



***Universidad Autónoma del Estado de México***

***Facultad de Química***

**Maestría en Ciencias Ambientales**

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE DAÑOS TANGIBLES DIRECTOS POR  
INUNDACIÓN EN ZONAS INDUSTRIALES. CASO DE ESTUDIO PARQUE  
INDUSTRIAL LERMA, CUENCA ALTA DEL RÍO LERMA**

Que presenta:

**Lic. en P.T. Angel Ivan Ceballos Bernal**

Tutor académico:

**Dr. José Emilio Baró Suárez**

Tutor adjunto:

**Dr. Carlos Díaz-Delgado**

Toluca de Lerdo, Estado de México, 2015

## Índice

<b>Resumen</b>	13
<b>Introducción</b>	14
Objetivo General	16
Objetivos específicos	16
Hipótesis	17
Justificación	17
<b>Capítulo I</b>	19
1.1 Antecedentes	20
1.2 Marco Legal	23
1.3 Marco conceptual	28
1.3.1 Riesgo	28
1.3.1.1 Tipología de riesgos	32
1.3.1.2 Gestión del riesgo	33
1.3.2 Desastre	34
1.3.2.1 Clasificación de los desastres	35
1.3.2.2 Estructura básica de un desastre	36
1.3.3 Inundaciones	37
1.3.3.1 Clasificación de inundaciones por su origen	39
1.3.3.2 Clasificación de inundaciones por el tiempo de respuesta	40
1.3.3.3 Clasificación de inundaciones por el lugar donde acontece	41
1.3.3.4 Índice para clasificar las inundaciones	43
1.3.3.5 Lámina de precipitación	43
1.3.3.6 Periodo de retorno	44
1.3.3.7 Duración de una inundación	45
1.3.3.8 Intensidad de precipitación	45
1.3.3.9 Precipitación media	45
1.3.3.10 Resiliencia	45
1.3.3.11 Control de inundaciones	46
1.3.3.12 Perdida anual esperada	47
1.3.4 Daños económicos por inundaciones en zonas industriales	48
1.3.4.1 Tipología de daños	48
1.3.4.2 Escala espacial y temporal de los daños por inundación	51
1.3.4.3 Valoración de daños	51
1.3.4.4 Valoración de daños en industrias	52
1.3.4.5 Tipología de industrias	55
1.3.4.6 Inundaciones históricas representativas	60
<b>Capítulo II</b>	66
2.1 Zona de estudio	67
2.2 Topografía	69
2.3 Hidrografía	71

2.4 Principales ríos, presas, lagunas y arroyos de la Cuenca Alta del Río Lerma	71
2.5 Clima	76
2.6 Zonas de riesgo	78
2.7 Población a nivel regional	78
2.8 Historia de la industrialización de la Cuenca Alta del Río Lerma	79
2.9 Inundaciones de la Cuenca Lerma - Chapala	88
2.10 Obras hidráulicas urbanas en el parque industrial	90
<b>Capítulo III</b>	<b>95</b>
3.1 Marco metodológico	96
3.2 Materiales	106
<b>Capítulo IV</b>	<b>108</b>
4. Resultados y conclusión	109
4.1 Caso de estudio, Parque Industrial Lerma, Cuenca Alta del Río Lerma, Estado de México	109
4.2 Datos de industrias	115
4.3 Curvas de daños	115
4.4 Conclusiones	189
<b>Artículo</b>	<b>191</b>
<b>Anexos</b>	<b>191</b>
Anexo 1. Clasificación de las actividades secundarias SCIAN 2013	192
Anexo 2. Metodología propuesta por Baró et al (2012), para la valoración de daños económicos en zonas habitacionales	205
<b>Bibliografía</b>	<b>210</b>

## Índice de tablas

Tabla 1.1 Tipos, montos y porcentajes de apoyo PyME	27
Tabla 1.2 Clasificación de los desastre	35
Tabla 1.3 Clasificación de daños por inundación en zonas urbanas	50
Tabla 1.4 Porcentaje aplicado a los daños directos para el cálculo de daños indirectos	55
Tabla 1.5 Ordenamiento de los sectores del SCIAN, México	57
Tabla 1.6 Municipios afectados por inundaciones en la Cuenca Alta del Río Lerma 1998 – 2014	63
Tabla 1.7 Zonas Industriales afectadas en el municipio de Lerma 1998 - 2014	64
Tabla 2.1 Municipios que conforman la Cuenca Alta del Río Lerma	68
Tabla 2.2 Subcuencas de la Cuenca Alta del Río Lerma	69
Tabla 2.3 Principales ríos, presas, lagunas y arroyos de la Cuenca Alta del Río Lerma	74
Tabla 2.4 Industrias ubicadas en los municipios que conforman la Cuenca Alta del Río Lerma	86
Tabla 2.5 Clasificación de las industrias en el Parque Industrial Lerma	87
Tabla 4.1 Afectaciones de las lluvias de septiembre de 1998	110
Tabla 4.2 Industrias Parque Industrial Lerma	110
Tabla 4.3 Tamaño de Industrias Parque Industrial Lerma	114
Tabla 4.4 Obtención del promedio personal ocupado para la variable económica elaboración de harina y trigo	116
Tabla 4.5 Obtención porcentaje del personal ocupado por industria para la variable económica elaboración de harina y trigo	116
Tabla 4.6 Porcentaje de personal ocupado por industria	117
Tabla 4.7 Obtención de las variables de Inversión total, promedio de inventario y acervo total de activos fijos por industria	120
Tabla 4.8 Variables económicas por industria	121
Tabla 4.9 Variables económicas para la actividad económica, Elaboración de harina y trigo	125
Tabla 4.10 Variables económicas para la actividad económica, Elaboración de harina y otros productos agrícolas	127
Tabla 4.11 Variables económicas para la actividad económica, Elaboración de derivados y fermentos lácteos	128
Tabla 4.12 Variables económicas para la actividad económica, Panificación tradicional	129
Tabla 4.13 Variables económicas para la actividad económica, Elaboración de levadura	130
Tabla 4.14 Variables económicas para la actividad económica, Purificación y embotellado de agua	131

Tabla 4.15 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de telas anchas de trama	132
Tabla 4.16 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de Alfombras y tapetes	134
Tabla 4.17 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de ropa exterior de punto	135
Tabla 4.18 Variables económicas para la actividad económica, Confección en serie de uniformes	137
Tabla 4.19 Variables económicas para la actividad económica, Confección en serie de otra ropa exterior de materiales textiles	138
Tabla 4.20 Variables económicas para la actividad económica, Confección en otros accesorios y prendas de vestir no clasificados en otra parte	139
Tabla 4.21 Variables económicas para la actividad económica, Curtido y acabado de cuero y piel	140
Tabla 4.22 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de calzado de piel y cuero	141
Tabla 4.23 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de laminados y aglutinados de madera	142
Tabla 4.24 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de bolsas de papel y productos celulósicos recubiertos de tratados	143
Tabla 4.25 Variables económicas para la actividad económica, Impresión de formas continuas y otros impresos	145
Tabla 4.26 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos	146
Tabla 4.27 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de otros productos químicos básicos	147
Tabla 4.28 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de resinas sintéticas	148
Tabla 4.29 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de reparaciones farmacéuticas	149
Tabla 4.30 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de pinturas y recubrimientos	150
Tabla 4.31 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador	152
Tabla 4.32 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de otros productos químicos	153
Tabla 4.33 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible	155
Tabla 4.34 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de tubería, conexiones y tubos para embalaje	156

Tabla 4.35	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de autopartes de plástico con y sin reforzamiento	157
Tabla 4.36	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento	158
Tabla 4.37	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de otros productos de plástico con reforzamiento	160
Tabla 4.38	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de otros productos de plástico sin reforzamiento	161
Tabla 4.39	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de otros productos de hule	162
Tabla 4.40	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de muebles de baño	163
Tabla 4.41	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de ladrillos no refractarios	164
Tabla 4.42	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de envases y ampollitas de vidrio	165
Tabla 4.43	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de fibra de vidrio	166
Tabla 4.44	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de concreto	167
Tabla 4.45	Variables económicas para la actividad económica, Moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas	168
Tabla 4.46	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de estructuras metálicas	169
Tabla 4.47	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de productos de herrería	170
Tabla 4.48	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de envases metálicos de calibre ligero	171
Tabla 4.49	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de herrajes y cerraduras	172
Tabla 4.50	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general	174
Tabla 4.51	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de tornillos, tuercas, remaches y similares	175
Tabla 4.52	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de carrocerías y remolques	176
Tabla 4.53	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de maquinaria y equipo para la industria y de las bebidas	177
Tabla 4.54	Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotores	178

Tabla 4.55 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de otras partes para vehículos automotrices	180
Tabla 4.56 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de muebles de oficina y estantería	181
Tabla 4.57 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de artículos y accesorios para escritura, pintura, dibujo y actividades de oficina	182
Tabla 4.58 Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en las industrias localizadas en el Parque Industrial Lerma	183

## Índice figuras

Figura 1.1 Estructura de un fenómeno natural	36
Figura 1.2 Causas de Inundación	39
Figura 1.3 Estructura del SCIAN, 2013	56
Figura 3.1 Delimitación de la zona de estudio	97
Figura 3.2 Estructura del SCIAN, 2013	98
Figura 3.3 Curvas de daños / altura lámina de agua	106
Figura 4.1 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Elaboración de harina y trigo	126
Figura 4.2 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Elaboración de harina y otros productos agrícolas	127
Figura 4.3 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Elaboración de derivados y fermentos lácteos	128
Figura 4.4 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Panificación tradicional	129
Figura 4.5 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Elaboración de levadura	130
Figura 4.6 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Purificación y embotellado de agua	131

Figura 4.7 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Fabricación de telas anchas de trama, Micro industria	132
Figura 4.8 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Fabricación de telas anchas de trama, Industria pequeña	133
Figura 4.9 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de Alfombras y tapetes	133
Figura 4.10 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de ropa exterior de punto. Industria pequeña	134
Figura 4.11 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de ropa exterior de punto. Industria mediana	135
Figura 4.12 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de ropa exterior de punto. Industria grande	136
Figura 4.13 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Confección en serie de uniformes	136
Figura 4.14 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Confección en serie de otra ropa exterior de materiales textiles	137
Figura 4.15 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Confección en otros accesorios y prendas de vestir no clasificados en otra parte	138
Figura 4.16 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Curtido y acabado de cuero y piel	139
Figura 4.17 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de calzado de piel y cuero	140
Figura 4.18 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de laminados y aglutinados de madera	141
Figura 4.19 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de bolsas de papel y productos celulósicos recubiertos de tratados. Industria micro	142
Figura 4.20 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de bolsas de papel y productos celulósicos recubiertos de tratados. Industria mediana	143
Figura 4.21 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Impresión de formas continuas y otros impresos	144
Figura 4.22 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos	144
Figura 4.23 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos químicos básicos. Micro industria	145

Figura 4.24 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos químicos básicos. Industria pequeña	146
Figura 4.25 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de resinas sintéticas	147
Figura 4.26 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de reparaciones farmacéuticas	148
Figura 4.27 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de pinturas y recubrimientos. Micro industria	149
Figura 4.28 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de pinturas y recubrimientos. Industria grande	150
Figura 4.29 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de pinturas y recubrimientos. Industria grande	151
Figura 4.30 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador	151
Figura 4.31 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos químicos. Micro industria	152
Figura 4.32 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos químicos. Industria pequeña	153
Figura 4.33 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible. Micro industria	154
Figura 4.34 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible. Industria pequeña	154
Figura 4.35 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de tubería, conexiones y tubos para embalaje	155
Figura 4.36 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de autopartes de plástico con y sin reforzamiento	156
Figura 4.37 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento. Industria pequeña	157
Figura 4.38 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento. Industria grande	158

Figura 4.39 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos de plástico con reforzamiento	159
Figura 4.40 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos de plástico sin reforzamiento	159
Figura 4.41 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos de hule	160
Figura 4.42 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de muebles de baño	161
Figura 4.43 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de ladrillos no refractarios	162
Figura 4.44 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de envases y ampollitas de vidrio	163
Figura 4.45 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de fibra de vidrio	164
Figura 4.46 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de concreto	165
Figura 4.47 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas	167
Figura 4.48 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de estructuras metálicas	167
Figura 4.49 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de productos de herrería. Micro industria	168
Figura 4.50 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de productos de herrería. Industria pequeña	169
Figura 4.51 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de envases metálicos de calibre ligero	170
Figura 4.52 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de herrajes y cerraduras. Industria pequeña	171
Figura 4.53 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de herrajes y cerraduras. Industria mediana	172
Figura 4.54 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general	173
Figura 4.55 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de tornillos, tuercas, remaches y similares	173

Figura 4.56 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de carrocerías y remolques. Industria pequeña	174
Figura 4.57 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de carrocerías y remolques. Industria mediana	175
Figura 4.58 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de maquinaria y equipo para la industria y de las bebidas	176
Figura 4.59 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotores. Micro Industria	177
Figura 4.60 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotores. Industria grande	178
Figura 4.61 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otras partes para vehículos automotrices	179
Figura 4.62 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de muebles de oficina y estantería	179
Figura 4.63 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de artículos y accesorios para escritura, pintura, dibujo y actividades de oficina	180

## Índice mapas

Mapa 2.1 Localización de la Cuenca Alta del río Lerma	68
Mapa 2.2 Mapa hidrológico	73
Mapa 2.3 Zona de inundación en el municipio de Lerma, Estado de México	88

Mapa 4.1 Zona de estudio, Parque industrial Lerma, Estado de México

114

## **Resumen**

Entre los desastres naturales, las inundaciones son los fenómenos que más daños económicos causan a los países debido a factores como uso inadecuado del suelo, impedimento de filtración del agua por el crecimiento urbano, deforestación, entre otros, viéndose afectados diversos sectores económicos y entre ellos la industria. Aunado a esto, la metodología existente para la valoración de costos económicos está enfocada a países desarrollados, por lo que con este trabajo se presenta una metodología que permite estimar los daños económicos causados por inundaciones en zonas industriales a través del cálculo de curvas de daños – altura de la lámina de agua, teniendo como caso de estudio la zona industrial Lerma ubicada en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, misma que podrá ser utilizada en otras zonas industriales de la República Mexicana.

