



# Inundaciones en Veracruz

Iris Neri Flores  
Consultor independiente

¿Debemos de combatir las inundaciones? Si vives en la zona conurbada Veracruz-Boca del Río, tal vez tuviste alguna experiencia con el huracán Stan en el 2005 o con el huracán Karl en 2010, o cada vez que llueve, pero **¿Qué es una inundación?** Se entiende por inundación aquel evento que, debido a la lluvia, oleaje, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay. Muchas veces las inundaciones en las ciudades producen daños en las casas afectando a sus habitantes; sin embargo, en zonas naturales permitir inundaciones provoca dispersión de nutrientes y sedimentos para que puedan crecer nuevas plantas e inclusive son zonas de “guardería” para que ciertos peces se puedan reproducir, así que para ellos son benéficos. Entonces **¿Qué hacemos, las combatimos o las dejamos?** Para tomar mejores decisiones tenemos que entender que hay diferentes tipos de inundaciones.

## Tipos de inundaciones

La clasificación de las inundaciones se debe a su origen. En la zona costera del Golfo, se pueden identificar inundaciones pluviales, fluviales, costeras y por agua subterránea.

**Inundaciones pluviales:** Son consecuencia de la lluvia que también se conoce como precipitación. Ocurren cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días. Su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona y no la que viene de alguna otra parte (por ejemplo, de la parte alta de la cuenca). La República Mexicana es afectada por precipitaciones originadas por diferentes fenómenos hidrometeorológicos. Entre los mecanismos que generan precipitación se tienen: ciclones tropicales, lluvias orográficas, lluvias invernales (frentes fríos), lluvias convectivas. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) es el organismo encargado de proporcionar información sobre el estado del tiempo a escala nacional y local en nuestro país. Una lluvia escasa es menor de 5 mm y una lluvia fuerte entre 20 y 50 mm, una lluvia intensa es mayor de 70 mm. Pero ¿qué nos dicen estos valores? Si nos imaginamos un cuarto de 1m x 1m, si tenemos una precipitación de 5mm es como si le dejáramos caer 5 litros en este metro cuadrado. En condiciones naturales la precipitación inunda el terreno y después

se infiltra. En condiciones urbanas el pavimento es impermeable y por tanto debe existir un drenaje pluvial (que generalmente no funcionan bien y/o se une al drenaje de aguas negras o se tapa con basura).



Foto: Limpieza de drenaje pluvial. Fotografía de internet (Contacto Hoy)

**Inundaciones fluviales:** El agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada. Se observa que el volumen que escurre sobre el terreno a través de los cauces, se va incrementando con el área de aportación de la cuenca, por lo que las inundaciones fluviales más importantes se darán en los ríos con más desarrollo (longitud) o que lleguen hasta las planicies costeras. El desbordamiento de los ríos ocurre cuando se excede la capacidad de los canales o cauces para conducir el agua y por lo tanto se desbordan. Aún antes de la aparición del hombre sobre la Tierra, el entorno físico mantenía un equilibrio: el agua que llovía en las zonas montañosas bajaba por los cauces e inundaba las zonas bajas, para luego volver a su estado inicial. A los lados de los ríos se forman las planicies de inundación, justamente los terrenos que reciben el excedente de las lluvias que se desborda fuera del río. Están cubiertas por humedales con suelos porosos que lentamente van infiltrando el agua. Posterior a la aparición del hombre se desarrollaron asentamientos humanos en las zonas aledañas a los cuerpos de agua, lagos y ríos, trayendo consigo, cuando se desborda una corriente, problemas de inundaciones. Se desarrollaron ciudades y campos de cultivo y con pastos ganaderos que se inundan cada vez que se desborda el río. Adicionalmente, la degradación del medio ambiente, la deforestación, la erosión modifican la respuesta hidrológica de las cuencas, incrementando la ocurrencia y la magnitud de inundaciones.



