Módulo de Participación y Comunicación Universitaria
 - Extracción de datos del rack

- Implementación de KPI's del Módulo de Calidad del Agua
 - Niveles de tanques y cisternas
 - Ajustes al diseño gráfico considerando los 4 puntos de medición
 - Ajustes a tipo de pregunta en Módulo de encuestas
 - Análisis de tendencias para acciones y encuestas.
- Puesta a punto y Cierre del proyecto
 - Ajustes a Manuales del sistema y Memoria Técnica
 - Ajustes a Guías de Usuario y Administración
 - Capacitación
 - Instalación de Sistema de Monitoreo de Agua y Base de datos

www.observatoriodelagua.unam.mx/CalidadAgua/CalidadIndex

OBSERVATORIO DEL AGUA UNAM

Correo Electrónico Contraseña

CONSUMO DE AGUA CALIDAD DEL AGUA COMUNIDAD PARTICIPATIVA

CALIDAD DEL AGUA

Todos los bebederos en Ciudad Universitaria

Selección de acuerdo a los siguientes criterios:

Campus: Ciudad Universitaria

Tipo de Agua: Agua potable

Uso del Agua: Para Uso y Consumo Humano

Etapa del sistema: Bebedero

Sitio de Monitoreo: Todos los sitios

Filtrar

Figura 10. Página PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA SISTEMA DE MONITOREO DE AGUA – PUMAGUA

V. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO AQUAWEB®

OBJETIVO

El objetivo de **AquaWeb®** es integrar la información obtenida mediante sensores, medidores y operadores a través de una plataforma web; esto con la finalidad de formar un sistema con tomas de decisiones y acciones de forma preventiva. Dando lugar a la creación o modificación de políticas públicas, lineamientos y estrategias para hacer una mejor manejo y aprovechamiento de este recurso natural. *Diagrama 3*



Diagrama 3. Objetivo de la plataforma AquaWeb®

ALCANCE DE AQUAWEB®

Contar con un servicio integral que deberá contar con las herramientas, estaciones pluviométricas y personal técnico especializado, que permita obtener información hidrometeorológica para el funcionamiento, operación y visualización en “tiempo real” del comportamiento de las lluvias y del Sistema Hidrológico del Valle de México, así como su almacenamiento, consulta y explotación histórica, permitiendo la generación de alertamientos hidrometeorológicos de precipitación pluvial para suministrar la información requerida en este caso por el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México (OCAVM), para la atención continua a las solicitudes de información de las altas autoridades, logrando la oportuna toma de decisiones,

enmarcadas en el Protocolo de Operación Conjunta para la Atención de Fenómenos Hidrometeorológicos en la Zona Metropolitana. *Diagrama 4*



Diagrama 4. Alcance de AquaWeb®

AquaWeb® cuenta con una variedad de herramientas que ayudan a visualizar fácilmente el flujo de la precipitación de manera dinámica en “tiempo real”. Esto quiere decir que mediante pines categorizados se pueden visualizar las estaciones pluviométricas que reportan en tiempo real la precipitación dentro de la Cuenca del Valle de México. *Figura 10.*