## **Abstract**

Within natural disasters, floods are a natural risk who cause more economic damage in countries in the entire world, caused by factors like inadequate land use, the impediment of water filtration by urban growth between others, affecting economics sectors like industry. Coupled whit this, the existing methodology for the evaluation of economic cost caused by flood is focus on developed countries, therefore intended implement a methodology to estimate the economics damage caused by flood in industrial areas across the damage curves – high water lamina, take as case study the zone industrial Toluca – Lerma, located in the upper basin of the river Lerma, Estado de México, this methodology can be used by others industrial areas of the Mexican Republic.

## **Introducción**

Las inundaciones han estado presentes en el planeta incluso aún antes de la aparición del hombre, pero antes de la aparición del hombre 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 (CENAPRED, 2004).

Posterior a la aparición del hombre se desarrollaron asentamientos humanos en las zonas aledañas a los cuerpos de agua trayendo consigo, cuando se desborda una corriente, problemas de inundaciones. Adicionalmente, la degradación del medio ambiente, tal como la deforestación, la erosión, etc., modifica la respuesta hidrológica de las cuencas, incrementando la ocurrencia y la magnitud de inundaciones (CENAPRED, 2004).

Históricamente las ciudades fueron conformándose alrededor de grandes fábricas, convirtiéndose con el tiempo en grandes urbes. A su vez, estas fábricas se instalaban en lugares donde podían tener fácil acceso a recursos naturales y a las principales vías de comunicación (Devia, 2007).

Es por esto que las inundaciones han sido uno de los problemas inherentes al desarrollo de las ciudades y por ende a las zonas industriales, agrícolas y comerciales.

Por lo que una preocupación es que parte de las zonas industriales están situadas cerca de un río o lago y sus zonas aledañas son susceptibles a inundaciones frecuentes viéndose afectadas las actividades económicas y, por lo tanto cuando se produce un hecho de esta naturaleza, las pérdidas humanas, socioeconómicas y ambientales suelen ser elevadas (Rodríguez et. Al., 2009), tal es el caso de las zonas industriales ubicadas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México.

Las inundaciones son uno de los fenómenos meteorológicos de mayores impactos en la sociedad, por sus características en cuanto a la dimensión espacial y temporal del fenómeno, siendo así, las inundaciones un tercio del total las catástrofes naturales que se producen alrededor del mundo en cuanto a pérdidas económicas, y son la causa de al menos más de la mitad de las víctimas fatales. En el periodo 1990-2000, las pérdidas sumaron más de 250 mil millones de dólares (Lopardo y Seoane, 2000).

Aunque el riesgo de inundaciones debería gestionarse a través de medidas prospectivas, como la planificación del uso del suelo, el continuo desarrollo industrial, comercial y residencial que tiene lugar en las llanuras aluviales, junto con el cambio climático, ha convertido a las inundaciones en un riesgo muy dinámico (SAG, 2015). Es por eso que en los países en desarrollo, que no cuentan con una adecuada planificación territorial, tanto las ciudades como las zonas industriales han sido fundadas y desarrolladas a orillas de los ríos y arroyos. Muchas de ellas fueron creciendo en los valles de inundación (Bachiega, 2007).

Es por esto que en este trabajo se ha construido una propuesta metodológica para la validación de las curvas de daños, las cuales representan la integración de la función daño económico/profundidad de la inundación. Esta metodología pretende facilitar una evaluación de impacto económico de los daños tangibles directos ocasionados por inundaciones en el parque industrial Lerma ubicado en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, por lo que se hace uso de un SIG para facilitar la valoración de los costos de inundación.

### **Objetivo General**

Implementar una metodología para la valoración de daños tangibles directos por inundación en zonas industriales, considerando la altura de lámina y daños causados, tomando como base el parque industrial Toluca-Lerma, Estado de México.

### **Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos de esta investigación son:

- a) Conceptualizar y desarrollar una metodología para:
  - La identificación de daños tangibles provocados por inundaciones en zonas industriales.

- La definición del tipo de bienes dañados y definición de la estrategia de cuantificación.
  - La evaluación de daños tangibles por inundación en zonas industriales más pertinente para la República Mexicana.
- b) Validar la metodología propuesta en un estudio de caso a través de:
- La construcción de la base de datos con la información disponible sobre las características físicas, hidrológicas y socioeconómicas de las áreas inundables de la zona de estudio.
  - La definición de los pasos para elaborar y evaluar las curvas de daños económicos vs altura de agua.
  - La elaboración del análisis de los daños causados por inundación a través de las curvas daños / altura de lámina de agua, para obtener los costos de inundación máximo, mínimo y más probable y su aplicación al estudio de caso.

## **Hipótesis**

Con el objeto de contribuir al análisis de los métodos de evaluación directa con viabilidad para la República Mexicana, se pretende adaptar una metodología para la validación de las curvas de daños que representan la integración de la función daño económico/profundidad de la inundación. Lo anterior centrándose en la valoración económica de los daños tangibles directos en zonas industriales y utilizando, por ello, el desarrollo de procesos automatizados en el software ArcGis y la estimación del costo de inundación más probable con ayuda de la función de distribución beta como modelo probabilístico con aplicación al caso de estudio la cuenca alta del río Lerma.

Por lo que la pregunta de esta investigación es la siguiente;

**¿Puede una metodología para la valoración de daños económicos causados por inundación, ser un factor importante para la valoración, prevención y mitigación de futuras afectaciones por inundación en zonas industriales?**

Derivado de esta pregunta de investigación se desprenden la siguiente hipótesis:

Es posible adaptar una metodología para la estimación de daños tangibles directos por inundación en zonas industriales aplicable a países en vías de desarrollo y particularmente para México, por medio del análisis de las curvas de daño / altura de lámina de agua alcanzada.

### **Justificación**

Las inundaciones se han producido a lo largo de la historia del hombre, pero el riesgo de que acontezca se ha incrementado en las últimas décadas, debido a factores como el acelerado crecimiento de la población sin un ordenamiento territorial, el mal manejo de las cuencas altas de los ríos y eventos de lluvias extremas que superan la capacidad de amortiguación de una cuenca, trayendo como consecuencia el desbordamiento del cauce (López, 2002).

Al mismo tiempo, las metodologías internacionales actuales para la valoración de daños económicos no fueron diseñadas en el contexto de un país en desarrollo, donde la infraestructura expuesta a la inundación es muy diferente y la existencia de información discrepa del grado de detalle y calidad exigida por dichas metodologías (Baró et al., 2012).

Es por esto que surge la necesidad de crear una metodología que sea compatible con las características sociales y económicas presentes en la República Mexicana con el fin de poder evaluar los riesgos y daños tangibles directos ocasionados por fenómenos hidrológicos en zonas industriales.

Por lo que este instrumento facilitará:

- El análisis del costo beneficio respecto a las medidas estructurales y no estructurales a considerar en términos preventivos y de reducción de riesgo.
- Facilitará la canalización rápida de recursos del fondo MiPyME (Micro, pequeñas y medianas empresas) para los casos que lo requieran.
- Permitirá un análisis más objetivo y aterrizado de las pólizas de seguros industriales.
- Facilitará un mejor ordenamiento y planificación del territorio en términos de uso de suelo.

# Capítulo 1

## Capítulo I

### 1.1 Antecedentes

La conquista y colonización española indujeron profundos cambios en el paisaje y en las formas de explotación. La agricultura precolombina (de bajo impacto) fue desplazada a terrenos marginales y la imposición de sistemas de producción foráneos llevó a la pérdida de tradiciones locales. La ocupación de los fondos de valles con suficiente agua para el establecimiento de poblados y para la explotación agrícola y ganadera desplazó casi la totalidad de las especies vegetales autóctonas allí presentes, el uso no planificado de los recursos forestales, la tala excesiva y la sobreexplotación de los suelos en zonas altas en las cuencas, han producido una disminución de la cobertura vegetal, sumando el continuo pastoreo y la explotación minera como causante del proceso de desertificación, son algunas de las

actividades humanas responsables del cambio climático que se vive actualmente, (CEPAL, 2005)

Las condiciones extremas en el clima afectan la vida en el planeta y no cabe duda que el clima del planeta está cambiando más allá de lo que consideramos normal. Apuntando a las actividades humanas como los responsables de tales cambios, Magaña et al. (2004) y Vázquez, (2004). La alteración antropogénica, determina la alteración y el constante deterioro del medio ambiente que contribuyen a las grandes consecuencias de los desastres naturales. De ahí que, hoy más que nunca, se den nuevos comportamientos y concepciones sobre el riesgo que existe al transformar el territorio. De acuerdo con Vergara et al. (2011), un claro ejemplo de estas actitudes y riesgos asociados a ciertos territorios, son los presentados ante las inundaciones, las cuales son producto de las fuertes lluvias, tormentas tropicales y/o huracanes que generan un exceso de agua en los ríos que sobrepasa su límite normal provocando desbordamientos y que afectan a diferentes sectores de la sociedad incluido el sector industrial.

Se ha observado un incremento global del número de inundaciones durante los últimos 20 años dentro del contexto del cambio climático, los recientes informes dados a conocer del Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC) por sus siglas en inglés, confirman que el riesgo de inundaciones incrementarán en frecuencia e intensidad en eventos de precipitación, sumando factores como asentamientos humanos irregulares, modificación del cauce de ríos y cambio de usos del suelo son responsables del incremento del riesgo de inundaciones (Coninx and Bachus 2007). A nivel mundial, por mencionar un ejemplo, en el año 2008 los fenómenos hidrológicos afectaron a 44.9 millones de personas, con unos daños económicos alorados en 1,905 mil millones de US\$ (Rodriguez et al. 2009). En Europa las inundaciones constituyen uno de los riesgos con peores consecuencias, ya que ocasionan al año más de un centenar de víctimas y daños materiales evaluados en 5,400,000,000 de euros (Gil, 2007). De acuerdo con Dehays, (2002), en materia de distribución de desastres existen importantes diferencias según sean países desarrollados o en vías de desarrollo. América Latina es una de las regiones con desastres de mayor magnitud, con el mayor número de poblaciones afectadas.

Cuando surge el tema de desastres naturales cualquiera sea su origen, ya sea que se hace referencia o se desencadena uno de estos eventos en tiempo real, a nivel de autoridades inmediatamente se plantea la dimensión costos tanto de atención como de reparación (Francisco J. y Fernando A. 2003). Dependiendo de la intensidad y duración de la lluvia, así como el grado de vulnerabilidad de una sociedad o ecosistema, los impactos del clima pueden variar de imperceptibles a catastróficos (Magaña et al. 2004). Las medidas que se han tomado para mitigar los daños son principalmente de tipo estructural, lo que implica importantes costos económicos, mismos que no han sido confrontados en el marco de un análisis costo-beneficio ya que no se ha implementado una metodología en México que permita la estimación de daños económicos potenciales provocados por inundación (Baró et al. 2007a).

Considerando estos antecedentes, la industria ha sido un sector poco estudiado en términos de su sensibilidad climática, en virtud de la percepción de su relativamente baja sensibilidad y de su gran poder de adaptación al cambio climático (Panel of Policy Implications of Greenhouse Warming et al. 1992). La mayor parte de los estudios corresponden a países desarrollados y se refieren, sobre todo, al tema de adaptación y mitigación de los impactos del cambio climático, como son los trabajos de Lindh (1992), Georgas y Perissoratis (1992), Kashiwagi (1994), Jáuregui (2004), y con la preocupación de la escasa atención al sector industrial con respecto a la vulnerabilidad ante el cambio climático Sánchez-Salazar (2004) hace una clasificación del grado de vulnerabilidad en zonas industriales en la República Mexicana ubicando al Estado de México en un grado alto.

## **1.2 Marco Legal**

De acuerdo con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se establece en su artículo 27 que la nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el

fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2015).

La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGPA) se divide en seis títulos que regulan los siguientes aspectos: contaminación atmosférica, residuos peligrosos, calidad del agua, usos del suelo y su conservación, áreas naturales protegidas, participación social, el derecho a la información ambiental, uso de terrenos y evaluaciones de impacto ambiental. Y tiene como objetivo principal el desarrollo sustentable y el equilibrio ecológico, que se define como “la relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos (LEGPA, 2013).