Las inundaciones fluviales son fenómenos naturales y puede esperarse que ocurran a intervalos irregulares de tiempo. Se convierten en un problema cuando el hombre coloca sus casas o zonas productivas en las zonas donde naturalmente hay inundaciones. Pero ¿cómo sabemos cuándo ocurrirá la próxima inundación? Hay una frase que dice “*L’ improbable arrive un jour*” (Lo improbable llegará un día). La dijo Emil Julius Gumbel (1891-1966), y en su famosa función de distribución de probabilidad todavía se utiliza para saber la probabilidad en que cierto valor pueda ocurrir con base en datos históricos. Para el diseño de obras hidráulicas, así como de análisis de avenidas de los ríos, se ocupa esta función. Por ejemplo, para los ríos, si diariamente se mide cuánta agua pasa en un cierto punto (es decir su caudal), a lo largo del año tendremos 365 valores y sí lo hacemos por tiempo suficiente, por al menos 30 años, estos datos son los que necesitamos para el cálculo. Se registran en las estaciones hidrométricas que mantiene CONAGUA en los ríos. Después, para cada año seleccionamos el valor máximo y los ordenamos para aplicar la función de distribución de Gumbel. Finalmente, lo que hace esta función es una gráfica, que nos dice ¿Cuál es el valor probable de caudal de ese río cada año, cada 5, cada 100, cada 500? Es decir, este número de años son los períodos de retorno y se obtienen valores para decir: “En 5 años es probable que el río Jamapa tenga un caudal de 410 metros cúbicos por segundo”. Esto no quiere decir que cada 5 años va a ocurrir este caudal, puede ser más o menos, sin embargo, es muy probable que ocurra al menos una vez cada cinco años. El evento de 2010 (Huracán Karl) tuvo una precipitación en promedio de 200 mm en la cuenca alta, lo que originó una avenida de  $897\text{m}^3/\text{s}$  (que son 897,000 litros cada segundo) en el río Jamapa, provocando inundaciones fluviales. A esta inundación se le recuerda como una “inundación seca”, debido a que cuando ocurrió la inundación era un día soleado. En el cuadro se presenta la magnitud (caudal) para diferentes períodos de retorno para la serie histórica de 1951-2006 en el Río Cotaxtla y en el Río Jamapa. Tr significan períodos de retorno, EH son Estaciones Hidrométricas. Para el Río Jamapa, en El Tejar se ubica la Estación Hidrométrica 28040, y en el río Cotaxtla en Paso del Toro, la 28039.

Tr (años)	Magnitud (m <sup>3</sup> /s)	
	EH 28039	EH 28040
1	145	65
1.5	325	195
5	525	410
50	865	725
100	970	835
500	1178	986