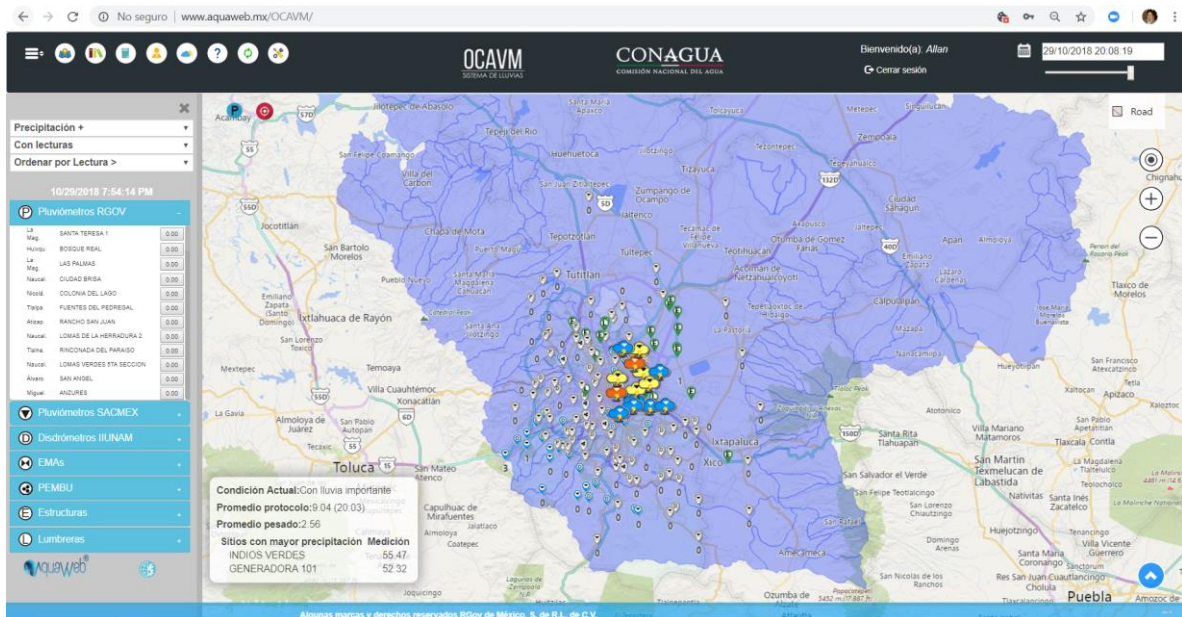


Figura 10. Página principal.

ESTRUCTURA GENERAL DE AQUAWEB®

La plataforma está estructurada por:

- Tablero lateral:
 - Aquí se muestran los tipos de monitoreo con los que se cuenta así como la variable que se desea visualizar en tiempo real.
 - Herramientas de apoyo como filtro de variable a visualizar y filtro de orden alfabético de la estaciones disponibles.
- Tablero superior:
 - Ícono del “Mapa” que redirecciona a la página principal y muestra el mapa centrado.
 - Ícono de “Reportes” en el cual se encuentran diversos reportes que muestran los históricos de lluvia.
 - Ícono del “Sistema Meteorológico Nacional (SMN)” que redirecciona a al portal oficial del SMN particularmente a la sección de pronósticos diarios.
 - Ícono de “Ayuda” que muestra la simbología, colorimetría y guía de uso acerca de AquaWeb®
 - Ícono de “Actualizar” refresca la página para visualizar los valores mas actualizados.

- Acceso de usuario:
 - En este ícono se puede acceder como administrador para darle mantenimiento a la página.
- Tiempo en mapa:
 - En esta sección se puede recorrer el reloj virtual para poder visualizar en el mapa lluvias históricas. *Diagrama 5, Figura 11*

