



Universidad Autónoma del Estado de México  
Facultad de Geografía



Modelo para la estimación de costos de daños directos por inundación en establecimientos  
comerciales en las zonas inundables de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México  
2009-2012

Presenta  
Lic. en Geo. Israel Vázquez Moran

Agosto de 2013



## Objetivo

Diseñar una metodología que permita construir un modelo para estimar los daños directos por inundación en establecimientos comerciales a partir de las zonas inundables de la cuenca alta del río Lerma en el Estado de México.



# Metodología

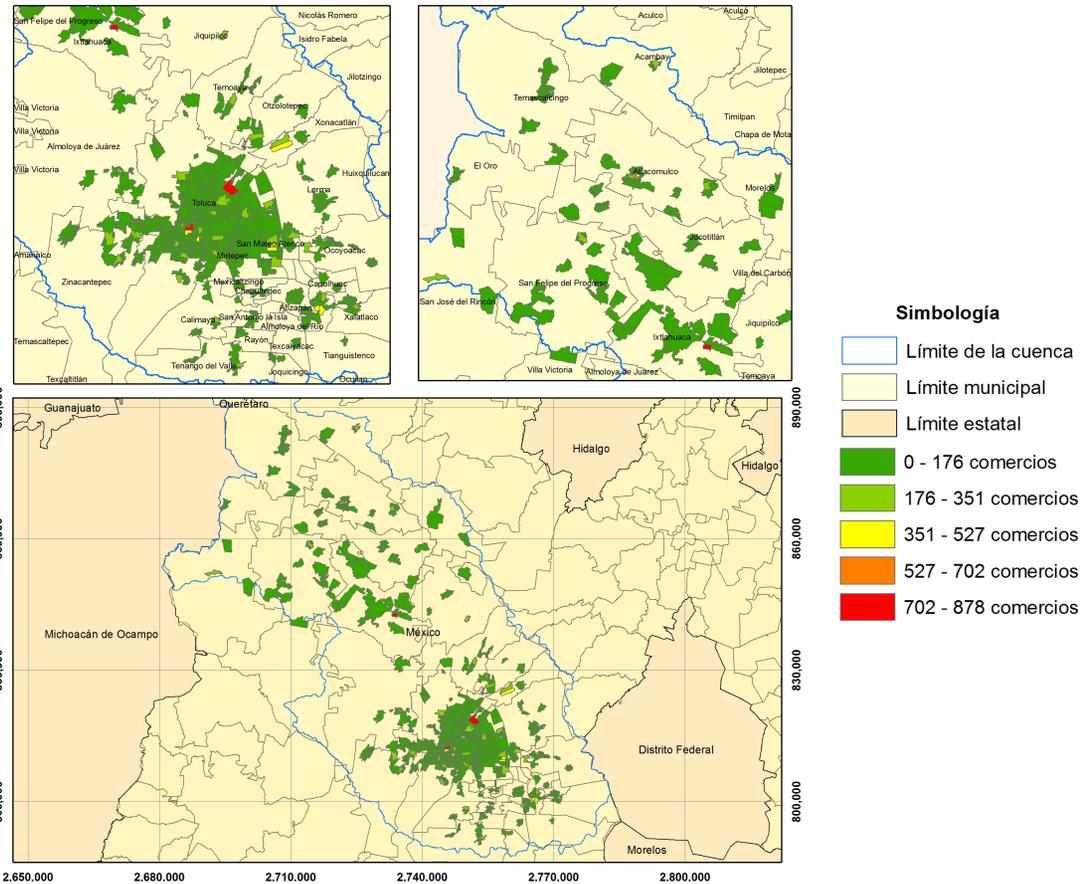


Fuente: elaboración propia

# Zona de estudio



## Distribución de comercios por AGEB

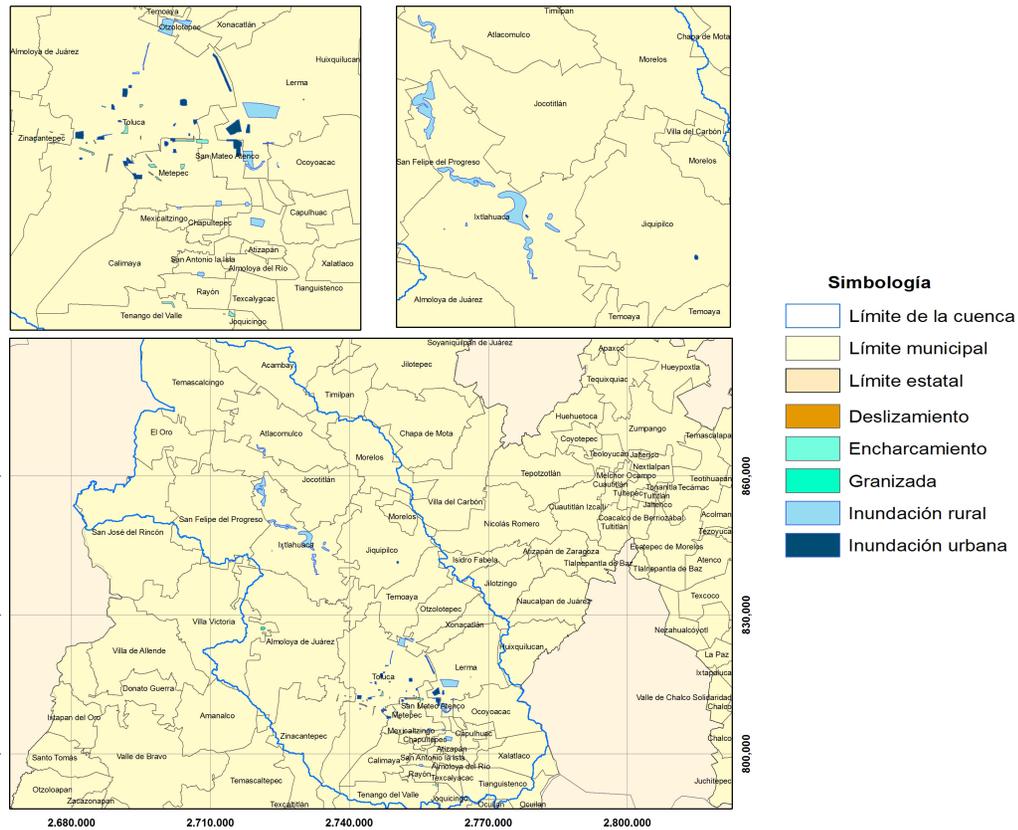




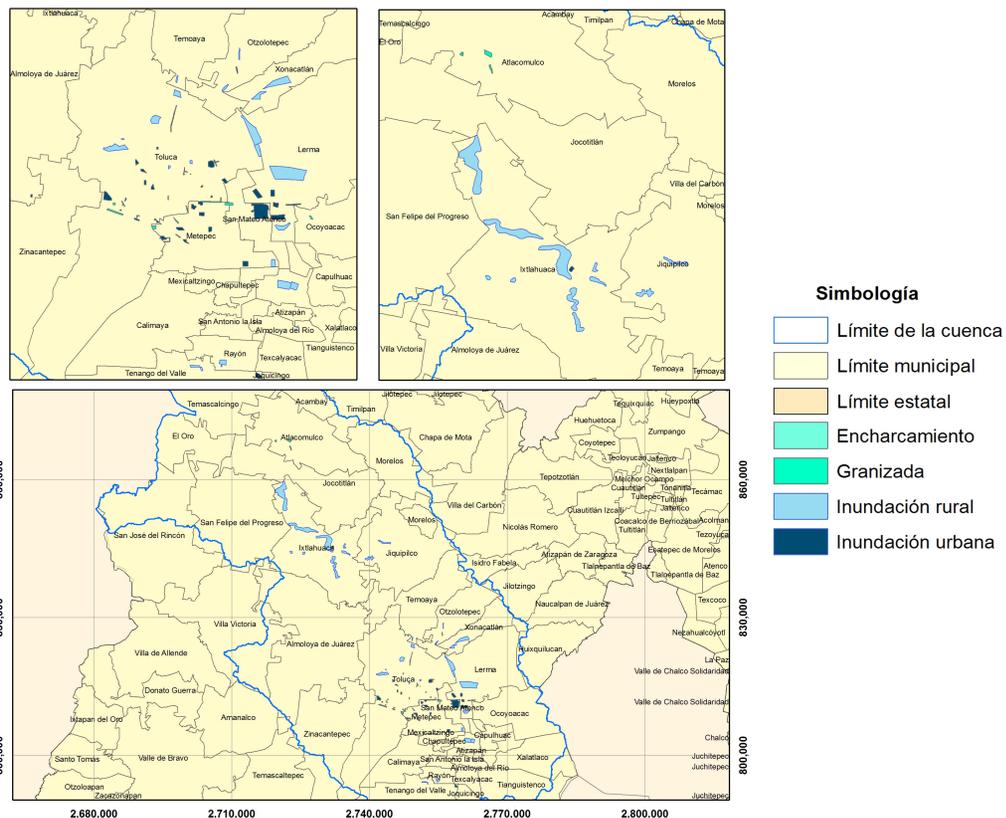
# Procedimiento

- Cálculo del valor promedio en los censos económicos del INEGI del subgrupo de actividad económica, así como de los valores máximos y mínimos .
- Estimación promedio de daños en relación a la altura de la lámina de agua.
- Construcción del modelo.