La Ley del Agua para el Estado de México y Municipios tiene por objeto normar la explotación, uso, aprovechamiento, administración, control y suministro de las aguas de jurisdicción estatal y municipal y sus bienes inherentes, para la presentación de los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, su reúso y la disposición final de sus productos resultantes

Con el objeto de promover el desarrollo económico nacional a través del fomento a la creación de micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) y el apoyo a su viabilidad, productividad, competitividad y sustentabilidad, el 30 de diciembre de 2002 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa.

El Programa Sectorial de Economía 2007-2012, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de mayo de 2008, establece como una de sus prioridades el contar con un sistema de apoyo integral a las MIPYMES que sea referente a nivel

internacional y que permita impulsar efectivamente a las empresas y a los emprendedores con proyectos viables que favorezcan la generación de empleos (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2007).

Po lo que a través del Programa de Apoyo MIPyMEs Siniestradas por Desastres Naturales, la Secretaría de Economía destina recursos del Fondo PYME para la recuperación de las micros, pequeñas y medianas empresas afectadas por desastres naturales, lo cual se puede hacer con el otorgamiento de apoyos directos, micro-financiamientos a través de intermediarios financieros especializados o crédito de la Banca Comercial.

[http://www.fondopyme.gob.mx/fondopyme/Historico\\_RO.asp](http://www.fondopyme.gob.mx/fondopyme/Historico_RO.asp)

Los recursos pueden ser utilizados para la reposición de inventario o mercancía dañada, reparación de instalaciones, capital de trabajo o demás necesidades para que los negocios afectados reanuden sus actividades.

Este programa opera en todo el país a través de las delegaciones federales de la Secretaría de Economía; y las empresas afectadas deben localizarse en un municipio declarado como zona de emergencia o desastre natural por la Secretaría de Gobernación.

El objetivo es impulsar la recuperación económica en las zonas afectadas por desastres naturales mediante el otorgamiento de créditos, en condiciones preferenciales y esquemas de apoyo directo para las MIPyMEs que hayan interrumpido actividades por este motivo extraordinario.

Las MIPyMEs siniestradas deberán estar identificadas en el Padrón que realiza el Gobierno de la Entidad Federativa correspondiente en coordinación con las Delegaciones, en el cual se incluirá la estimación de daños y el monto requerido para apoyarlas.

Para tal efecto, la solicitud de apoyo podrá ser presentada por cualquiera de los siguientes:

1. La Entidad Federativa

2. El Ayuntamiento o Municipio declarado como zona de emergencia y/o desastre natural
3. El Organismo Intermedio distinto a los anteriores que cuente con la aprobación del Consejo Directivo.  
<http://mexico.smetoolkit.org/mexico/es/content/es/4123/Programa-de-Apoyo-a-Mipymes-Siniestradas-por-Desastres-Naturales>

Procedimiento de solicitud:

- a) La instancia que solicite el apoyo para las MiPyMES siniestradas deberá requerirlo por escrito al consejo directivo conforme al Formato DN01 (Ver anexo 2).
- b) Con base en la disponibilidad presupuestal del fondo PyME y el dictamen de la Unidad Administrativa correspondiente, el consejo directivo determinará el monto de recursos que se asignarán, el tipo de apoyo y el organismo intermedio a través de la cual se canalizarán los apoyos.
- c) El organismo intermedio canalizará los apoyos a las MiPyMES siniestradas que hayan sido previamente validadas por la delegación.
- d) La delegación realizará la validación de las MiPyMES siniestradas conforme al Formato DN02 (Ver anexo 2). Este proceso consistirá en verificar que las MiPyMES siniestradas cumplan como mínimo con los siguientes requisitos:
  - Ser MiPyMES legalmente constituidas, de los sectores agroindustrial, industrial, comercial y/o de servicios;
  - Contar con un espacio físico exclusivo para el negocio, no compartido con otro;
  - Haber estado operando antes de la ocurrencia del fenómeno natural;
  - Haber sido afectadas en sus instalaciones, maquinaria y equipo o arreos de trabajo o sus insumos a consecuencia del fenómeno natural ocurrido;
  - Localizarse en la región declarada Zona de Emergencia o de Desastre Natural.
- e) El organismo intermedio deberá integrar el padrón de empresas apoyadas conforme al Formato DN03 (Ver anexo 2). Este padrón, junto con la documentación que compruebe la recepción y aplicación del apoyo por cada empresa deberá

entregarse a la SPYME dentro de un plazo no mayor a 6 meses contados a partir de la recepción del apoyo. Si no se aplica dentro de este plazo, el organismo intermedio deberá informar por escrito los motivos al consejo directivo y éste determinará si se amplía el plazo para su aplicación o se solicita el reintegro de los recursos.

f) La delegación tendrá la facultad de validar el padrón de MiPyMEs siniestradas apoyadas, así como de verificar la correcta entrega de los recursos federales aprobados por el consejo directivo.

Los tipos de apoyos son los siguientes:

Tabla 1.1  
Tipos y porcentajes de apoyo PyME 2012

Tipo de apoyo	Hasta un porcentaje de apoyo de
Apoyo directo	100%
Aportación al patrimonio de Entidades de Fomento Estatales	100%
Fondos de garantías	100%

Fuente: Manual de procedimientos del fondo PyME 2012

a) Apoyo directo.

Apoyos canalizados de manera directa a las MiPyMES siniestradas, por conducto del organismo intermedio o de un operador propuesto por éste y autorizado por el consejo directivo.

b) Aportación al patrimonio de Entidades de Fomento Estatales.

Apoyo canalizado como aportación al patrimonio de las entidades de fomento de los gobiernos de las entidades federativas para que éstas, a su vez, otorguen apoyos a las MiPyMES siniestradas al amparo de sus productos y programas.

c) Fondos de garantías.

Apoyos destinados a la constitución o fortalecimiento de fondos de garantías que permitan otorgar créditos en condiciones preferenciales y/o esquemas crediticios no tradicionales que se ajusten a las necesidades de cada región, por medio de la banca comercial y/o intermediarios financieros no bancarios.

### **1.3 Marco conceptual**

En este apartado, se hace una recopilación de los conceptos necesarios para comprender el estudio del riesgo por inundación y los daños que estas provocan a la sociedad.

#### **1.3.1 Riesgo**

Sucesos como terremotos, volcanes, inundaciones e incendios son procesos naturales que han estado produciéndose en la superficie de la tierra desde mucho antes de estar poblada por los seres humanos (Keller y Blodgett, 2007), pero cuando el ser humano entró en interacción con su entorno, estos procesos naturales se volvieron un riesgo para la sociedad, por lo cual debe quedar claro que el riesgo es una construcción social.

De acuerdo con Keller y Blodgett, 2007, un riesgo, o riesgo natural, es cualquier proceso natural que representa una amenaza para la vida humana o la propiedad. El suceso en sí no es un riesgo; más bien un proceso natural se convierte en un riesgo cuando amenaza los intereses humanos.

Ayala-Carcedo (2002), describe al riesgo como la pérdida o el daño anual esperado, pérdida que podrá medirse en términos humanos (muerto, heridos, desalojados), económicos y estructurales. Se trata de una realidad conceptual potencial y para medir el riesgo toma en cuenta tres factores: el peligro ( $P$ ), la exposición  $E$ , y la vulnerabilidad ( $V$ ).

$$R = PEV$$

*La peligrosidad (P):* puede definirse como el conjunto de los aspectos naturales, no sociales, de un fenómeno que tienen incidencia en el riesgo del daño esperado.

*La exposición (E):* conjunto de personas, bienes, servicios y procesos expuestos a la acción de un peligro.

*La vulnerabilidad (V):* se define como la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el auto ajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse al cambio, que para la comunidad constituye, por las razones expuestas, un riesgo. La vulnerabilidad puede ser de tipo económica, social y estructural (Ayala-Carcedo, 2002). De acuerdo con el Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) la vulnerabilidad es el grado al cual un sistema es susceptible a, o incapaz de, enfrentarse a efectos adversos del cambio climático incluyendo variabilidad climática y eventos extremos (IPCC, 2007)

Desde el punto de vista del diagnóstico de riesgo, los agentes perturbadores representan una amenaza, de la cual hay que determinar el *peligro* de que llegue a generar desastres cuando incide sobre ciertos sistemas afectables. Con relación a estos últimos, el potencial de desastre depende del tamaño del sistema expuesto al desastre (en términos de la cantidad de población o costo de la infraestructura o

cualquier otro índice de valor de las posibles pérdidas). A esta cantidad se le llama grado de *exposición*. El potencial de desastre también depende de la *vulnerabilidad* de los sistemas expuestos, o sea de su predisposición a ser afectados por el agente perturbador (CENAPRED, 2001).

Por lo que la amenaza, de acuerdo con la CEPAL, (2005), es el fenómeno peligroso. Se la define como la magnitud y duración de una fuerza o energía que representa un peligro potencial, dada su capacidad de destruir o desestabilizar un ecosistema o los elementos que lo componen, y la probabilidad de que esa energía se desencadene y se compone de tres factores:

- La energía potencial: la magnitud de la actividad o cadena de actividades que podrían desencadenarse;
- La susceptibilidad: la predisposición de un sistema para generar o liberar la energía con peligro potencial ante la presencia de detonadores, y
- El detonador o desencadenante: el evento externo capaz de liberar la energía potencial.

$$\text{Amenaza} = (\text{Energía potencial} + \text{Susceptibilidad} + \text{Detonador})$$

En otras palabras, el detonador adecuado para un determinado nivel de susceptibilidad desencadena la energía potencial y la amenaza surge de una fuerza potencialmente peligrosa, su predisposición a desencadenarse y un evento que la desencadena (CEPAL, 2005).

Por lo que es importante tratar de definir el peligro en términos de parámetros con un significado físico preciso y que permitan utilizar una escala continua de la intensidad del fenómeno; por ejemplo, la velocidad máxima para la intensidad del viento, el número de milímetros de precipitación pluvial, el grado de intensidad de un sismo en la escala de Mercalli o, de preferencia en términos de aceleración máxima del terreno durante el movimiento sísmico. Esto no siempre es posible debido a la escasez de información para una evaluación cuantitativa del peligro. Es

frecuente que se tenga que recurrir a representar el peligro en términos solamente cualitativos, como bajo, mediano o alto, basados en la evidencia disponible sobre la incidencia del fenómeno en cada región. Esto es de utilidad para fines de protección civil en cuanto permite saber en qué zonas es necesario tomar mayores precauciones ante la posibilidad de ocurrencia de cierto fenómeno. Este tipo de diagnóstico no es suficiente; sin embargo, se usa para tomar decisiones sobre planeación de desarrollo urbano y para diseño de obras de protección (CENAPRED, 2001).

Aún cuando la exposición a eventos físicos extremos no necesariamente significa amenaza y riesgo, ya que esto depende además de los niveles de vulnerabilidad existentes, sin lugar a dudas es el primer paso necesario en la construcción social del riesgo. Sin exposición no hay posibilidad de amenaza o riesgo. A la vez debe recomendarse que es imposible ubicarse en un lugar completamente seguro frente a eventos potencialmente peligrosos, en particular aquellos considerados como “extremos”, que se caracterizan, a veces, por tener un área de afectación de gran escala. Por lo que toda causa de vulnerabilidad y toda expresión de vulnerabilidad, es social. Por lo tanto, el proceso de creación de condiciones de vulnerabilidad obedece también a un proceso de construcción social (Narváez et al, 2009).

La CEPAL (2005), considera que hay tres categorías o factores condicionantes de la vulnerabilidad: la exposición destructiva a una amenaza; la incapacidad de reaccionar de forma adecuada cuando ésta se concreta y la imposibilidad para recuperar las condiciones normales de vida.

Esos tres niveles o categorías están condicionados por los siguientes factores:

- *El grado de exposición:* el tiempo y el modo de sometimiento de un ecosistema y sus componentes a los efectos de una actividad o energía potencialmente peligrosa, es decir, la cantidad y la duración de la energía potencialmente destructiva que recibe;
- *La protección:* las defensas del ecosistema y de sus elementos, que reducen o eliminan los efectos que puede causar una actividad potencialmente

destruccion, y que puede ser permanente, habitual y estable u ocasional, pero que debe estar activa en el momento de la exposicion a la fuerza desestabilizadora;

- *La reaccion inmediata:* la capacidad del ecosistema y de sus elementos para reaccionar, protegerse y evitar el dano en el momento en el que se desencadena la energia potencialmente destructiva o desestabilizadora;
- *La recuperacion basica o rehabilitacion:* el restablecimiento de las condiciones esenciales de subsistencia de todos los componentes de un ecosistema, evitando su muerte o deterioro luego del evento destructivo, y
- *La reconstruccion:* la restauracion del equilibrio y de las condiciones normales de vida de un ecosistema, por su retorno a la condicion anterior o, con frecuencia, a un nuevo estado mas evolucionado y menos vulnerable (CEPAL, 2002).

### 1.3.1.1 Tipología de riesgos

Existen diversas clasificaciones de los riesgos de desastres. En México, el Sistema Nacional de Protección Civil ha adoptado la clasificación basada en el tipo de agente perturbador que los produce (CENAPRED, 2001):

- Riesgos geológicos
- Riesgos hidrometeorológicos
- Riesgos químicos
- Riesgos sanitarios
- Riesgos socio-organizativos

*Riesgos geológicos.* Son aquellos fenómenos en los que intervienen la dinámica y los materiales del interior de la Tierra o de la superficie de ésta, los cuales pueden clasificarse de la siguiente manera: sismicidad, vulcanismo, tsunamis y movimientos de laderas y suelos. Estos fenómenos han estado presentes a lo largo de toda la

historia geológica del planeta y, por tanto, seguirán presentándose obedeciendo a patrones de ocurrencia similares.