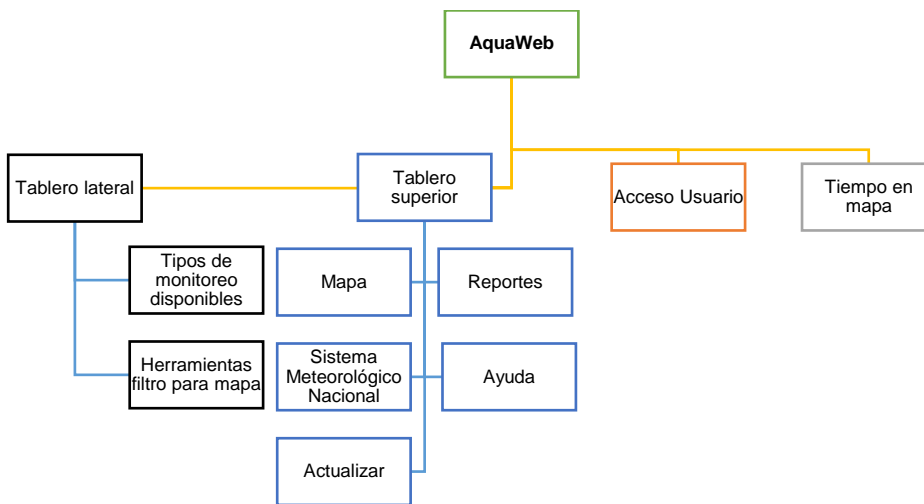


Diagrama 5. Estructura general AquaWeb®

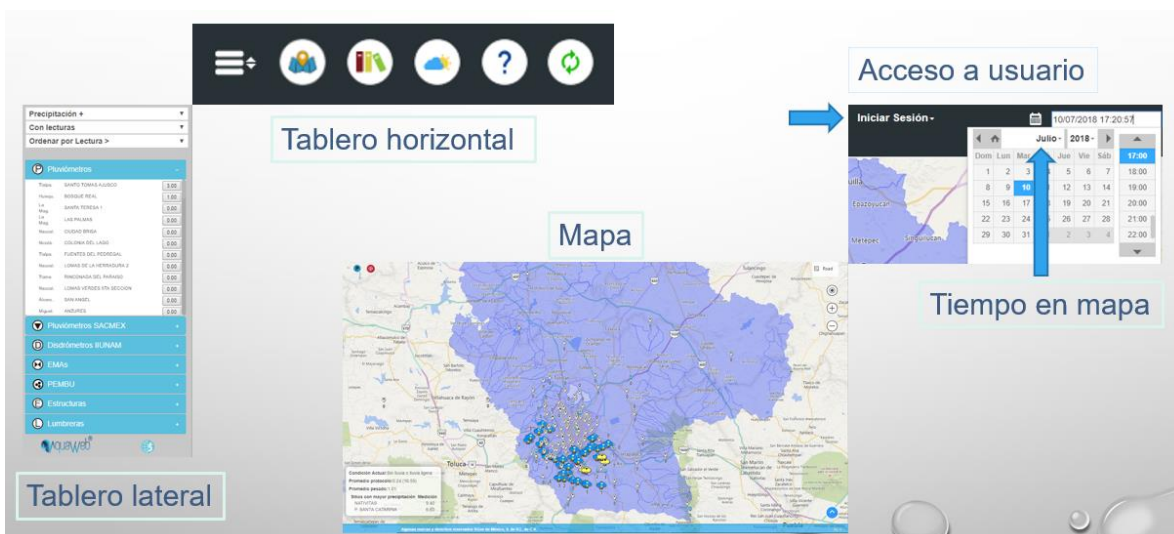


Imagen 11. Estructura general AquaWeb®

CARACTERÍSTICAS:

- Administración de puntos de medición, para lo cuales se seleccionan los lugares y zonas indicando los puntos y la captura de datos que será objeto de la medición, se establece el mecanismo y el método de medición.
- La información integra datos de 79 estaciones pluviométricas del Sistema de Aguas de la Ciudad de México; 54 disdrómetros del Observatorio Hidrológico del Instituto de Ingeniería de la UNAM; información de la Dirección de Infraestructura Hidroagrícola que brinda información hidráulica en 7 Lumbreras del Drenaje Profundo y en las 25 Estructuras del Sistema Hidrológico del Valle de México, así como los 83 pluviómetros a cargo de RGov.
- La información deberá de visualizarse y clasificarse con respecto a los datos de las cuencas, subcuencas y microcuencas.
- La integración de esta información permite el monitoreo a través de una visualización geográfica o mediante reportes, los cuales permitirán mitigar riesgos hidrometeorológicos.
- Se establecerán los semáforos o alertas mediante los datos obtenidos por las mediciones y el filtrado de los mismos, permiten contar con tableros de control los cuales podrán ser visualizados por los usuarios de acuerdo con los niveles que para tal efecto se establezcan.
- La definición y generación de indicadores es una tarea importante para la emisión de alertas, las cuales serán dirigidas principalmente a las autoridades en la toma de decisiones.

- Como parte de la funcionalidad se deben de contar con dispositivos a punto buscando en todo momento la calidad de los datos. La captura manual debe garantizar en cierta forma dicha calidad, mediante la generación de reportes de fácil llenado.
- Generación de reportes diarios, de eventos, semanales, mensuales, entre otros, buscando que la información se encuentre disponible en tiempo real y también se lleve una histórico que permita la extracción y visualización de la información según su fuente o dispositivo, por ejemplo, tableros web, computadora, tableta y/o móvil, etc.
- Generación de alertas o reportes sobre la disponibilidad y calidad de la información presentada para permitir resolver problemas de disponibilidad de datos en “tiempo real”.
- Generación de reportes de disponibilidad del servicio, así como otras bitácoras que permitan constatar la operación conforme a lo requerido en este anexo por parte del personal del Organismo de Cuenca.

La plataforma proporcionará los datos e información que fueron previamente descritos con el fin de que el personal calificado o los usuarios de acuerdo con el nivel de decisión correspondiente puedan explotar dicha información la cual servirá en la toma de decisiones mediante la visualización de cada reporte generado, según sea el caso. El personal del Organismo de Cuenca lo tendrá disponible en un formato de fácil acceso, ya sea en formato digital y/o impresiones, para publicaciones en medios como gacetas u otros.

La información generada por la **AquaWeb®** se procesará y presentará de acuerdo con los parámetros del Protocolo de Operación Conjunta para la Atención de Fenómenos Hidrometeorológicos en la Zona Metropolitana.

Se integrarán datos recopilados, donde pueda indicarse la información antes requerida de acuerdo con el equipamiento y posibilidades del personal, en un formato de fácil acceso y ágil en su entrega generando una Base de Datos, el cual deberá ser en formato digital para facilitar el procesamiento posterior del Organismo de Cuenca.

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Captura de información en dispositivos móviles. Aplicación funcional en:

- El servicio se podrá visualizar en Portal Web y Móvil para dispositivos Windows, Android y/o iOS de acuerdo con los equipos disponibles del Organismo.
- Google Chrome Browser, Firefox, Internet Explorer 10+ y/o Edge.
- Visualizador geográfico.
- Salida a internet de acuerdo a la disponibilidad que el Organismo tenga.
- Java script HTML5 o similar, Sitio web responsivo
- Servidor local replicado de SQL Server 2008R2 o superior

Presentación de información — Tablero WEB.

Las características funcionales de este tablero son similares a las descritas en el apartado "Presentación de información — Tablero Ejecutivo Dispositivo Móvil" con equipos y conexión de internet propio del Organismo.

