



# Capítulo 4

## Planteamiento del problema



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



#### 4.1 Planteamiento del Problema

Hace falta un mayor y mejor entendimiento de las inundaciones y su impacto real en la sociedad. La simulación de inundaciones de manera computacional nos permite conocer de manera satisfactoria sus principales características físicas asociadas a sus afectaciones, sin embargo, el análisis de sus afectaciones aún se encuentra en un punto de maduración.

No solo las afectaciones por inundaciones son cada vez mayores, sino que impactan negativamente en mayor medida a los niveles socioeconómicos más bajo y esto no se refleja en mapas de riesgo ante inundaciones con base en el daño anual esperado, ni ha sido comprobado de manera cuantitativa, pues los modelos actuales no permiten representar de manera satisfactoria la relación entre las afectaciones directas tangibles y las demás afectaciones.

Si bien, la aplicación del DAE es válida y muy útil en el análisis y evaluación de PPIP, no es suficiente. Su aplicación se debe a la necesidad de cuantificar las afectaciones por inundaciones y los beneficios de un PPIP de mitigación de afectaciones por inundaciones en de valor monetario, para evaluarlo respecto a otros PPIP. Sin embargo, al basarse en afectaciones directas tangibles considera únicamente afectaciones económicas en lugar de socioeconómicas, por lo que el análisis de beneficios y costos pierde su esencia, convirtiéndose en un análisis de egresos e ingresos, asemejando una evaluación de índole privada que no cumple con la teoría económica del bienestar al no generar el mayor beneficio social sino económico.

De esta manera las inundaciones continuarán afectando más a los niveles socioeconómicos más bajos y el gobierno continuará invirtiendo recursos en los proyectos que representen mejor relación *egresos ingresos*, considerando como los más afectados ante un desastre a quienes pierdan bienes equivalentes a un monto mayor respecto a los demás, cuando no es así.



## ÍNDICE PÉRDIDA-POSESIÓN PARA GENERACIÓN DE MAPAS DE RIESGO ANTE INUNDACIONES EN ZONAS URBANAS

Por otra parte, el DAE no permite entender las afectaciones por inundaciones entre diferentes niveles socioeconómicos o entre diferentes países, ya que se basa en el valor económico de daño del bien expuesto, el cual, no refleja el nivel de afectación de los propietarios, pues aún si el valor de los daños económicos es bajo debido a que el valor mismo del bien expuesto es bajo respecto a otro bien, puede significar una afectación mayor a la del propietario de un bien de mayor valor económico.

También, el DAE es un valor estático en el tiempo, por tanto, es válido únicamente al momento de su cálculo, debido a que el dinero va variando su valor a través del tiempo. Para su uso en situaciones futuras es necesario recalcarlo. Asimismo, si la ciudad o zona donde se calcule el DAE se expande o cambia su forma, cambian sus bienes expuesto y su valor, por lo que igualmente será necesario recalcarlo el DAE.

Además, tiene como unidad de medida un valor económico en una moneda de cambio específica, lo que imposibilita comparar las afectaciones entre lugares donde se use una moneda de cambio diferente.

### **4.2 Índice Pérdida-Poseción (IPP), propuesta para la generación de mapas de riesgo ante inundaciones**

Como solución a los problemas mencionados, se propone el Índice Pérdida-Poseción (IPP) para la generación de mapas de riesgo ante inundaciones, con base en las siguientes premisas:

1. El nivel de afectación real de un ente; individuo, familia, ciudad, etcétera, ante una catástrofe se relaciona de manera prácticamente directa con el porcentaje de pérdida de sus posesiones; pues a mayor relación de pérdida ante un evento perturbador con relación a su posesión será más difícil, complicado y tardado recuperarse del dicho evento.
2. Se puede inferir el nivel de resiliencia de un ente; es decir, su capacidad de respuesta, adaptación, recuperación y retroalimentación ante un evento



## ÍNDICE PÉRDIDA-POSESIÓN PARA GENERACIÓN DE MAPAS DE RIESGO ANTE INUNDACIONES EN ZONAS URBANAS

perturbador, como las inundaciones, a partir de su vulnerabilidad. Específicamente la capacidad de recuperación ante el evento.