*Riesgos hidrometeorológicos.* México es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de importancia. Principalmente está expuesto a lluvias, inundaciones, granizadas, nevadas, heladas y sequías.

En el caso de la precipitación se puede clasificar en *lluvia ciclónica*, que es resultado del levantamiento de aire por una baja de presión atmosférica. La *lluvia de frente cálido*, que se forma por la subida de una masa de aire caliente por encima de una de aire frío. La *orográfica*, se da cuando las montañas desvían hacia arriba el viento, sobre todo aquel proveniente del mar. Del mismo modo, *la convectiva* se forma con aire cálido que ascendió por ser más liviano que el aire frío que existe en sus alrededores. Esta última se presenta en áreas relativamente pequeñas, generalmente en zonas urbanas.

*Riesgos químicos.* El objetivo principal es minimizar los riesgos a los cuales está expuesta la población debido a la presencia de los materiales peligrosos que se tienen en territorio nacional.

*Riesgos sanitarios.* La clasificación del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) agrupa en esta categoría los eventos relacionados con la contaminación de aire, agua y suelos; los que sean propios del área de salud, esencialmente las epidemias; también se incluyen algunos ligados a la actividad agrícola, como la desertificación y las plagas.

*Riesgos socio-organizacionales.* Se derivan de actividades humanas relacionadas con el transporte aéreo, terrestre, marítimo o fluvial; la interrupción del suministro de servicios vitales; los accidentes industriales o tecnológicos no asociados a productos químicos; los derivados del comportamiento desordenado en grandes concentraciones de población; y los que son producto de comportamiento antisocial (CENAPRED,2001).

### **1.3.1.2 Gestión del riesgo**

Para gestionar los riesgos inherentes a la actividad social y económica, es necesario combinar tres enfoques:

La gestión prospectiva del riesgo, cuyo objetivo es evitar la acumulación de nuevos riesgos;

La gestión correctiva del riesgo, que busca reducir los riesgos existentes;

La gestión compensatoria del riesgo para respaldar la resiliencia de las personas y las sociedades que enfrentan un riesgo residual que no se puede reducir de manera efectiva, (GAR, 2015).

### **1.3.2 Desastre**

El término desastre natural quizás no sea el más apropiado para comprender el fenómeno, sensibilizar a la comunidad e integrar a los actores que deberían involucrarse en una efectiva gestión del riesgo y una política preventiva. Los llamados desastres ocurren sobre todo en zonas pobladas y afectan a sitios vulnerables que han sido ocupados por una sociedad para su residencia u otros fines. La localización de las actividades humanas compete a las personas y a sus formas de organización, por lo tanto, que se produzca un desastre no depende solo de la naturaleza sino también de la decisión de instalar un asentamiento o actividad humana sin tomar en consideración las amenazas existentes y las vulnerabilidades que se desarrollan, variables que constituyen una situación de riesgo potencial (CEPAL, 2005).

Narváez et al. (2009) definen el desastre como una situación de daño, desencadenada como resultado de la manifestación de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antrópico que, al encontrar condiciones propicias de

vulnerabilidad en una población, causa alteraciones intensas, graves y extendidas en la estabilidad y condiciones de vida de la comunidad afectada. El daño de un desastre obedece a que el sistema y sus elementos no están en capacidad de protegerse de la fuerza amenazante o de recuperarse de sus efectos.

Keller y Blodgett (2007), definen al desastre o desastre natural como el efecto de un riesgo en sociedad, normalmente en forma de un suceso que ocurre en un periodo de tiempo limitado y en una zona geográfica definida. El término desastre se utiliza cuando la interacción entre seres humanos y un proceso natural tiene como resultado un daño considerable en la propiedad, heridas o pérdida de vidas.

De acuerdo con Olcina (2008), algunos autores, especialmente desde la sociología, niegan la existencia de la expresión “riesgo natural”, porque el concepto de “riesgo” es esencialmente social, es decir, no se concibe el riesgo sin el ser humano. Y sin dejar de ser cierta esta postura, no es inadecuado calificar como “natural” un proceso de riesgo si la causa que provoca un probable hecho catastrófico es, justamente, la naturaleza. La expresión riesgo natural hace alusión, por tanto, a la probabilidad de que un grupo social pueda verse afectado por un fenómeno natural de rango extraordinario que se desarrolle en el espacio geográfico donde se localiza dicha comunidad. De esta manera cobra pleno sentido y no resulta errónea la expresión riesgo natural.

#### **1.3.2.1. Clasificación de los desastres**

Los desastres suelen clasificarse según su origen (o tipo de amenaza) en dos grandes categorías, a saber desastres naturales o socionaturales y antrópicos o sociales (CEPAL, 2005).

En los desastres socionaturales, la amenaza es un fenómeno natural, detonado por la dinámica de la naturaleza y potenciado por la intervención humana. A su vez, en los desastres antrópicos o sociales, la amenaza tiene origen humano y social. En la tabla 1 se muestra una clasificación general.

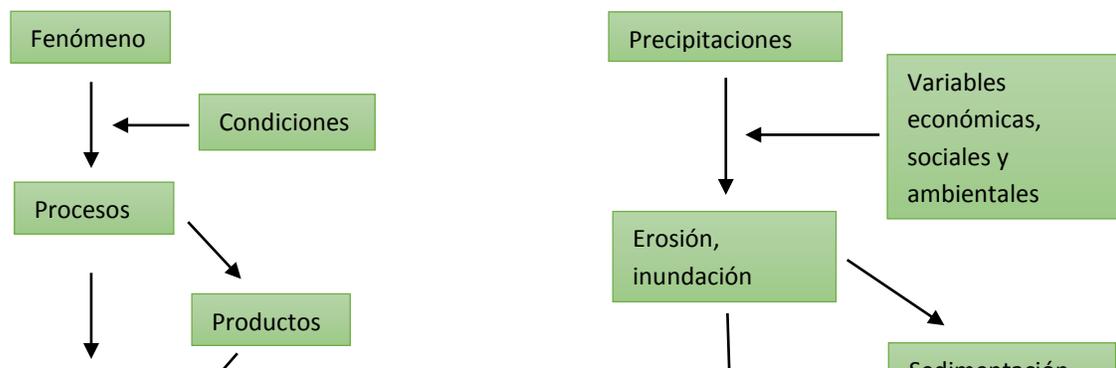
Tabla 1.2  
Clasificación de los desastres (CEPAL, 2005)

CLASIFICACIÓN DE LOS DESASTRES	
DESASTRES SOCIONATURALES	DESASTRES ANTRÓPICOS O SOCIALES
Meteorológicos: relativos a la atmósfera y el clima: huracanes, ciclones, inundaciones.	Exclusión humana: vinculada con falta de garantías económicas, sociales y políticas para la subsistencia en una comunidad dada.
Topográficos y geotécnicos: relativos a la superficie de la tierra: deslizamientos en masa, derrumbes.	Guerras y delincuencia: relacionadas con la destrucción de la vida humana y de medios y condiciones de subsistencia, incluido el terrorismo.
Geológicos: vinculados a la dinámica de la corteza terrestre: tectonismo, sismología, vulcanismo.	Inadecuado manejo de recursos y desechos: ligados al abuso destructivo del territorio, desconocimiento de la interrelación de los medios acuático, aéreo y terrestre.
	Accidentes: causados por la imprevisión humana, incapacidad en el manejo de tecnológicos.

### 1.3.2.2 Estructura básica de un desastre

Las características de la manifestación de un fenómeno natural destructivo se pueden estudiar según causas, origen, condiciones ambientales donde se origina o en donde se manifiesta, por los procesos que se desarrollan por la liberación o disipación de su contenido de energía, así como por los efectos y daños que origina. En la figura 1.1 se muestra la estructura de un fenómeno natural destructivo según causas, condiciones ambientales, procesos y efectos (a); así como un caso de inundación (b), (Mata, 2000).

Figura 1.1  
Estructura de un fenómeno natural  
(Mata, 2000)



### **1.3.3 Inundaciones**

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos de cualquier país debido a los beneficios sociales y económicos que se derivan de su consciente explotación; sin embargo, junto con las ventajas existen también situaciones extremas desfavorables al socio ecosistema tales como las inundaciones y las sequías (CENAPRED, 2004).

Antes de la aparición del hombre ya existían las inundaciones, el agua que llovía en las zonas montañosas bajaba por los cauces e inundaba las zonas bajas, para luego volver a su estado inicial. Posterior a la aparición del hombre se desarrollaron asentamientos humanos en las zonas aledañas a los cuerpos de agua, trayendo consigo problemas de inundación. Aunado a esto, la degradación del medio ambiente modifica la respuesta hidrológica de las cuencas, incrementando la ocurrencia y la magnitud de las inundaciones (CENAPRED, 2013).

Para entender mejor el concepto de inundación, éste existe cuando el caudal que baja por un río es mayor que la capacidad de contención dentro de los márgenes del canal normal, dando como resultado el desborde de las aguas a los terrenos vecinos. La mayoría de los ríos poseen lateralmente llanuras de inundación, casi siempre en la cuenca media e/o inferior; estas son bandas planas amplias que bordean el canal principal por una o las dos riberas. Estas planicies se inundan una o dos veces al año, durante la época cuando escurre agua superficial abundante en combinación con efectos de saturación hídrica del suelo, alto nivel de agua subterránea y un aporte de agua de subsuelo. Sumados esos efectos el resultado va más allá de la capacidad de escurrimiento del propio canal. Pueden ocurrir descargas hídricas aún mayores, que suceden después de uno o dos quinquenios, o varias décadas y que inundan terrenos, también planos, yacentes más arriba de las llanuras de inundación, en áreas conocidas como terrazas. El exceso de descarga por un río se puede derivar de lluvias torrenciales y cortas o normales pero prolongadas, de la fusión del hielo o la nieve y formas combinadas de ellas (Mata, 2000).

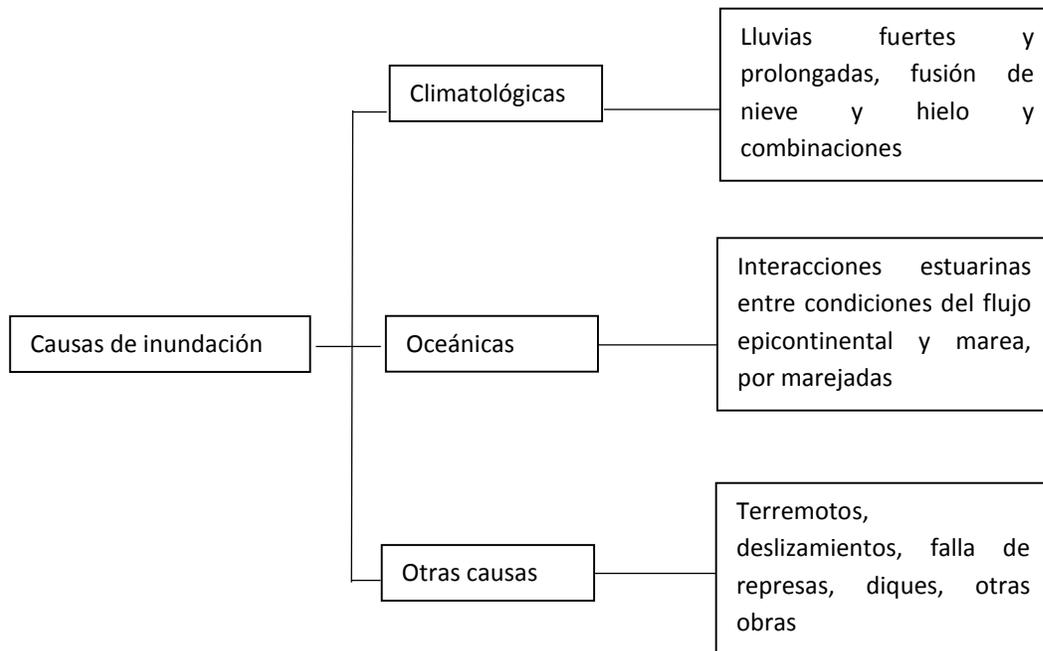
De acuerdo con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

Otra definición de inundación es la propuesta por el Centro Asiático de preparación de Desastres (Asian Disaster Preparedness Center ADPC), que la define como sucesos complejos, causadas por una serie de vulnerabilidades humanas, una planificación de desarrollo inapropiada y la variabilidad climática. Las inundaciones son predecibles en gran medida, con la excepción de las inundaciones repentinas, cuya escala y naturaleza son muchas veces más inciertas (ADPC, 2005).

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) define la inundación como “aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie

libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería, infraestructura e industria”<sup>1</sup>.

Figura 1.2  
Causas de Inundación  
(Mata, 2000)



<sup>1</sup> Atlas Nacional de Riesgos.  
[http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=78&Itemid=190](http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=190)

### 1.3.3.1 Clasificación de Inundaciones por su origen

Las clasificaciones más comunes obedecen a su origen, o bien, al tiempo que tardan en presentarse sus efectos.