- Aplicación del modelo

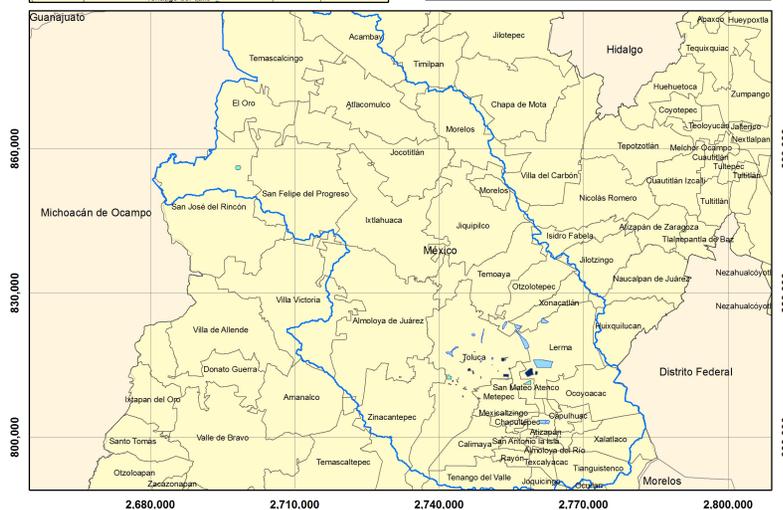
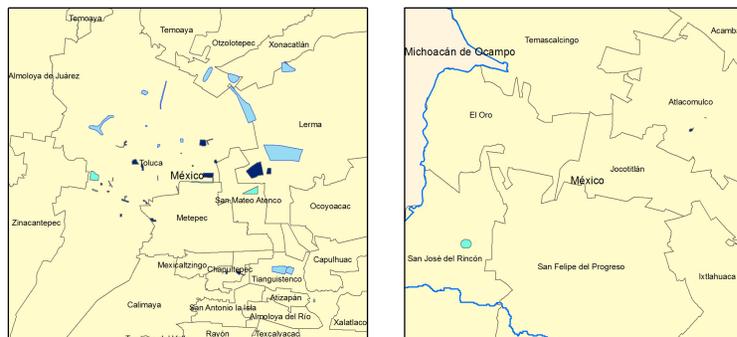
# Zonas de afectación en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009



# Zonas de afectación en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010



# Zonas de afectación en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México. 2011



## Simbología

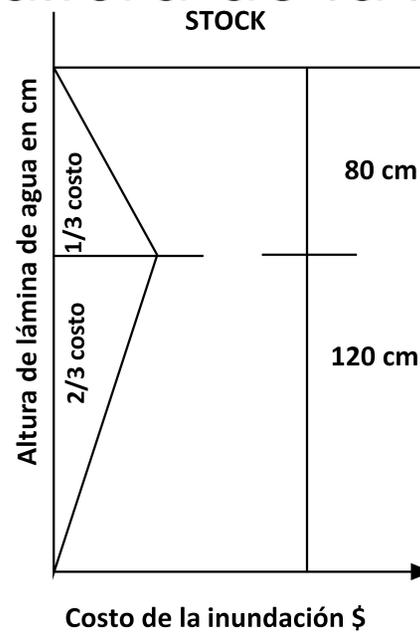
-  Límite de la cuenca
-  Límite municipal
-  Límite estatal
-  Encharcamiento
-  Inundación rural
-  Inundación urbana