El Índice Pérdida-Posesión describe el porcentaje de pérdida del bien expuesto respecto a su costo total; es decir, como se muestra en la **Ec. 13**, el costo de los daños directos tangibles por inundaciones, divididos entre el costo total de los bienes muebles e inmuebles expuestos (CTBE):

$$\text{Índice Pérdida – Posesión (\%)} = \frac{\text{Daño por inundaciones (\$)}}{\text{Costo total del bien expuesto (\$)}} \quad \text{Ec. 13}$$

En el caso de que se calcule el IPP con los daños anuales esperados por inundación (DAE), se obtendrá el Índice Pérdida-Posesión Anual Esperado (IPPAE) **Ec. 14**:

$$\text{IPPAE (\%)} = \frac{\text{DAE (\$)}}{\text{CTBE (\$)}} \quad \text{Ec. 14}$$

El IPP permite la generación de mapas de riesgo que muestran las zonas de mayor afectación real por inundaciones, con base en la capacidad de recuperación de los afectados inferida a partir de datos socioeconómicos abiertos al público y un análisis hidráulico-hidrológico.

Por lo que el IPP, permitirá una planeación y evaluación de PPIP que priorice acciones de mitigación de afectaciones por inundaciones mejor alineadas a la teoría económica del bienestar. Para esto, se deben proponer PPIP de gestión del riesgo en las zonas que presentan un mayor IPP y posteriormente al evaluarlos, seleccionar el que, una vez comprobada su rentabilidad económica, presente una mayor reducción del IPP entre sus situaciones sin y con proyecto; es decir, la que presente un mayor beneficio social.

A su vez, se puede utilizar este índice como unidad de medida homogeneizada de afectaciones por inundaciones en la comparación de afectaciones ocurridas entre



diferentes niveles socioeconómicos de la misma ciudad, diferentes ciudades del mismo o de diferente país, sin importar la moneda utilizada en ellos.

También se podrán comparar a nivel de ciudad las afectaciones generadas por diversos eventos de inundación en ésta, aún si entre dichos eventos la ciudad ha se ha expandido, cambiado su forma o su uso de suelo; o existen más obras de manejo de aguas pluviales.

### **4.3 Hipótesis**

Partiendo de las ideas expuestas en el planteamiento del problema y propuesta de solución se supone que al generar mapas de riesgo ante inundaciones con el Índice Pérdida-Poseción será posible identificar la variación espacial del porcentaje de pérdida, lo que mostrará de manera simplificada las zonas de mayor afectación real. Por tanto, la hipótesis a comprobar en el presente trabajo es:

*Las zonas de mayores afectaciones por inundaciones en zonas urbanas estimadas con el DAE difieren de las zonas con mayor nivel de afectación real inferida con el IPP.*

## **1. Justificación**

*Frente a una sociedad cambiante y en proceso de maduración, con necesidad y demandas de calidad de vida cada vez mayores, la ingeniería está llamada a brindar respuestas y soluciones técnicamente óptimas, oportunas en tiempo y eficientes en lo económico (Conagua, 2015a), tal es el caso de las soluciones en materia de mitigación de afectaciones por inundaciones*

Por esto y con el fin de comprobar la hipótesis planteada, se requiere realizar un estudio hidrológico-hidráulico de generación de mapas de riesgo ante inundaciones en una zona urbana con base en el DAE y en el IPPAE que permita revisar, comparar y corroborar la



variación de zonas de mayores afectaciones estimadas con el DAE y las zonas con mayor nivel de afectación real inferida con el IPP.

## **4.4 Objetivos**

### **4.4.1 Objetivo General**

Contribuir a la mejora de la estimación de afectaciones por inundaciones en zonas urbanas, mediante un índice que permita inferir el nivel de afectación real considerando las condiciones de vulnerabilidad con base en características socioeconómicas, y priorizar la inversión en cuanto acciones de mitigación de afectaciones ante inundaciones en zonas con menor resiliencia social.

### **4.4.2 Objetivos específicos**

1. Establecer la metodología para la estimación de afectaciones por inundaciones con el Índice Pérdida-Posesión aplicable a las zonas urbanas de México;
2. Presentar los resultados del nivel de afectaciones por inundaciones en zonas urbanas en mapas que permitan la comparación entre el DAE y el IPPAE;
3. Determinar el uso del DAE y el IPPAE como herramientas de planeación de acciones de mitigación de afectaciones por inundaciones en zonas urbanas;
4. Identificar posibles aplicaciones futuras del Índice Pérdida-Posesión para la estimación de afectaciones por inundaciones más allá de su uso como herramienta de planeación.