De acuerdo con su origen se pueden clasificar en (CENAPRED, 2013):

- *Inundaciones pluviales.* Son consecuencia de la precipitación, se presentan 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).
- *Inundaciones fluviales.* Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada.
- *Inundaciones costeras.* Se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno.
- *Inundaciones por falla de infraestructura hidráulica.* Existe una causa que puede generar una inundación, aún más grave que las antes mencionadas: si la capacidad de las obras destinadas para protección es insuficiente, la inundación provocada por la falla de dicha infraestructura será mayor que si no existieran obras.

### 1.3.3.2 Clasificación de inundaciones por el tiempo de respuesta de la cuenca

También se pueden clasificar a las inundaciones por el tiempo de respuesta de la cuenca, la respuesta hidrológica de una cuenca depende de sus características

fisiográficas. Básicamente se han definido dos grupos: *inundaciones lentas* e *inundaciones súbitas*. Lo anterior significa que en cuencas cuya respuesta hidrológica es lenta se generan avenidas en un tiempo relativamente largo (del orden de varias horas o días); en ellas ocurren principalmente daños materiales. Mientras que cuando la inundación se forma en poco tiempo (desde unos cuantos minutos, hasta un par de horas) se llama inundación súbita, causando, principalmente, la pérdida de vidas humanas en zonas pobladas (CENAPRED, 2013).

- *Inundaciones lentas*. Al ocurrir una precipitación capaz de saturar el terreno, esto es, cuando el suelo no puede seguir absorbiendo más agua de lluvia, el volumen remanente escurre por los ríos y arroyos o sobre el terreno. Conforme el escurrimiento avanza hacia la salida de la cuenca, se incrementa proporcionalmente con el área drenada, si el volumen que fluye por el cauce excede la capacidad de éste, se presentan desbordamientos sobre sus márgenes y el agua desalojada puede permanecer horas o días sobre el terreno inundado.
- *Inundaciones súbitas*. Las inundaciones súbitas son el resultado de lluvias repentinas e intensas que ocurren en áreas específicas. Pueden ocasionar que pequeñas corrientes se transformen, en cuestión de minutos, en violentos torrentes capaces de causar grandes daños.

Tanto en zonas urbanas como zonas industriales son las que presentan este tipo de inundaciones, debido a factores como la permeabilidad por el crecimiento de los asentamientos y la deforestación. Debido a ello, el agua no puede infiltrarse y prácticamente todo el volumen precipitado se convierte en escurrimiento. Así, donde antes una tormenta humedecía la tierra y regaba la hierba y los árboles, ahora bastan unos cuantos minutos para generar una avenida que arrastra todo lo que encuentra a su paso (CENAPRED, 2013).

### **1.3.3.3 Clasificación de inundaciones por el lugar donde acontece**

Las inundaciones también se clasifican por el lugar donde ocurrieron y se clasifican de acuerdo con Keller y Blodgett (2007), en:

- *Inundación de cabecera.* Flujo de desbordamiento del agua de un curso de agua en la parte alta de una cuenca hidrográfica normalmente como resultado de tormentas locales; puede ser producido por precipitaciones intensas de corta duración en una zona relativamente pequeña.
- *Inundación de valle.* Condición en la que una esorrentía superficial de una zona relativamente amplia ha causado que un curso de agua rebase sus orillas. Más común en la parte baja de una cuenca hidrográfica donde los afluentes han aumentado la descarga del arroyo desbordado.

Otra clasificación es la propuesta por (Tussi, 2007) donde el escurrimiento pluvial puede producir inundaciones e impactos en áreas urbanas debido a dos procesos, que ocurren aisladamente o combinados:

- Inundaciones de áreas ribereñas: son inundaciones naturales que ocurren en el lecho mayor de los ríos debido a la variabilidad temporal y espacial de la precipitación y del escurrimiento en la cuenca hidrográfica;
- Inundaciones debido a la urbanización: son las inundaciones que ocurren en el drenaje urbano debido al efecto de la impermeabilización del suelo, canalización del escurrimiento u obstrucciones al escurrimiento.

Debido a la impermeabilización del suelo y la construcción de redes de conductos pluviales. El desarrollo urbano puede también producir obstrucciones al escurrimiento, como rellenos sanitarios, puentes, drenajes inadecuados, obstrucciones al escurrimiento junto a conductos y colmatación. Generalmente estas inundaciones son vistas como locales porque involucran cuencas pequeñas (< 100 km<sup>2</sup>, y muy frecuentemente cuencas < 10 km<sup>2</sup>).

De acuerdo con (Tucci, 2007) a medida que la ciudad se urbaniza, en general, ocurren los siguientes impactos:

- Aumento de los caudales máximos y de su frecuencia debido al aumento de la capacidad de escurrimiento a través de conductos y canales e impermeabilización de las superficies;
- Aumento de la producción de sedimentos debido a falta de protección de las superficies y la producción de residuos sólidos (basura);
- Deterioro de la calidad del agua superficial y subterránea, debido al lavado de las calles, transporte de material sólido y de las ligaciones clandestinas de flujos cloacales y pluviales;
- Desorganización del implemento de la infraestructura urbana, tales como: (a) puentes y taludes de calles que obstruyen el escurrimiento; (b) reducción de sección del escurrimiento por rellenos en los puentes y para construcciones en general; (c) deposición y obstrucción de ríos; canales y conductos por basuras y sedimentos; (d) proyectos y obras de drenaje inadecuados, con diámetros que disminuyen hacia aguas abajo, drenaje sin escurrimiento, entre otros.

#### 1.3.3.4 Índice para clasificar las inundaciones

Kobiyama y Fabris-Goerl (2007), utiliza un índice para poder clasificar una inundación “normal” (*flood*) de una inundación repentina (*flood flash*), donde la inundación repentina o *flood flash* ocurren de forma repentina, violenta y de forma inesperada, usualmente en áreas pequeñas, dando como resultado un grande peligro para la vida y causando daños graves tanto en bienes materiales como no materiales.

El índice propuesto pro Kobiyama y Fabris-Goerl (2007) es:

$$OEI = \frac{T_c}{T_o}$$

Donde: OEI es el *Operation Efficiency Index*, Tc es el tiempo de concentración de la inundación y To es el tiempo de respuesta frente al evento del organismo gubernamental o la comunidad. Si el valor de OEI > 1, es definida como una inundación “normal” o (*flood*), con tiempo suficiente para salvar vidas, mientras que

si  $OEI < 1$  se define como una inundación repentina o (*flood flash*), con poco tiempo para mandar una alerta y poner a salvo a la población.

### 1.3.3.5. Lámina de precipitación

De acuerdo con CENAPRED (2013), La precipitación que ocurre en una zona no es constante y el escurrimiento que se genera depende en gran medida de la extensión donde tiene lugar y de sus características (tamaño, pendiente, tipo de suelo, cobertura vegetal, etc.). Si alguien preguntara cuánto llovió durante una determinada tormenta, las respuestas pueden variar, ya que depende de la medición en cada sitio, de acuerdo con la ubicación que tenga dentro de la zona donde está lloviendo.

Es por eso que la precipitación se caracteriza como una altura o lámina; de esta manera es posible comparar la altura de la lluvia en diferentes puntos de una cuenca, o bien, obtener un promedio; también, al ser una variable independiente del área, permite convertir la lluvia en volumen precipitado para cualquier subárea dentro de la cuenca que se esté estudiando. En México es común expresarla en mm, mientras que en los Estados Unidos de América, lo hacen en pulgadas.

Otra definición es la propuesta por Fattorelli y Fernandez, (2011) que define a lámina (L) como el total de la lluvia caída en determinado tiempo (1 hora-24 horas-1 mes-1 año, etc.) en un punto (lluvia puntual) o sobre un área (lámina media). Se expresa en milímetros (mm), así 1 mm de lámina sobre un área de 1 hectárea equivale a un volumen de agua de  $10\text{m}^3$ .

La lluvia se mide en milímetros caídos sobre una determinada superficie:

1 mm de lluvia sobre  $1\text{ m}^2$  de superficie es:

$1\text{ mm de lluvia sobre } 1\text{ m}^2 = 0.1\text{ cm} \times 10000\text{ cm}^2 = 1000\text{ cm}^3 = 1\text{ litro,}$

o sea que una lluvia de 30 mm equivaldrá a 30 litros por  $\text{m}^2$  por hectárea ( $10000\text{ m}^2$ ) serán 300000 litros. Así, si en una región precipitan 500 mm/año equivalen a  $5000\text{ m}^3/\text{Ha/año}$ ). (Fattorelli y Fernandez, 2011).

### **1.3.3.6 Periodo de retorno (Tr)**

Es el tiempo que, en promedio, debe transcurrir para que se presente un evento igual o mayor a una cierta magnitud. Normalmente, el tiempo que se usa son años, y la magnitud del evento puede ser el escurrimiento, expresado como un cierto gasto, una lámina de precipitación o una profundidad de inundación (tirante). Se subraya que el evento analizado no ocurre exactamente en el número de años que indica el periodo de retorno, ya que éste puede ocurrir el próximo o dentro de muchos años (CENAPRED, 2013)

En las normas de diseño de obras hidráulicas se han propuesto periodos de retorno específicos para dimensionar obras de protección contra inundaciones, por ejemplo, para el diseño de sistemas de drenaje urbano se utiliza comúnmente 10 años y para obras de excedencia de presas (vertedores) se usa 10,000 años (CNA, 1993).

### **1.3.3.7 Duración de una inundación**

Se define duración como el período de tiempo durante el cual llueve; ésta tiene importantes implicaciones en el diseño, (Fattorelli y Fernandez, 2011).

### **1.3.3.8 Intensidad de precipitación**

Se entiende por intensidad la tasa de la precipitación caída en un intervalo de tiempo expresada generalmente en milímetros por hora (mm/hora). Es un valor importante en el diseño hidrológico, por ejemplo una lluvia de intensidad de 60 mm/día tiene efectos y consecuencias muy diferentes a una de 60 mm/hora. La lluvia en función de su intensidad, puede ser identificada como: suave (valores hasta 3 mm/h), moderada (mayor de 3 y hasta 10 mm/h) y fuerte (mayor de 10 mm/h), (Fattorelli y Fernandez, 2011).

### **1.3.3.9 Precipitación media**

La precipitación media es la lámina media caída sobre un área dada. Es común en mediciones puntuales asignar a cada punto un área de influencia donde se asume que llueve un valor igual al medido, (Fattorelli y Fernandez, 2011).

#### **1.3.3.10 Resiliencia**

En los países de ingresos más bajos y, sobre todo, en países con pequeñas economías, las pérdidas ocasionadas por los desastres pueden comprometer la resiliencia de la economía; esto es, su capacidad de absorber las pérdidas y de recuperarse, (GAR, 2015)

##### *Resiliencia fiscal*

Incluir en el presupuesto las pérdidas ocasionadas por los desastres basándose en las pérdidas anuales esperadas (PAE) es fundamental, pero no suficiente. Como las PAE son un promedio anual, esa inclusión no garantiza la resiliencia económica y fiscal ante eventos de alta intensidad en aquellos países que no cuentan con la resiliencia fiscal necesaria para hacer frente a pérdidas extremas aunque poco frecuentes. La resiliencia fiscal se define, en sentido amplio, como el conjunto de los ahorros internos y externos destinados a amortiguar los efectos de los desastres. Una vez agotados los ahorros nacionales, es común desviar fondos de presupuestos discrecionales, que en algunos casos podrían haber sido asignados previamente a gastos para el desarrollo. En otros casos, los países recurren a préstamos de instituciones financieras internacionales o multilaterales para su recuperación, de modo que reasignan fondos y reducen su capacidad de endeudamiento disponible en el futuro para el desarrollo, obstaculizando así su crecimiento futuro, (GAR, 2015).

#### **1.3.3.11 Control de inundaciones**

Para llevar a cabo acciones en contra de los daños causados por inundaciones, es indispensable emprender acciones de protección. Éstas pueden ser de dos tipos: medidas estructurales (construcción de obras), o medidas no estructurales (indirectas o institucionales) (CENAPRED, 2013).

### *Medidas estructurales*

El objetivo de las medidas estructurales es evitar o mitigar los daños provocados por una inundación, mediante la construcción de obras (usualmente realizadas por las dependencias gubernamentales, ya que se requiere de fuertes inversiones) (CENAPRED, 2013). Por ejemplo, para proteger una zona urbana que es cruzada por un río se pueden proponer como medidas estructurales la retención, almacenamiento y derivación del agua, hacer modificaciones al cauce (canalizarlo o entubarlo), construir bordos o muros de encauzamiento y modificar puentes y alcantarillas (CENAPRED, 1999).

Dentro de este grupo está cualquier obra de infraestructura hidráulica que ayude a evitar o, al menos, mitigar inundaciones (Salas, 1999). Este objetivo se puede alcanzar de dos maneras:

- Mantener el agua dentro del cauce del río.
- Evitar que el agua, que ha salido de los cauces, alcance poblaciones o zonas de interés.

### *Medidas no estructurales*

Por otra parte, entre las medidas no estructurales se encuentran aquéllas cuya finalidad es informar oportunamente a las poblaciones de la ocurrencia de una posible avenida, para que no haya muertes y se minimicen los daños. En este rubro se incluyen los reglamentos de usos del suelo, alerta y los programas de comunicación social y de difusión.