Características técnicas:

- Windows 7 32bit o superior
- Google Chrome Browser, Firefox, Internet Explorer 10+ y/o Edge.
- Visualizador geográfico.

- Salida a internet de acuerdo a la disponibilidad del Organismo.
- Java script HTML5 o similar, Sitio web responsivo
- Servidor local replicado de SQL Server 2008R2 o superior

PROBLEMÁTICA QUE SE RESUELVE Y BENEFICIOS DEL PROYECTO

- Agiliza los procesos de alerta y comunicación entre operadores y directivos.
- Habilita a los tomadores de decisiones con información actual y precisa para la planeación de acciones y prevención de desastres.
- Permite planear con mayor precisión las acciones preventivas y en caso de contingencia que resulten en menores riesgos y menores pérdidas humanas y materiales.
- Mayor accesibilidad a información bajo una sola plataforma de uso fácil e intuitivo.
- Permitir un mayor aprovechamiento de los recursos hídricos, humanos, tecnológicos y económicos, que pertenecen e influyen al mismo sistema.
- Así también permite: crear y/ o modificar políticas, los lineamientos, estrategias y acciones que permitan la conservación, protección, restauración y aprovechamiento de este recurso natural.

VI. CONCLUSIONES

GENERALES

Somos orgullosamente una empresa mexicana colaboradora en diversas instituciones gubernamentales que brindamos a través de nuestros servicios tecnológicos soluciones en materia de agua, que contribuye en el crecimiento de la ingeniería mexicana.

Con base en lo presentado en este documento se concluye que a pesar de desarrollar y ejecutar este tipo de proyectos siguen haciendo falta muchas herramientas tanto físicas como digitales para combatir los retos que los fenómenos naturales presentan en la Cuenca del Valle de México.

Actualmente hay mucha infraestructura hidrometeorológica de diversas instituciones que por motivos políticos o de presupuesto (para mantenimiento), entre otras no han permitido ser explotadas. Sin embargo no se exime el nicho de oportunidad que existe para contar en un futuro cercano con mayor información y de mejor calidad de información.

PARTICULARES

En lo particular este tipo de proyecto me ayudó en mi formación profesional por que pude plasmar los conocimientos adquiridos en las materias de hidráulica básica, hidráulica de canales y sobre todo los de hidrología. Sobresaltando la calidad de profesores con los que cuenta la Facultad de Ingeniería y que tuve la oportunidad de ser su alumno.

En lo laboral tuve la oportunidad de colaborar con ingenieros egresados de la misma carrera en instituciones como SACMEX, Sistema Meteorológico Nacional, la CONAGUA y sus diversas dependencias, trabajando de manera conjunta para poder contrarrestar las problemáticas originadas por los fenómenos naturales y solucionando problemáticas puntuales.

Estoy convencido de que la sinergia entre tecnologías con la que contamos hoy en día ha sido un pilar importante en la solución de problemas ingenieriles. Y que con el paso del tiempo estas tecnologías crecerán exponencialmente para poder brindar soluciones más eficientes en un lapso de tiempo mucho más corto.