## Procedimiento de cálculo

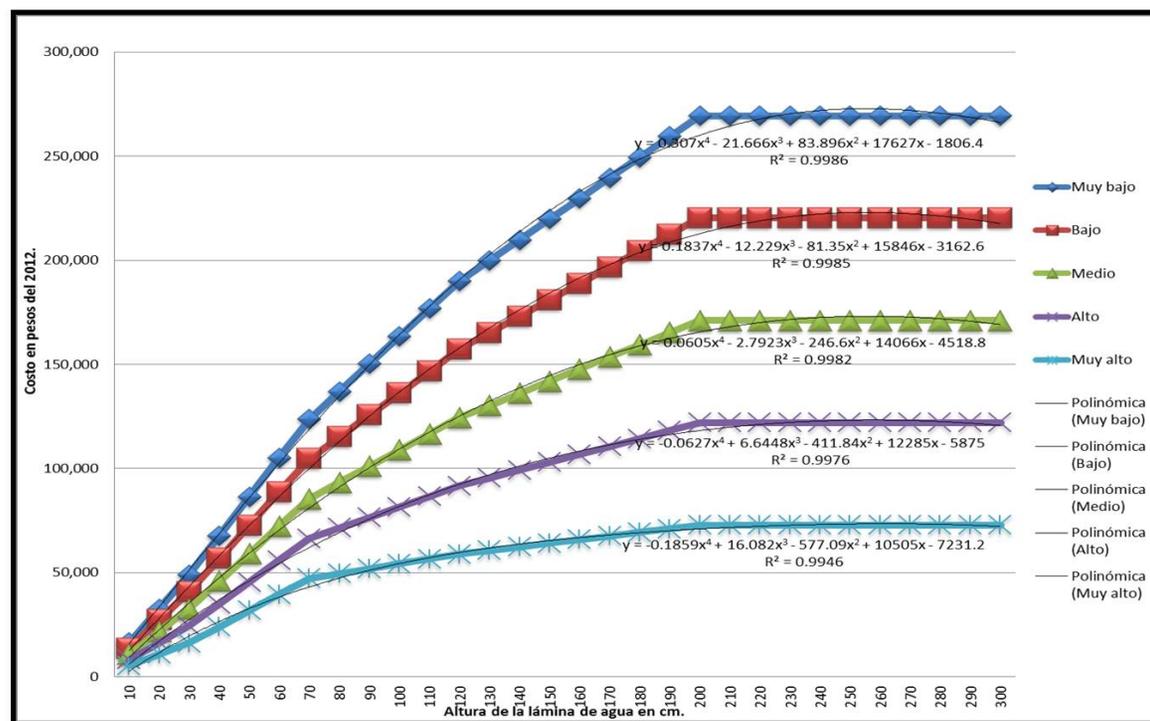
- Cálculo del valor promedio de la producción bruta del sector comercio al por menor en la zona de inundación.
- Elección de un modelo de distribución de bienes en comercios al por menor.
- Aplicar dicho modelo asignando un porcentaje de valor dependiendo de la altura.
- Diseñar un modelo de estimación de daños dependiendo del tirante de agua.

# Comportamiento de las curvas de daños/altura de la lámina de agua



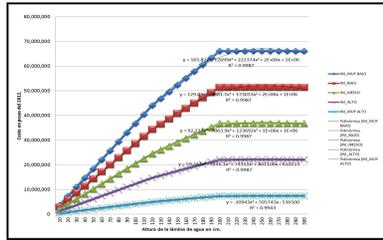
Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1. Curvas de daños grupo 1 en *comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco* por grado de marginación



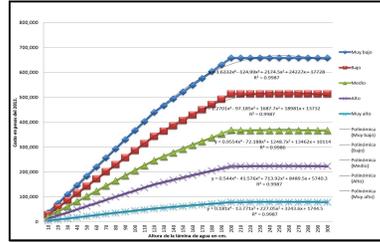
Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.2. Curvas de daños grupo 2 en comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales por grado de marginación



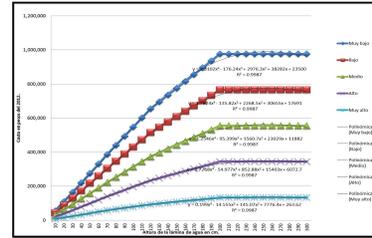
Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.3. Curvas de daños grupo 3 en comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado por grado de marginación