Este tipo de medidas se basa en la planeación, organización, coordinación y ejecución de acciones que buscan disminuir los daños causados por las inundaciones. Pueden ser de carácter permanente o aplicable sólo durante la contingencia. Las principales acciones por desarrollar dentro de este tipo de medidas se relacionan con la conservación y cuidado de las cuencas, la elaboración de mapas de riesgo y reordenamiento territorial, la vigilancia y alerta, la operación

de la infraestructura hidráulica, los planes de protección civil, la difusión de boletines de alerta y la evacuación de personas y bienes afectables (CENAPRED, 2013).

### **1.3.3.12 Perdida Anual Esperada (PAE)**

Los resultados de los modelos probabilistas del riesgo suelen expresarse en medidas tales como la pérdida anual esperada (PAE). La PAE es la pérdida promedio esperada anualizada durante un largo período de tiempo (GAR, 2015).

Representa la cantidad de recursos que los países deberían reservar cada año para cubrir el costo de los desastres futuros, ante la falta de seguros o de otros mecanismos de financiación del riesgo de desastres. El riesgo de desastres debería entenderse como un pasivo contingente (GAR, 2015).

Si un país ignora el riesgo de desastres y permite que este se acumule, lo que está haciendo en realidad es debilitar su propio potencial de desarrollo social y económico en el futuro. Sin embargo, si un país invierte en reducir el riesgo de desastres, con el paso del tiempo puede reducir las pérdidas potenciales que enfrenta y, de este modo, liberar recursos críticos para el desarrollo (GAR, 2015).

La pérdida anual esperada (PAE) en el entorno construido de todo el mundo en relación con ciclones tropicales (vientos y mareas de tormenta), terremotos, tsunamis e inundaciones se estima actualmente en casi 314,000 millones de dólares americanos. Esta es la cantidad de dinero que debería reservarse cada año en todo el mundo para cubrir las futuras pérdidas ocasionadas por desastres con relación a estas amenazas (GAR, 2015).

## **1.3.4. Daños económicos por inundación en zonas industriales**

### **1.3.4.1 Tipología de daños**

Al hablar de un desastre por inundación en una sociedad, se espera que ocurran una gama de consecuencias, como lo son daños económicos, sociales, políticos,

psicológicos, ecológicos y daños ambientales, por lo que es importante definir una clasificación de los daños provocados por inundación, como lo siguieren autores como Jonkman (2007), Nascimento et al. (2007), Smith y Greenaway (1994) y Parker et al. (1987), quienes clasifican los daños por inundación en daños tangibles y daños intangibles, los cuales pueden ser directos e indirectos, esta clasificación se divide por sectores que pueden ser de viviendas, comercio y servicios, industrial, equipamiento público y servicios, infraestructura, patrimonio y el sector cultural e histórico.

Los *daños directos*, de acuerdo con Smith y Ward (1998) y Messner et al. (2007), son aquellos que se producen por el contacto físico del agua de la inundación con los seres humanos, los bienes o cualquier otro objeto.

Los *daños indirectos* son los daños que son inducidos por los efectos directos y pueden ocurrir fuera de la zona de inundación con el paso del tiempo. Ejemplos de ello son la interrupción del tráfico, el comercio y los servicios públicos. Por lo general, ambos tipos de daños se clasifican en el daño material e inmaterial, dependiendo de si estas pérdidas pueden ser evaluadas en los valores monetarios (Smith and Ward, 1998).

Los *daños tangibles* son daños que pueden ser fácilmente especificados en términos monetarios. Daños a bienes, pérdida en la producción (Messner et al. 2007). Incluye daño físico a propiedades y bienes, e impactos a la salud debido a la inundación (RPA/FHRC, 2004).

Los *daños intangibles* son toda clase de bienes y servicios en los que no existe un mercado para realizar transacciones, por lo que resulta más complicado valorarlos en términos monetarios como son fallecimientos, efectos a la salud, daños a bienes ecológicos (Messner et al, 2007). Se incluyen en esta categoría impactos a la salud relacionados con estrés, pérdida o daños de bienes irremplazables. Se manifiestan como la pérdida de utilidad debido a restricción de actividades, dolor y sufrimiento, ansiedad sobre el futuro y preocupación RPA/FHRC, 2004).

James y Lee (1971) señalan que los *daños tangibles* son los daños que pueden ser medidos con un valor monetario, mientras que los *daños intangibles* no pueden ser medidos en tales términos. Además, los daños tangibles se dividen en dos grupos: *daños directos*, que son los producidos por el contacto físico inmediato del agua de inundación con las personas, propiedades y el medio ambiente. Incluye daños a edificios, bienes económicos, diques, pérdida de cultivos y ganados, pérdidas humanas, impactos inmediatos a la salud, contaminación de sistemas ecológicos. Y los *daños indirectos* que ocurren como consecuencia de la inundación la interrupción de actividades económicas sociales. Pérdida de producción económica debido a instalaciones destruidas, falta de suministro de energía y telecomunicaciones, interrupción de suministro de bienes. Pérdida de tiempo y beneficios debido a la interrupción de tránsito vehicular, perturbaciones en los mercados (aumento de precios de alimentos) (Messner et al, 2007).

Los diferentes perjuicios causados por las inundaciones abarcan un amplio rango de efectos negativos tanto para los seres humanos, la salud y sus pertenencias, así como en la infraestructura pública, patrimonio cultural, sistemas ecológicos, producción industrial (Messner y Meyer, 2005), por lo que Nascimento *et al.* (2007) propone una clasificación bastante detallada de los daños en el caso de áreas urbanas, así como ejemplos de cada uno de éstos, ver tabla 2.

Tabla 1.3  
Clasificación de daños por inundación en zonas urbanas  
Nascimento et al. (2007)

Clasificación de daños por inundación en zonas urbanas				
		Daños tangibles		Daños intangibles
Sector	Directos	Indirectos	Directos	Indirectos
<b>Viviendas</b>	Daños físicos al edificio, su estructura y su contenido	Costos de limpieza, albergues, medicina	Pérdida de vidas humanas	Estrés psicológico y estados de ansiedad Daños a la salud a largo plazo
<b>Comercios y servicios</b>	Daños físicos al edificio, su estructura y su contenido Pérdidas o daños de existencias	Costos de limpieza Pérdidas de beneficios Desempleo Pérdidas de bases de datos	Pérdidas de vidas humanas	Estrés psicológico y estados de ansiedad Daños a la salud a largo plazo

<b>Industrial</b>	Daños físicos al edificio, su estructura y su contenido (Maquinaria)	Costos de limpieza	Pérdidas de vidas humanas	Estrés psicológico y estados de ansiedad Daños a la salud a largo plazo
	Pérdidas o daños de materias primas y existencias	Pérdidas de beneficios Pérdidas de bases de datos		
<b>Equipamiento público y servicios</b>	Daños físicos al edificio, su estructura y su contenido	Costos de limpieza e interrupción de servicios	Pérdidas de vidas humanas	Estrés psicológico y estados de ansiedad
		Costos por servicios de emergencia		Daños a la salud a largo plazo Inconvenientes debido a la interrupción de los servicios
<b>Infraestructura</b>	Daños físicos al patrimonio (carreteras, puentes, acueductos, oleoductos, torres eléctricas, conducciones de agua, etc.)	Costos de limpieza e interrupción de servicios	Pérdidas de vidas humanas	Inconvenientes debido a la interrupción de los servicios
<b>Patrimonio cultural e histórico</b>	Daños físicos al patrimonio (monumentos, edificios históricos, museos, etc.)	Costos de limpieza e interrupción de servicios	Pérdidas de vidas humanas  Valor histórico cultural	Inconvenientes debido a la interrupción de los servicios

### 1.3.4.2 Escala espacial y temporal de los daños por inundación

De acuerdo con Messner y Meyer (2005) y Merz (2010) la valoración de los daños por inundación puede clasificarse en diferentes escalas espaciales

- *Micro-escala*: la valoración de los daños está basada en elementos individuales que representan un riesgo. Por ejemplo, con el fin de estimar el daño a una comunidad en caso de un determinado escenario de inundación, los daños pueden calcularse por cada elemento afectado (edificios, infraestructura, etc.).
- *Meso-escala*: la valoración de los daños se basa en datos espaciales. Las unidades espaciales de datos más usadas son las unidades de uso de suelo, por ejemplo, para áreas residenciales o zonas industriales.

- *Macro-escala:* En este caso, el cálculo de los potenciales daños se lleva a cabo para el nivel de los municipios. Las principales fuentes de datos para esta evaluación son las estadísticas oficiales

#### 1.3.4.3 Valoración de daños

La valoración de daños ha ganado más importancia dentro del contexto de la toma de decisiones en la gestión del riesgo de inundación. De acuerdo con Merz et al. (2010), la valoración de daños es importante por:

- *Evaluación de la vulnerabilidad de las inundaciones.* Los elementos de riesgo en las áreas propensas de inundación varían en su vulnerabilidad de inundación de acuerdo en la zona. El conocimiento acerca de la vulnerabilidad de los elementos de riesgo es necesario para detectar las medidas de reducción de riesgo apropiadas, por ejemplo, desarrollar un plan de emergencia e implementar simulacros de emergencia.
- *Mapas de riesgos de inundación.* Los mapas de riesgo de inundación son un elemento esencial para la gestión de riesgos de inundación y comunicación. Así mismo los mapas de inundación son frecuentemente limitados por los mapas de riesgo.
- *Óptimas decisiones en las medidas de mitigación de inundaciones.* La seguridad ante inundaciones requiere de grandes inversiones. Por lo tanto se debe asegurar que estas inversiones sean bien utilizadas económicamente. Esto implica que el riesgo de inundación actual debe ser estimado, las opciones de reducción de riesgo deben ser determinadas y los beneficios y costos de diferentes opciones deben de ser cuantificadas y comparadas.
- *Análisis de comparación de riesgos.* En un contexto más amplio, la reducción de riesgo por inundación es competencia de varias áreas administrativas que se ocupan de la reducción de riesgos. Por ejemplo, un municipio puede estar propenso a diferentes riesgos naturales. La comparación cuantitativa de los

diferentes riesgos dentro de una comunidad o una región, como son riesgos por inundación, tormentas de viento o terremotos.

- *Avalúos financieros para el sector de re-aseguros.* Para el cálculo de la prima de seguros y para garantizar la solvencia, tienen que ser calculados los daños económicos esperados y la pérdida máxima probable de la cartera de las aseguradoras.
- *Evaluaciones financieras durante y después de las inundaciones.* En el caso de los eventos de inundación, los gobiernos necesitan evaluar los daños por inundación, con el fin de tomar las decisiones presupuestarias acerca de las indemnizaciones por los daños causados.

#### **1.3.4.4 Valoración de daños en industrias**

La forma usual de calcular los daños por inundación es usando las curvas inundación-daños. Esto es posible desarrollando una función estándar de daños por inundación para algunos usos de suelo como lo han hecho Penning-Roswell y Chartteton (1979) para los sectores agrícolas, industriales, servicios, comercial y residencial, basado en un análisis *a priori*; Otro ejemplo es el de Boyle et al. (1998) en Canadá, Lekuthai y Vongvisessomajai (2001) en Tailandia, (Nascimento et al., 2007) en Brasil, Baró et al., (2012) para usos de suelo habitacional y agrícola en México, Vázquez, (2013) para usos comerciales en México. Sin embargo de acuerdo con Booyesen et al., (1999) para zonas industriales no es posible desarrollar una función estándar de daños por inundación para las industrias. La mejor opción es completar cuestionarios para cada industria en la zona inundada y utilizar esta información para calcular los daños por inundación.

De acuerdo con Penning-Rowsell y Catterton (1997), hay dos métodos básicos para el cálculo de daños en industrias por inundación. El primer método consiste en proyectar el daño de inundaciones históricas para obtener la profundidad estándar / daños económicos, el problema con este primer método es que no siempre existe esta información histórica.

El segundo método es hacer uso del conocimiento que los gerentes de las industrias tienen de como las empresas han sido afectadas por inundaciones (Smit, 1994). La principal desventaja de este método es que los daños son estimados sin la ocurrencia de una inundación, y que la información es por lo tanto de una naturaleza hipotética. Ya en 1965, kates (1965) propagó estas desventajas de una aproximación artificial (usando la información obtenida en la ausencia de una inundación). El hecho de que los datos generales proporcionan más funciones de constantes de inundación-daño y son más adaptables a la prueba de opciones de reducción de daños por inundación, fue una de sus motivaciones para utilizar este método.

Por lo que Boyle et al. (1998), propone cuatro tipos de análisis para la estimación de daños en zonas inundables:

- *Análisis hidrológico de frecuencias.* Permite el pronóstico de caudales, eventos extremos y simulación de escorrentía, mediante el uso de modelos hidrológicos. También se pueden emplear registros históricos, para establecer el intervalo de recurrencia de determinados caudales.
- *Análisis de peligros.* Se enfocan en los tipos de peligros relacionados con las inundaciones y, por consiguiente, de los daños que provoca (tangibles e intangibles). Una vez definidos el rango de los peligros potenciales, se realiza un análisis de exposición para estimarla extensión y la severidad de los daños.
- *Análisis de exposición a peligros.* Tiene como objetivo estimar la extensión y seriedad de los daños y la magnitud de las pérdidas que al deberse a la inundación y su distribución a la llanura de inundación va a depender de factores hidrológicos (profundidad de la inundación, velocidad de ascenso del nivel de agua, propagación del frente de inundación, su duración de carga de sedimentos, tiempo), usos de suelos (tipo y valor de las propiedades afectadas) y factores humanos (medidas preventivas tomadas por las industrias situadas en áreas inundables).