BIBLIOGRAFÍA

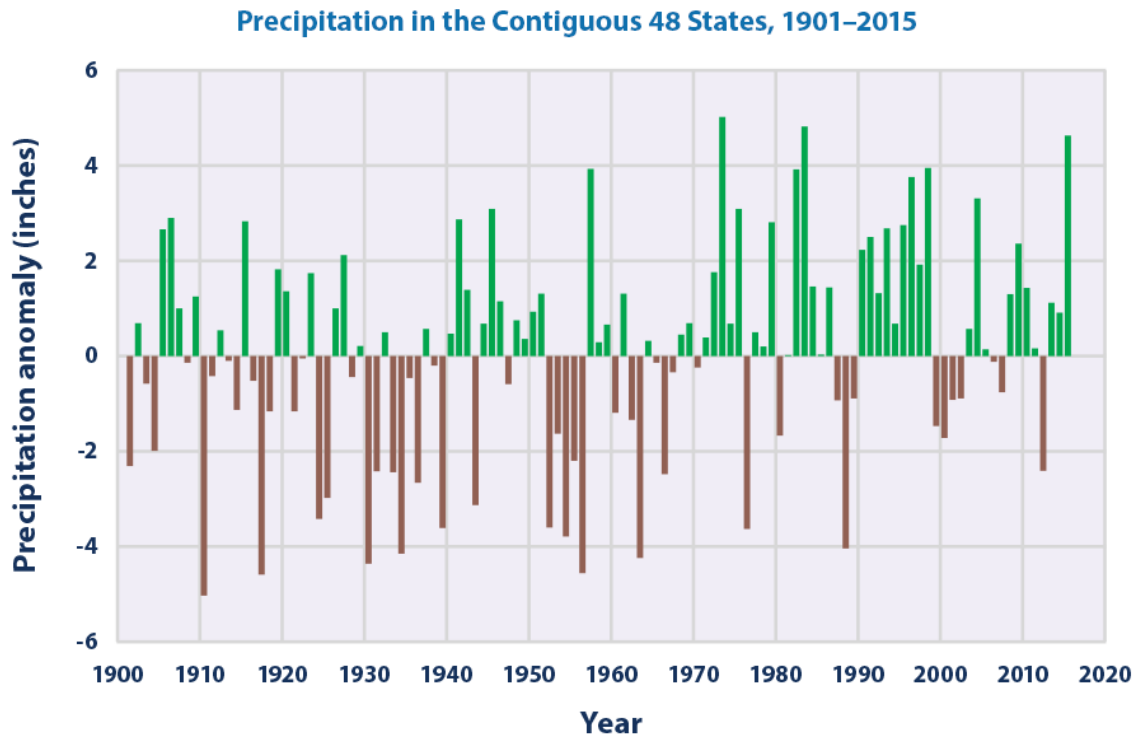
- UNAM Facultad de Ingeniería . (2011). Historia de la Cuenca de México. 2011, de UNAM Facultad de Ingeniería Sitio web:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/353/A7.pdf?sequence=7%22>
- Ramón Domínguez Mora Investigador en el Instituto de Ingeniería UNAM. (01 de febrero de 2011). Diagnóstico resumido de los problemas de abastecimiento de agua y de inundaciones en el Valle de México. Revista Digital Universitaria, Volumen 12 Número 2 • ISSN: 1067-6079, 13.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Agua Subdirección General de Planeación. (noviembre de 2017). Capítulo 2. En Atlas del Agua en México 2017(142). Ciudad de México: Coordinación General de Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2012). “SEGURIDAD HÍDRICA: RESPUESTAS A LOS DESAFÍOS LOCALES, REGIONALES, Y MUNDIALES” PLAN ESTRATÉGICO PHI-VIII 2014-2021. Programa Hidrológico Internacional (PHI), IHP/2012/IHP-VIII/1 Rev, 56.
- Presidente de la Junta de publicaciones, Organización Meteorológica Mundial. (2011). Guía de prácticas hidrológicas Volumen I Hidrología – De la medición a la información hidrológica. Suiza: Organización Meteorológica Mundial, Sexta edición.

INDICADORES

INTERNACIONALES:

- I. “On average, total annual precipitation has increased over land areas in the United States and worldwide (see Figures 1 and 2). Since 1901, global precipitation has increased at an average rate of 0.08 inches per decade, while precipitation in the contiguous 48 states has increased at a rate of 0.17 inches per decade.

Some parts of the United States have experienced greater increases in precipitation than others. A few areas, such as the Southwest, have seen a decrease in precipitation. Not all of these regional trends are statistically significant, however.” (<https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-us-and-global-precipitation>)



Data source: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 2016. National Centers for Environmental Information. Accessed February 2016. www.ncei.noaa.gov.

For more information, visit U.S. EPA’s “Climate Change Indicators in the United States” at www.epa.gov/climate-indicators.

- II. “In France for example, the magnitude and frequency of floods is increasing. Easily flooded spaces are often very demanded for urban development. “80% of the construction permits in flood zones were delivered during the last 40 years. It is estimated that two million people live today in these zones” (Mathot and Mariani, 1994). Furthermore, attractive areas for the population (Fig. 2) correspond to territories touched by floods (Fig. 1). The concentration of the population in the flooded zones will increase their vulnerability and consequently the risk.”

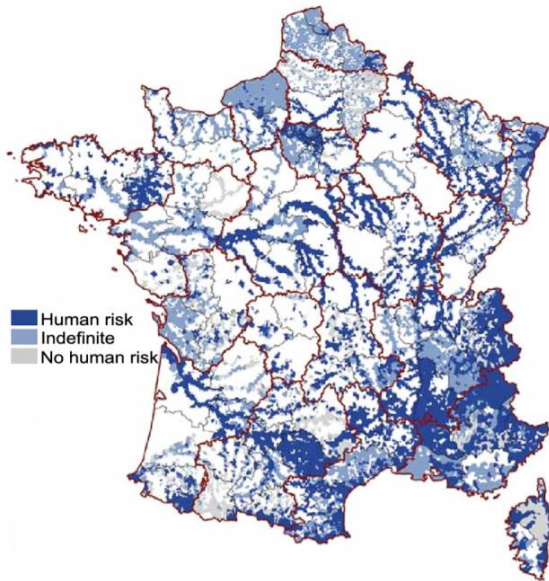


Fig. 1. French flooding risk (<http://www.prim.net>, 2004).