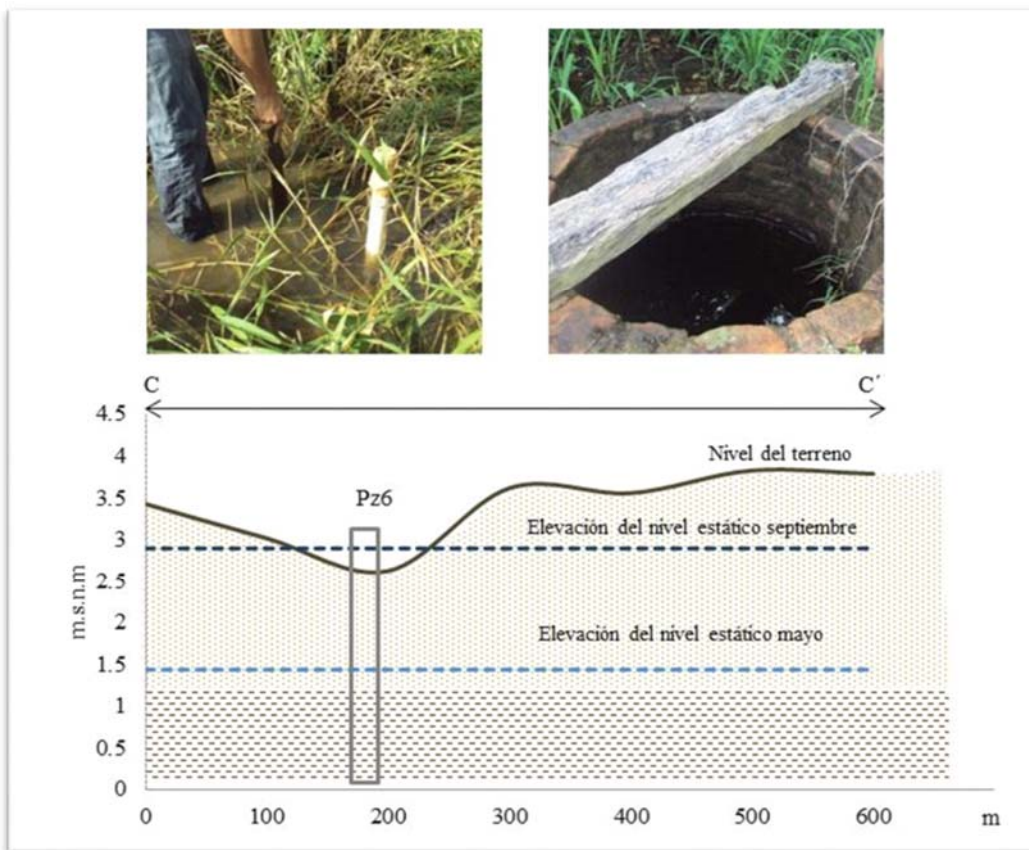


Vista del Río Cotaxtla. Fotografía de Iris Neri F.

**Inundaciones costeras:** Se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a marea alta. Una surgencia por tormenta o tsunami permite que éste penetre tierra adentro en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno. Los efectos de este tipo de inundación son estancamiento de flujo de agua de los ríos hacia la línea de costa, salinización de tierras y cultivos agrícolas.



**Inundaciones por agua subterránea:** Este tipo de inundación ha sido poco estudiado y ocurre cuando el nivel freático aumenta en respuesta a una recarga excepcional, hacia la superficie de la tierra. Es decir, generalmente se presenta en zonas que debido a que el suelo “absorbe” el agua en la época de lluvias y se va saturando, se produce un ascenso del nivel freático tiene, provocando inundaciones. Una característica de este tipo de inundaciones es que permanece inundado por 2-3 meses. Se ha identificado que en la zona costera de Veracruz se presentan este tipo de inundaciones, aunque el río no presente desborde, principalmente en las lagunas interdunarias, en Arroyo Moreno, Rancho El Padre, y el Guasimal. A este tipo de inundación se puede atribuir la frase de “me llueve sobre mojado”. Es muy importante proteger estos sitios, ya que el suelo actúa como un almacén de agua y sobre ellos se establecen humedales.



La figura anterior muestra que el nivel estático en mayo fue de 1.5 msnm y en septiembre de 3 msnm, es decir el ascenso ocasionó una inundación por agua subterránea.

La gestión deficiente de los recursos naturales ha generado una transformación de las zonas boscosas en pastizales y en tierras de cultivo. Estas tienen menor capacidad de filtrar el agua hacia el subsuelo y se van erosionando. Se han talado los bosques y selvas riparias a la orilla de los ríos,

que retenían los sedimentos y actualmente, éstos se van hacia el río y se acumulan en la cuenca baja, reduciendo el tirante del río y por lo tanto su capacidad de ir sacando el agua hacia el mar. La consecuencia de todo esto es que el volumen de agua retenido en la parte de las cuencas es menor, escurre más rápido hacia la llanura y, consecuentemente, las inundaciones son más frecuentes y graves. Asimismo, en las planicies inundables, los humedales se desecan o transforman, evitando que ayuden a reducir el impacto del desborde del río a través de su recarga hacia el manto freático.

**¿Qué podemos hacer?** Al conocer los diferentes tipos de inundaciones debemos de considerar diferentes tipos de soluciones. En el caso de las inundaciones pluviales, sobre todo en áreas urbanas, se deben invertir en mejorar drenajes pluviales, así como zonas de captación de lluvia como humedales urbanos, además de disminuir la generación de basura. Las inundaciones fluviales debemos entender que forman parte de los procesos naturales de los ríos y son importantes que ocurran para permitir las funciones ecológicas de plantas y animales, sin embargo, para disminuir sus efectos se debe considerar la protección con vegetación, además de sistemas de alerta ante eventos extremos. Finalmente es muy importante tener datos. Por eso te invitamos a participar en la página de prevención de inundaciones, como un enlace para la comunicación de la Ciencia y Sociedad. <https://www.facebook.com/InundaZMVer/>