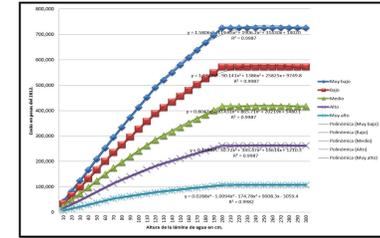
Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.4. Curvas de daños grupo 4 en comercio subsector de comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud por grado de marginación



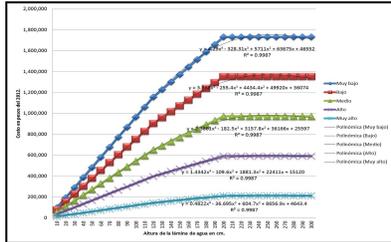
Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.5. Curvas de daños grupo 5 en comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos por grado de marginación



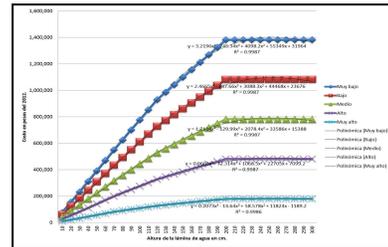
Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.6. Curvas de daños grupo 6 en comercio al por menor de enseres domésticos, computadores, artículos para la decoración de interiores y artículos usados por grado de marginación



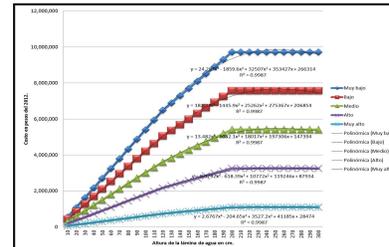
Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.7. Curvas de daños grupo 7 en comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios por grado de marginación



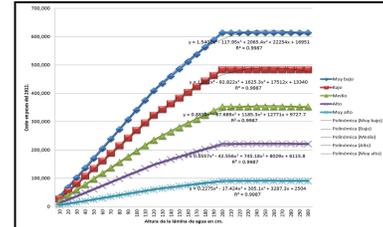
Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.8. Curvas de daños grupo 8 en comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes por grado de marginación



Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.9. Curvas de daños grupo 9 en comercio al por menor exclusivamente a través de internet, y catálogos impresos, televisión y similares por grado de marginación



Fuente: elaboración propia

Tabla 2.1.10. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en *comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco* por grado de marginación

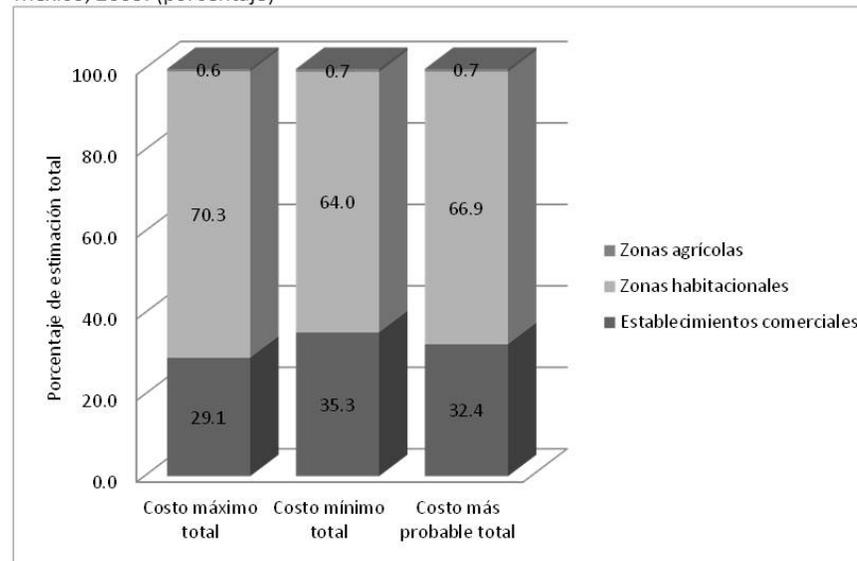
Grado de marginación Muy bajo			
Altura de la lámina de agua en cm f (y)	Daño de productos	Daño del capital fijo	Modelo final
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left( \frac{66.7}{120} (h)(238438) \right)$	$DCF = \left( \frac{30}{30} (h)(30951) \right)$	$Ct1 = \left( \frac{66.7}{120} (h)(238438) \right) + \left( \frac{30}{30} (h)(30951) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left( \frac{66.7}{120} (h)(238438) \right)$	$DCF = (9285.3) + \left( \frac{70}{40} (h - 30)(30951) \right)$	$Ct2 = \left( \frac{66.7}{120} (h)(238438) \right) + (9285.3) + \left( \frac{70}{40} (h - 30)(30951) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left( \frac{66.7}{120} (h)(238438) \right)$	$DCF = (30951)$	$Ct3 = \left( \frac{66.7}{120} (h)(238438) \right) + (30951)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left( \frac{33.3}{80} (h - 120)(238438) \right) + (159038.146)$	$DCF = (30951)$	$Ct4 = \left( \frac{33.3}{80} (h - 120)(238438) \right) + (159038.146) + (30951)$
Grado de marginación Bajo			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left( \frac{66.7}{120} (h)(189294) \right)$	$DCF = \left( \frac{30}{30} (h)(30951) \right)$	$Ct1 = \left( \frac{66.7}{120} (h)(189294) \right) + \left( \frac{30}{30} (h)(30951) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left( \frac{66.7}{120} (h)(189294) \right)$	$DCF = (9285.3) + \left( \frac{70}{40} (h - 30)(30951) \right)$	$Ct2 = \left( \frac{66.7}{120} (h)(189294) \right) + (9285.3) + \left( \frac{70}{40} (h - 30)(30951) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left( \frac{66.7}{120} (h)(189294) \right)$	$DCF = (30951)$	$Ct3 = \left( \frac{66.7}{120} (h)(189294) \right) + (30951)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left( \frac{33.3}{80} (h - 120)(189294) \right) + (126259.098)$	$DCF = (30951)$	$Ct4 = \left( \frac{33.3}{80} (h - 120)(206503) \right) + (126259.098) + (30951)$