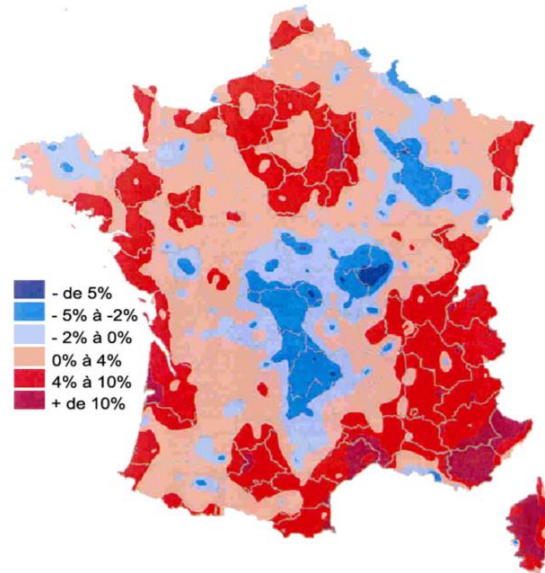


Fig. 2. Prediction of French population variation between 2000–2020 (Le Bras, 2002).

“In the context of floodplain and flood management planning, and particularly in sustainable integrated approaches, the need of knowledge on vulnerability is also very important (Prater and Lindell, 2000). Under strong local pressure, many communities start prevention strategies without a real knowledge of the territory vulnerability. A better knowledge of the risks (and not only of the hazard) makes it possible to propose alternative solutions to structural approaches.” (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00330912/document>)

NACIONALES:

- Las inundaciones constituyen el fenómeno hidrológico de mayor impacto en la sociedad. Prueba de ello es que representan el 50% de los desastres naturales (no biológicos) que ocurren en el mundo (EM-DAT, 2009).
- Para 2008, los fenómenos hidrológicos afectaron en el mundo a 44.9 millones de personas, con daños económicos valorados en 1,905 mil millones de dólares (Rodríguez et al., 2009).
- En el caso de México, destacan las inundaciones acaecidas en el estado de Tabasco en los años 2007 y 2008. En el primero, se sumergió el 70% del territorio estatal con tirantes de agua de hasta cuatro metros (Aparicio et

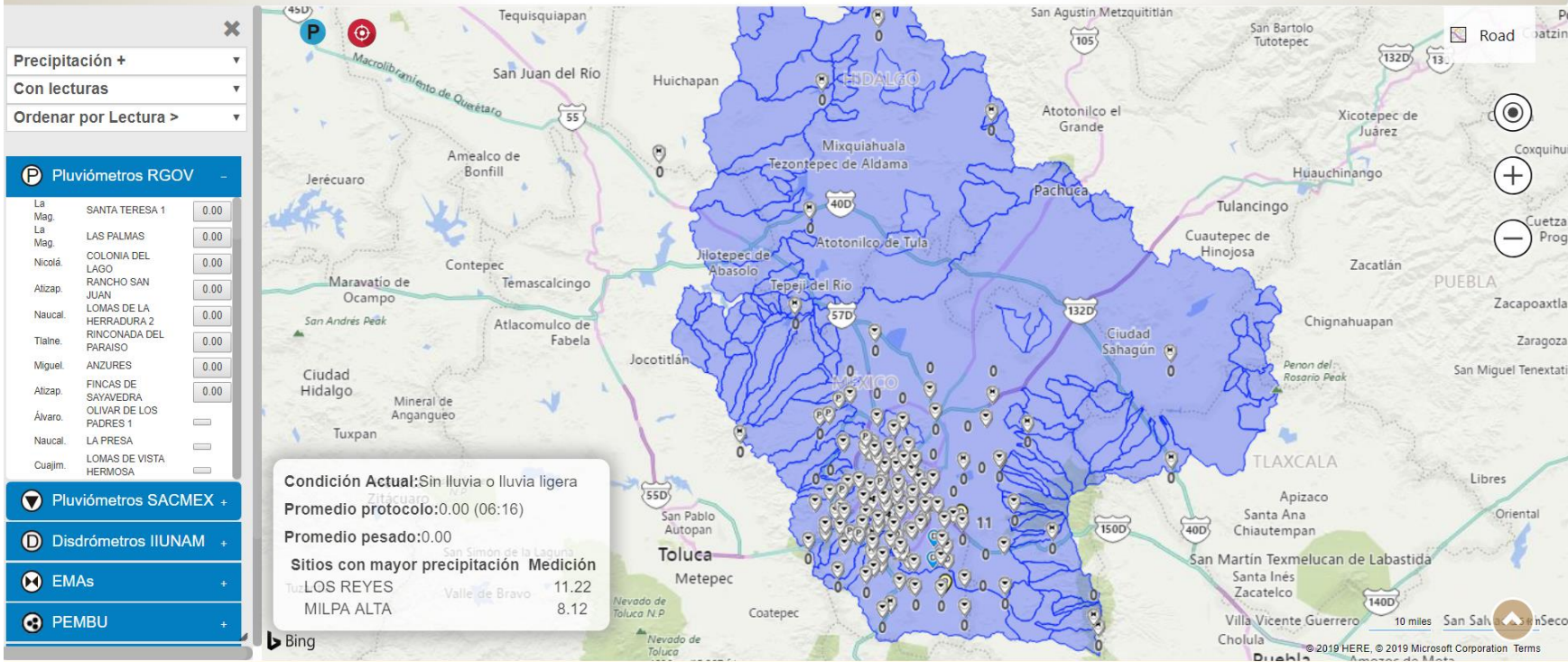
al.,2009). Este evento afectó a más de 1.5 millones de habitantes, y produjo pérdidas económicas que se estimaron en más de 32 mil millones de pesos (Cenapred, 2009a). Por su parte, los daños económicos en 2008 se valoraron en 4.6 mil millones de pesos, mientras que la población afectada fue de 41 800 personas y además hubo un deceso.