- *Análisis de daños.* Implica estimar el impacto de la exposición en términos del costo de reemplazar o restaurar las áreas afectadas. Una aproximación utilizada es el método de correlación, en el cual se asume que la profundidad de la inundación es el factor determinante en una correlación entre el daño estimado y las características hidrológicas y económicas de la llanura de inundación.

El costo de daños directos se puede cuantificar con mayor facilidad que los costos indirectos ya que los efectos de la inundación consideran variables de tiempo que pueden ir desde meses a años (Rose, 2004). Los daños intangibles directos e indirectos de acuerdo con Nascimento et al. (2007) comprenden un alto grado de complejidad para poder cuantificarlos económicamente, ya que considera factores como la pérdida de vidas humanas, estrés psicológico, estados de ansiedad, daños a la salud a largo plazo, interrupción de servicios, entre otros.

Por lo que Kates (1965) propone utilizar un porcentaje fijo de los daños directos para cuantificar los daños indirectos. Estos porcentajes son los más empleados y fueron obtenidos a partir de un análisis de varios estudios realizados por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América en diversas cuencas hidrológicas que abarcaron un amplio rango de características. Y son aceptados por razones prácticas, ya que el tiempo que se requiere para un análisis detallado de daños indirectos es considerable para que pueda justificarse su empleo en el estudio particular de una inundación dada (James y Lee, 1971).

Tabla 1.4  
Porcentaje aplicado a los daños directos para el cálculo de daños indirectos  
(Kates, 1965)

Porcentaje aplicado a los daños directos para el cálculo de daños indirectos	
Concepto	Porcentaje
Zonas residenciales	15
Áreas comerciales	35
Áreas industriales	45
Servicios públicos	10
Propiedades públicas	34
Zonas agrícolas	10

Carreteras	25
Ferrocarriles	23

#### 1.3.4.5 Tipología de industrias

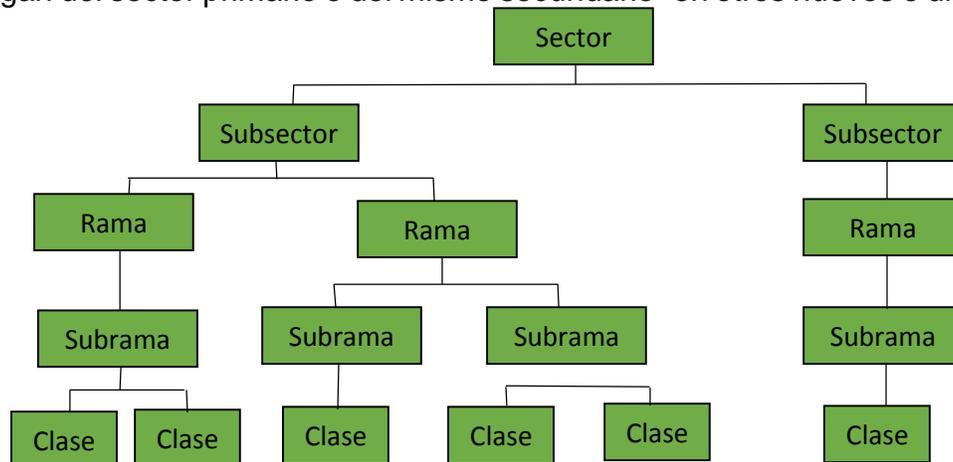
Entre 1994 y 1997, Statistics Canada, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), de México, y el Economic Classification Policy Committee (ECPC), este último en nombre de la Oficina de Administración y Presupuesto de Estados Unidos, crearon un sistema de clasificación común para reemplazar las anteriores clasificaciones económicas de cada país: la Standard Industrial Classification (1980) de Canadá, la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (1994) y la Standard Industrial Classification (1987) de Estados Unidos. Así surgió el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, cuya versión original es la del año 1997 (SCIAN 1997), y como resultado de un acuerdo de revisión quinquenal se han desarrollado tres revisiones, el SCIAN 2002, el SCIAN 2007 y el SCIAN 2013. Cada nueva versión sustituye a la anterior (INEGI, 2013).

El SCIAN MÉXICO 2013 es una clasificación de actividades económicas, en la que los conceptos de actividad económica y de unidad económica son básicos para comprender mejor al clasificador. Una unidad económica es una entidad productora de bienes o servicios. Y una actividad económica —que es congruente con el que presenta el Manual del Sistema de Cuentas Nacionales de 1994 y con el de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme CIIU— es un conjunto de acciones realizadas por una unidad económica con el propósito de producir o proporcionar bienes y servicios. Es decir, ambos conceptos se definen uno en términos del otro. Este concepto de actividad económica considera al sujeto (“una entidad productora”) que la realiza, es decir, no concibe la actividad en abstracto. Es importante recalcar este hecho porque las actividades que el SCIAN enuncia en su estructura fueron definidas con base en la similitud de los procesos de producción que se llevan a cabo en las unidades económicas.

Figura 1.3  
Estructura del SCIAN, 2013

INEGI, 2013

El orden de presentación de los sectores en el SCIAN, tiene su base en la agrupación tradicional de actividades económicas en tres grandes grupos: actividades primarias, secundarias y terciarias. El primer sector, que corresponde a las actividades primarias, son las que se relacionan con el aprovechamiento directo de los recursos naturales, como el suelo, el agua, la flora y la fauna. El segundo grupo de sectores comprende las actividades secundarias, mediante las cuales se efectúa la transformación de todo tipo de bienes o productos -sea que éstos provengan del sector primario o del mismo secundario- en otros nuevos o diferentes.



El último grupo de actividades corresponde a las terciarias, que se refieren al comercio y a los servicios.

Tabla 1.5  
 Ordenamiento de los sectores del SCIAN, México  
 INEGI, 2013

Agrupación tradicional	Característica general de los sectores	Sector	Criterios de orden
------------------------	--	--------	--------------------

Actividades primarias	Explotación de recursos naturales	11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	Las actividades primarias se sitúan en primer término porque aprovechan los recursos de la naturaleza que no han sufrido una transformación previa (aunque sí puede hablarse de cierta manipulación, como es el uso de fertilizantes, el mejoramiento de las razas del ganado y la cría de peces en medios controlados)
Actividades secundarias	Transformación de bienes	21 22 23 31 - 33	Minería  Generación, transformación y distribución de energía eléctrica, suministro de gas por ductos al consumidor final  Construcción  Industrias manufactureras	Los insumos de este grupo de actividades pueden provenir de las actividades primarias, o de este mismo grupo, y sus productos se destinan a todos los sectores. Tradicionalmente, estos cuatro sectores se han llamado "la industria" (en contraposición al "comercio", "los servicios" y "las actividades primarias"). El sector 21 se sitúa al principio de este grupo porque combina tanto actividades de extracción, parecidas a las actividades primarias, como de transformación. Los sectores 22 y 23 se ubican enseguida porque ambos son grandes usuarios de los recursos naturales; el 23 se halla más cercano al 31-33 porque otra gran parte de sus insumos proviene de las manufacturas.
Actividades terciarias	Distribución de bienes  Operaciones con información  Operaciones con activos  Servicios cuyo insumo principal es el conocimiento y la experiencia del personal	43 46 48 - 49 51 52 53 54 55	Comercio al por mayor  Comercio al por menor  Transportes, correos y almacenamiento  Información en medios masivos  Servicios financieros y de seguros  Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles  Servicios profesionales, científicos y técnicos  Corporativos	Estos sectores efectúan las actividades de distribución de los bienes que se produjeron en los grupos de actividades primarias y secundarias (así como el traslado de personas). En particular, el comercio se sitúa inmediatamente después de las manufacturas por la directa e intensa interacción entre ellos.  Por la creciente importancia de la información para los negocios y los individuos, el sector se sitúa inmediatamente después de los servicios de distribución y antes del resto de los servicios.  Los sectores 52 y 53 están contiguos porque sus actividades consisten en invertir activos (dinero y bienes), de los que se obtienen beneficios al ponerlos a disposición del cliente, sin que éste se convierta en propietario de dichos activos. La importancia económica de los servicios financieros sitúa al grupo entre los primeros lugares de las actividades terciarias.  Los sectores 54, 55 y 56 se dirigen principalmente a los negocios y tienen un impacto económico en ellos. En su mayoría se trata de actividades especializadas que tradicionalmente eran efectuadas por los mismos negocios y que hoy son adquiridas por éstos como un servicio más. Su

		56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	importancia económica ha ido creciendo, y por ello se constituyeron en sectores.
		61	Servicios educativos	Los sectores 61 y 62, como en el grupo anterior, también comprenden actividades que requieren conocimientos y especialización por parte del personal, y que se dirigen principalmente a las personas. Su impacto es más bien social, ya que repercuten en el nivel educativo y la salud de las personas.
		62	Servicios de salud y de asistencia social	
Servicios relacionados con la recreación		71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	Estos sectores se dirigen principalmente a las personas, aunque también dan servicio a los negocios.
		72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	
		81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	
Servicios residuales		81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	Por ser un sector residual de los servicios (con excepción de las actividades legislativas, gubernamentales y de impartición de justicia), se sitúa al final del grupo de los que pueden ser prestados indistintamente por el sector público o por el privado.
Actividades gubernamentales		93	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	Este sector se ubicó al final por su carácter normativo o regulador de todas las actividades que le anteceden.

Para revisar la clasificación completa del sector secundario ver Anexo 1.

INEGI, además de utilizar la clasificación de las unidades económicas en base al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México 2013 (SCIAN), clasificador que ofrece la doble posibilidad de conformar y agrupar los datos según las características de la economía mexicana, y a la vez compararla con estadísticas de Canadá y de Estados Unidos de América, países que también usan este clasificador, también hace una clasificación en el sector de industrias manufactureras en microindustria, industria pequeña, industria mediana e industria grande.

*Microindustria.* Las empresas que ocuparan hasta 10 personas y el valor de sus ventas netas fuera hasta 4 millones de pesos al año.

*Industria Pequeña.* Las empresas que ocuparan de 11 hasta 50 personas y sus ventas netas no rebasen la cantidad de 100 millones de pesos al año.

*Industria Mediana.* Las empresas que ocuparan de 51 hasta 250 personas y el valor de sus ventas no rebasen la cantidad de mil 250 millones de pesos al año.

*Industria Grande.* Las empresas que ocuparan más de 250 personas y el valor de sus ventas rebasen la cantidad de mil 250 millones de pesos al año.

Las empresas micro, pequeñas y medianas representan a nivel mundial el segmento de la economía que aporta el mayor número de unidades económicas y personal ocupado; de ahí la relevancia que reviste este tipo de empresas y la necesidad de fortalecer su desempeño, al incidir éstas de manera fundamental en el comportamiento global de las economías nacionales; de hecho, en el contexto internacional se puede afirmar que el 90%, o un porcentaje superior de las unidades económicas totales, está conformado por las micro, pequeñas y medianas empresas (INEGI, 2009).

#### **1.3.4.6 Inundaciones históricas representativas**

Existen relatos de grandes desastres desde los inicios de la historia escrita de la humanidad, y aún de otros que se remontan a épocas prehistóricas y que se han transmitido a través de mitos y leyendas que con frecuencia han encontrado verificación mediante evidencias físicas descubiertas en estudios arqueológicos recientes (CENAPRED, 2001).

Un ejemplo de las inundaciones a nivel mundial son las presentadas en Sudáfrica a finales de 1995 y principios de 1996, La Water Research Commission de Sudáfrica financió a La Universidad de Orange Free State para investigaciones en el área de las inundaciones, la universidad ha llevado a cabo investigaciones de daños

provocados por inundación desde 1974 aplicados en un principio al *ex post* y después al enfoque *ex ante*.

En 1996 en el este de Quebec, Canadá, las inundaciones causaron afectaciones en industrias principalmente de aluminio y de papel. Las inundaciones en Jonquiere provocaron que cerraran las operaciones de varias industrias. Industrias de papel en Toronto tuvieron que cerrar sus operaciones por un mes afectando alrededor de 800 empleados. La industria de cartón Paperboard Industries Internacional Inc. de Montreal tuvo daños por la crecida de agua al destruir una planta de tratamiento de agua con un costo de 3 millones de dólares y afectando a cerca de 200 empleados (Waldie, 1996).

El 29 de agosto de 2005, el huracán Katrina azotó las regiones costeras de los estados de Luisiana y Mississippi en los Estados Unidos de América, causando 1.833 muertos y unos daños económicos estimados en 125.000 millones de dólares americanos (GAR, 2015).

La cascada de desastres que se desencadenó en Nueva Orleans, donde cedieron los diques que protegían la ciudad de las inundaciones y colapsaron los servicios públicos y la red de transportes, no debería haber sorprendido a la ciudad. La mayor parte de la ciudad de Nueva Orleans se encontraba por debajo del nivel del mar y se consideraba una zona de riesgo de desastres. La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) ya había desarrollado escenarios que mostraban cuáles serían las consecuencias en caso de que fallasen los diques que protegían la ciudad, (GAR, 2015).

El 26 de agosto, tres días antes de que el huracán Katrina tocara tierra, se lanzaron alertas y los gobernadores de Luisiana y Mississippi declararon el estado de emergencia (Moynihan, 2009). Sin embargo, las autoridades municipales, estatales y federales no lograron evacuar a tiempo a alrededor de 100.000 personas de una población total de aproximadamente 1,3 millones (Tierney, 2008).