Tabla 2.2.7. Resultado de la cuantificación las afectaciones totales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009

Sector afectado/estimación de afectacion	Costo máximo total	Porcentaje	Costo mínimo total	Porcentaje	Costo más probable total	Porcentaje
Establecimientos comerciales	33,296,241	29.1	33,296,241	35.3	33,296,241	32.4
Zonas habitacionales	80,530,268	70.3	60,381,574	64.0	68,802,212	66.9
Zonas agrícolas	702,364	0.6	702,364	0.7	702,364	0.7
Total	114,528,873	100.0	94,380,179	100.0	102,800,817	100.0

Fuente: elaboración propia

Gráfico 3.1. Afectaciones económicas por sector en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009. (porcentaje)



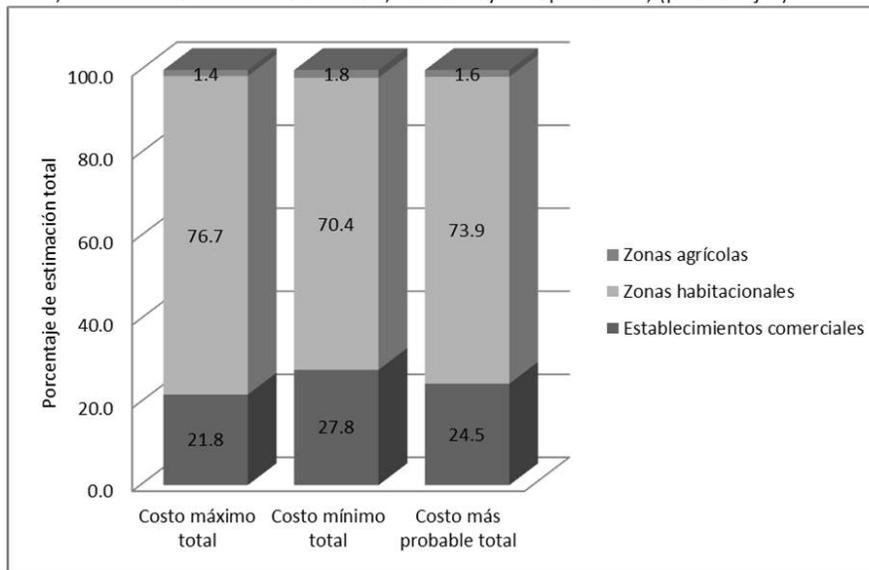
Fuente: elaboración propia

Tabla 2.3.7. Resultado de la cuantificación las afectaciones totales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010

Sector afectado/estimación de afectación	Costo máximo total	Porcentaje	Costo mínimo total	Porcentaje	Costo más probable total	Porcentaje
Establecimientos comerciales	37,764,146	21.8	37,764,146	27.8	37,764,146	24.5
Zonas habitacionales	132,788,976	76.7	95,695,303	70.4	114,177,417	73.9
Zonas agrícolas	2,503,907	1.4	2,503,907	1.8	2,503,907	1.6
Total	173,057,029	100.0	135,963,355	100.0	154,445,470	100.0

Fuente: elaboración propia

Gráfico 3.1.2. Afectaciones económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010, en relación a los daños máximos, mínimos y más probables, (porcentajes).