- Adicionalmente, para el mismo año de 2008, las inundaciones en el estado de Chihuahua trajeron como consecuencia daños por 380 millones de pesos; la población afectada fue de 23 387, contándose ocho muertes (Cenapred, 2009b).
- Por lo anterior, la estimación económica de estos daños, antes y después del evento, cobra gran relevancia, sobre todo si se utiliza para el análisis de beneficios. Estos últimos se pueden obtener al implementar medidas que mitiguen el efecto de las inundaciones en el futuro, ya que generalmente se requiere de inversiones económicas significativas (Dutta et al., 2003).
- “Las inundaciones representan el fenómeno natural que genera el mayor número de devastaciones y pérdidas económicas a nivel mundial. de acuerdo con el centro de investigación en epidemiología de desastres (cred, por sus siglas en inglés) tan solo en 2012 las inundaciones afectaron a 178 millones de personas, lo que las cataloga como los eventos extremos más frecuentes.” (Gaceta electrónica, febrero 2013. El Encuentro Internacional de Manejo del Riesgo por Inundaciones, Instituto de Ingeniería de la UNAM)
- Plan de trabajo de la Jefa de Gobierno Claudia Sheinbaum (93 puntos):
 60. “Autonomía presupuestal, diseño institucional y gestión del Sistema de Aguas de la Ciudad de México sin privatizaciones. El próximo año, SACMEX recibe tres veces la inversión que recibió en los últimos años.
 61. Modernización del sistema de distribución de agua potable. El objetivo es dotar de agua potable de calidad y cerrar pozos del oriente.



62. Formación de 150 brigadas para la detección y atención de fugas.
63. Se impulsará un programa domiciliario de captación de agua de lluvia en 100 mil viviendas, principalmente en las zonas donde no hay abastecimiento continuo o no existe red de agua potable.
64. Coordinación y supervisión de las obras contratadas por la Comisión de Agua para la conclusión inmediata del túnel emisor oriente, el mantenimiento del drenaje profundo y el proyecto de rescate del ex-lago de Texcoco.
65. Inversión en el sistema de drenaje de la Ciudad de México.”

ANEXOS

Imágenes muestra de **AquaWeb®**



[←](#) [→](#) [↻](#) [🔒](#) No seguro | www.aquaweb.mx/ocavm

 Bienvenido(a): Allan 📅 15/08/2018 23:00:45
[🔒 Cerrar sesión](#)

Precipitación + ▾

Con lecturas ▾

Ordenar por Lectura > ▾

8/15/2018 11:00:45 PM

Pluviómetros RGOV

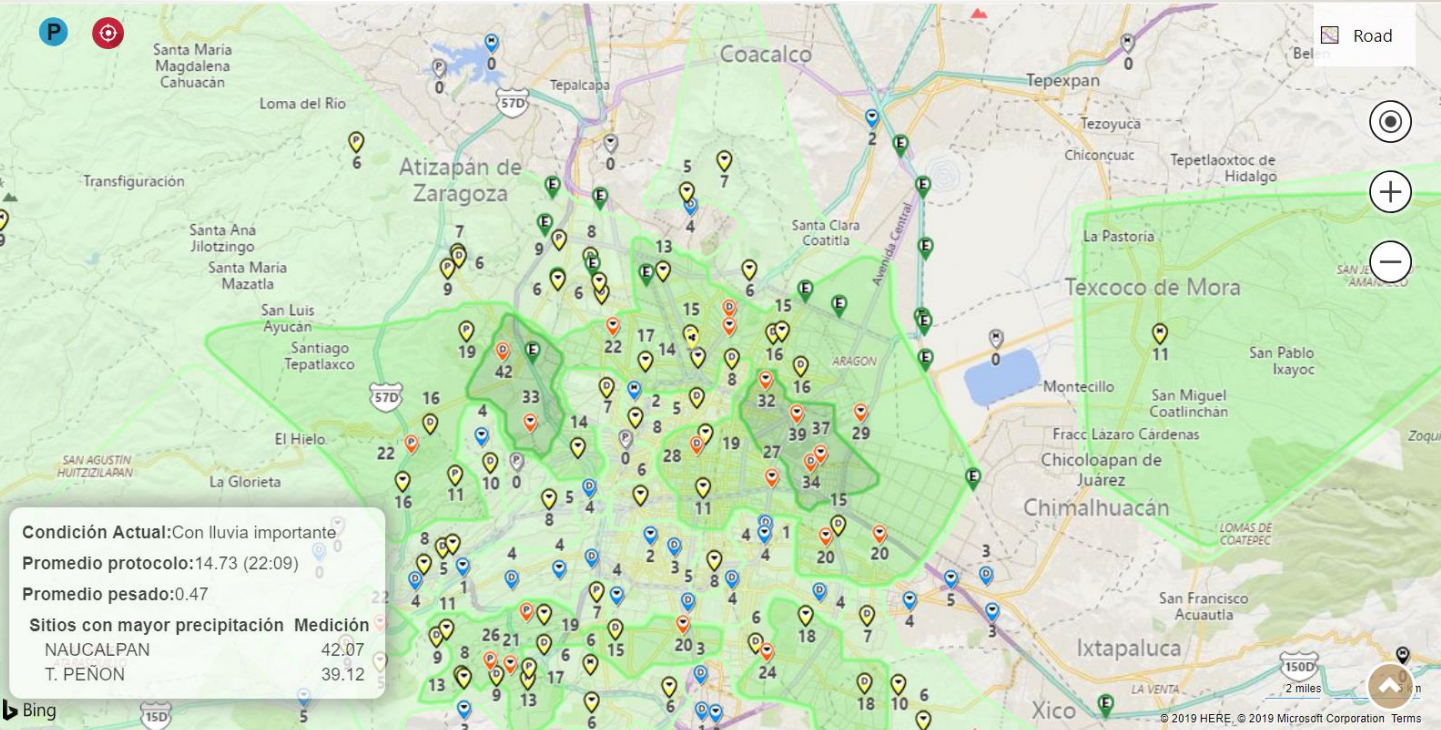
La Mag.	LAS PALMAS	26.00
Álvaro.	TETELPAN	25.00
Huixqu.	BOSQUE REAL	22.00
Naucal.	CIUDAD BRISA	19.00
La Mag.	SANTA TERESA 1	17.00
Tlalpa.	FUENTES DEL PEDREGAL	13.00
Naucal.	LOMAS DE LA HERRADURA 2	11.00
Naucal.	LOMAS VERDES 5TA SECCION	9.00
Tlalpa.	RINCONADA DEL PARAISO	9.00
Álvaro.	SAN ANGEL	7.00
Atzap.	FINCAS DE SAYAVEDRA	6.00

Pluviómetros SACMEX +

Disdrómetros IUNAM +

EMAs +

PEMBU +



Condición Actual: Con lluvia importante

Promedio protocolo: 14.73 (22:09)

Promedio pesado: 0.47

Sitios con mayor precipitación

Sitio	Medición
NAUCALPAN	42.07
T. PEÑON	39.12

Algunas marcas y derechos reservados RGov de México, S. de R.L. de C.V.



Fecha y hora

Tipo	Lluvia actual	Estación	Altura(mm)	Altura(mm) 6 h.	Intensidad última precipitación (mm/hr)	Municipio
Ⓞ		LOS REYES	11.22	11.22	673.20	La Paz
Ⓞ		SGREGORIO	0.03	0.03	1.80	Xochimilco

Condición Actual

Sin lluvia o lluvia ligera
(30/01/2019 - 06:16)

Municipio/Delegación	Precipitación promedio
La Paz	5.61
Milpa Alta	1.62
Tláhuac	0.60
Benito Juárez	0.02
Xochimilco	0.01
La Magdalena Contreras	0.00
Nicolás Romero	0.00
Autzapan de Zaragoza	0.00
Nevoitlán de Juárez	0.00



Captura estructuras

Fecha

Subcuenca Estructura/Lumbrera Valor Unidad Fecha y hora

Hora

No hay lecturas disponibles al día de hoy.

Subcuenca

Sitio monitoreo

- COMP DESFOGUE LAG C COLORADA A T
- COMP. P/DESFOGUE DE LAG. DE CASA C
- COMP. SALIDA SUR DE LA LAGUNA DE RE
- COMP. SEMIPROFUNDO
- DREN GENERAL DEL VALLE
- EMISOR PONIENTE
- LUMBRERA 0 EMISOR CENTRAL**
- LUMBRERA 6 INTERCEPTOR CENTRAL
- LUMBRERA 6 INTERCEPTOR CENTRO PC
- LUMBRERA 6 INTERCEPTOR ORIENTE SU
- LUMBRERA 7 INTERCEPTOR ORIENTE SU
- LUMBRERA 9 INTERCEPTOR ORIENTE

Escala (m)

Crear +