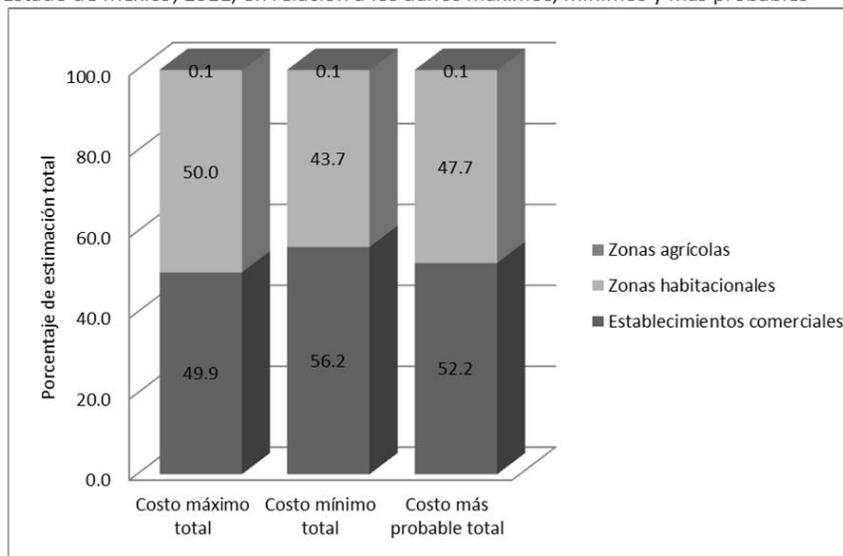
Fuente: elaboración propia

Tabla 2.4.8 Resultado de la cuantificación las afectaciones totales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011

Sector afectado/estimación de afectación	Costo máximo total	Porcentaje	Costo mínimo total	Porcentaje	Costo más probable total	Porcentaje
Establecimientos comerciales	68,121,068	49.9	68,121,068	56.2	68,121,068	52.2
Zonas habitacionales	68,216,072	50.0	52,999,605	43.7	62,147,375	47.7
Zonas agrícolas	107,690	0.1	107,690	0.1	107,690	0.1
Total	136,444,830	100.0	121,228,362	100.0	130,376,132	100.0

Fuente: elaboración propia

Gráfico 3.1.5. Porcentaje de afectaciones económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011, en relación a los daños máximos, mínimos y más probables



Fuente: elaboración propia



# Conclusiones

- Es factible construir modelos que permitan estimar costos de daños en caso de inundación. La exactitud y pertinencia del modelo depende directamente de la calidad de los insumos cartográficos y estadísticos de los que se disponga.
- En el caso de la información derivada de los censos económicos del INEGI, es de suponer que no hay tal precisión, pero es menos probable obtenerla por la vía de un estudio por muestreo, dado el clima de inseguridad reinante en nuestro país desde 2006.



# Conclusiones

- De cualquier forma, la obtención de estos modelos representa un avance disciplinario, por un lado, y un herramienta útil para la toma de decisiones en caso de desastres de esta naturaleza.
- Pero, es necesario recalcar, todo modelo es apenas una representación que permite explicar y comprender la realidad, pero no es la realidad en sí misma.
- En el futuro, sería necesario construir curvas por cada sector económico, avanzando con ello en mayor precisión y utilidad de estos modelos.
- Ello supondría modificar la estructura y captura de los censos económicos, a fin de disponer de más y mejor información.



## Recomendaciones

- Complementar este modelo con las afectaciones a zonas habitacionales y otros sectores económicos, incluyendo la agricultura, a fin de estimar de manera más exacta las afectaciones provocadas por una inundación.
- Implementar políticas públicas para el adecuado uso de suelo en zonas susceptibles a inundaciones, así como en su regulación y supervisión, con lo cual se mitigarían los efectos negativos de este proceso.



¡GRACIAS!