Cuando el alcalde de Nueva Orleans dio finalmente la orden de evacuación la mañana del día 28 de agosto, 24 horas antes de que el huracán tocara tierra, una parte significativa de la 27 población de bajos ingresos que residía en zonas de Nueva Orleans expuestas a inundaciones no tuvo acceso a ningún medio de evacuación. Los planes de contingencia de la ciudad suponían la evacuación en automóvil. No se habían elaborado planes para ciudadanos sin coche, incluyendo personas mayores o en condición de discapacidad, ni para aquellos que no contaban con los recursos necesarios para conseguir transporte y habitaciones de hotel, (GAR, 2015).

En Tailandia, de acuerdo con la federación de Industrias en Tailandia (FTI) por sus siglas en inglés, indicó que el costo de los daños por inundaciones en el año 2011 al sector industrial en la provincia de Ayutthaya fue de poco más de 250 millones de dólares. Las inundaciones en esta provincia han afectado al sector industrial con más de 100,000 empleos y más de 500 empresas, de las cuales son en su mayoría empresas de auto partes, aparatos eléctricos y electrónicos, textiles e industrias de materiales de caucho.

<http://search.proquest.com/docview/896553580?accountid=41816>

En Octubre de ese mismo año en un estudio realizado por el Centro de Recursos Industriales del noroeste de Pennsylvania, EEUU., mostró que las inundaciones causaron afectaciones a la industria de un costo de 113 millones de dólares y puso en riesgo a 2,000 empleos, afectando a 503 de las 567 empresas totales de manufactura en las provincias de Luzerne, Columbia, Wyoming, Sullivan Susquehanna and Bradford, dejando daños indirectos por producción por carencia de materiales, retraso de recibo y de envío de materiales, de \$28.47 millones de dólares y \$47.46 millones de dólares en pérdidas de producción. También reportaron daños directos de un total de \$65.3 millones de dólares, incluyendo \$17.8 millones de dólares en pérdidas de equipamiento, \$6.4 millones de dólares en inventario y \$2 millones de dólares en daños o pérdida de construcciones. Sólo \$6.7 millones de dólares de estas pérdidas fueron cubiertos por seguros contra

inundación, ya que muchas empresas afectadas por las inundaciones se encontraban fuera de la llanura de inundación de un periodo de retorno de 100 años.

En México, en el estado de Tabasco en los años 2007 y 2008, las inundaciones causaron grandes daños a la población. El primero y de mayor importancia, se sumergió el 70% del territorio estatal con tirantes de agua de hasta 4 metros (Aparicio et al. 2009), causando afectaciones a más de 1.5 millones de habitantes, cuyas pérdidas económicas superaron los 32 mil millones de pesos (CENAPRED, 2009a y b).

A nivel nacional, la entidad que sufrió un mayor impacto económico fue Chiapas, seguid de Tabasco y Oaxaca, de hecho, entre los tres estados acumularon 70.2% de daños y pérdidas producidos por las lluvias e inundaciones en 2010 CENAPRED, 2012).

En septiembre del 2013, las costas del Golfo de México y el Pacífico fueron simultáneamente inundadas por los huracanes mortales Ingrid y Manuel, causando por lo menos 23 muertes y más de 1,5 U\$ billones de pérdidas económicas en las costas del Pacífico y más de 4,2 U\$ billones en daños en el Golfo de México (AONbenfield, 2013)

En la cuenca alta del río Lerma, los municipios que han presentado más afectaciones en industrias por inundaciones son el municipio de Lerma, con afectaciones en los años 1998, 2003, 2006, 2007, 2009, 2011, 2013, siendo el parque Industrial Lerma el más afectado, el municipio de Atlacomulco en los años 1998, 2003, 2004 y 2007 presentó afectaciones en industrias, en el municipio de Toluca se presentaron afectaciones a industrias en los años 1998, 2009, 2010, 2011.

Tabla 1.6

Municipios afectados por inundaciones en la Cuenca Alta del Río Lerma (1998-2014)

Año	Municipio	Zona Afectada	Tirante (cm)	Industrias Afectadas
1998	Atzacmulco	Parque Industrial	2.00	13
2003	Atzacmulco	Parque Industrial	1.50	13
2004	Atzacmulco	Cabecera municipal	0.50	4
2007	Atzacmulco	Parque Industrial	1.50	13
2005	Ixtlahuaca	Rancho el Carmen	0.80	2
1998	Lerma	Parque Industrial Lerma	0.50	108
1998	Lerma	Parque Industrial Lerma	0.60	35
2003	Lerma	Parque Industrial Lerma	0.50	0
2006	Lerma	Santa Cruz Chignahuapan	0.40	1
2006	Lerma	Parque industrial Lerma	0.60	60
2007	Lerma	Parque Industrial Lerma	0.60	60
2007	Lerma	Santa Cruz Chignahuapan	0.40	1
2009	Lerma	Parque Industrial Lerma	0.60	0
2009	Lerma	Santa Cruz Chignahuapan	0.20	1
2010	Lerma	Parque Industrial Lerma	0.32	40
2010	Lerma	Colonia Tomapa	0.58	2
2010	Lerma	Santa Cruz Chignahuapan	0.48	1
2011	Lerma	Parque Industrial Lerma	0.60	60
2011	Lerma	Santa Cruz Chignahuapan	0.40	1
2013	Lerma	Parque Industrial Lerma	0.40	25
2006	Mexicalzingo	Libramiento Centro	0.50	1
2003	San Felipe del Progreso	Cabecera municipal	1.50	1
2013	San Felipe del Progreso	Cabecera municipal	0.60	3
1998	San Mateo Atenco	Colonia Álvaro Obregón	0.50	30
2003	Santiago Tianguistenco	Cabecera municipal	0.50	4
1998	Toluca	San Jorge	0.40	7
2009	Toluca	Santa Cruz Atzacapotzaltongo	0.60	1
2010	Toluca	Santa Cruz Atzacapotzaltongo	0.60	1
2011	Toluca	Santa Cruz Atzacapotzaltongo	0.60	1

Fuente: Atlas de Inundaciones IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI.

En el municipio de Lerma en el Estado de México, las industrias continuamente son afectadas por las inundaciones, en el año de 1998 las inundaciones que se presentaron los días 23, 24 y 25 de septiembre causaron daños a 143 industrias alcanzando un tirante máximo de 60 centímetros, las industrias más afectadas se localizaban en el Parque Industrial Lerma, en el año 2006 y 2007 causaron daños a

60 industrias con tirantes máximos de 60 centímetros, para el año 2010 las lluvias provocaron daños a 40 industrias con un tirante máximo de 32 centímetros, en el 2011 fueron 60 las industrias afectadas con un tirante máximo de 60 centímetros y para el 2013 fueron 25 las industrias afectadas con un tirante máximo de 40 centímetros (Tabla 1.5). La zona industrial más afectada del año 1998 al 2013 en el municipio de Lerma es el Parque Industrial Lerma.

Tabla 1.7

## Zonas Industriales Afectadas en el Municipio de Lerma 1998-2013

Año	Lerma	Tirante (cm)	Industrias Afectadas
1998	Parque Industrial Lerma	0.50	108
1998	Parque Industrial Lerma	0.60	35
2003	Parque Industrial Lerma	0.50	0
	Santa Cruz		
2006	Chignahuapan	0.40	1
2006	Parque industrial Lerma	0.60	60
2007	Parque Industrial Lerma	0.60	60
	Santa Cruz		
2007	Chignahuapan	0.40	1
2009	Parque Industrial Lerma	0.60	0
	Santa Cruz		
2009	Chignahuapan	0.20	1
2010	Parque Industrial Lerma	0.32	40
2010	Colonia Tomapa	0.58	2
	Santa Cruz		
2010	Chignahuapan	0.48	1
2011	Parque Industrial Lerma	0.60	60
	Santa Cruz		
2011	Chignahuapan	0.40	1
2013	Parque Industrial Lerma	0.40	25

Fuente: Atlas de Inundaciones IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI



## Capítulo 2

### Capítulo 2

#### 2.1 Zona de Estudio

El sistema Lerma-Chapala-Santiago es una de las cuencas hidrográficas más importantes y más estudiadas de México, además de ser una de las más contaminadas. Ocupa amplias porciones del estado de México, norte de Michoacán, sureste de Querétaro, sur de Guanajuato, este, centro y norte de Jalisco, todo Aguascalientes, sur de Zacatecas, sureste de Durango y noroeste y centro de Nayarit, (Atlas Ecológico de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma, 2002).

La Cuenca Alta del Río Lerma, comprende una superficie de 5,354 km<sup>2</sup>, la cual se ubica en el Estado de México y se compone por 32 municipios, de los cuales 14 cuentan con Plan de Centro de Población, que ordena y regula el crecimiento

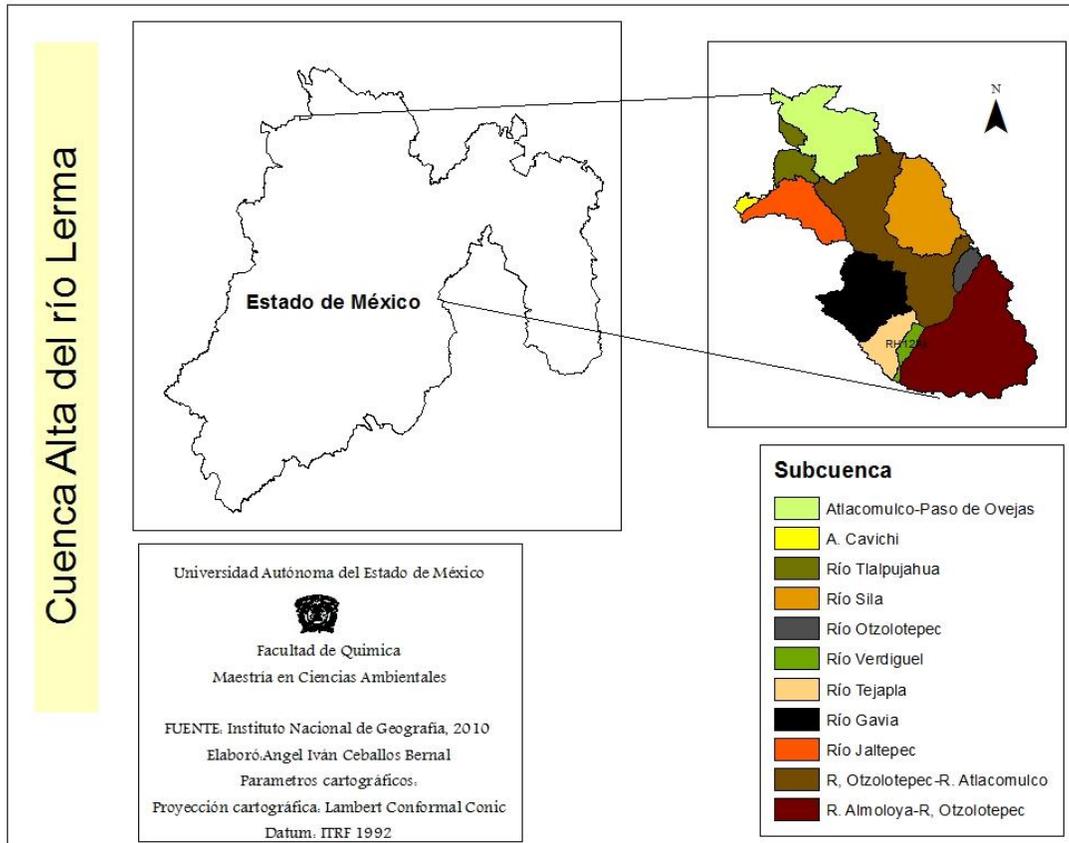
urbano, estos municipios son Almoloya de Juárez, Atlacomulco, Capulhuac, Ixtlahuaca, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Tenango del Valle, Tianguistenco, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec, (Atlas Ecológico de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma, 2002).

Tabla 2.1  
Municipios que conforman la Cuenca Alta del Río Lerma

Municipio		
Acambay	Joquicingo	San Mateo Atenco
Almoloya de Juárez	Lerma	Rayón
Almoloya del Río	Metepec	Temascalcingo
Atlacomulco	Mexicaltzingo	Temoaya
Calimaya	Morelos	Tenango del Valle
Capulhuac	Ocoyoacac	Texcalyacac
Chapultepec	El oro	Tianguistenco
Ixtapaluca	Otzolotepec	Toluca
Jiquipilco	San Antonio la Isla	Xonacatlán
Jocotitlán	San Felipe del progreso	Zinacantepec

Fuente: Censo económico 2009

Mapa 2.1  
Localización de la Cuenca Alta del Río Lerma



Por su gran extensión, la Cuenca fue dividida en 20 Subcuencas, tomando en cuenta los principales escurrimientos superficiales y cuerpos de agua.

Tabla 2.2. Subcuencas de la Cuenca Alta del Río Lerma

Subcuencas de la Cuenca Alta del Río Lerma	
Subcuenca 1	Laguna de Almoloya del Río
Subcuenca 2	Arroyo Muerto y Xalatlaco
Subcuenca 3	(Arroyo Salazar).
Subcuenca 4	(Arroyo Seco y San Mateo).
Subcuenca 5	corrientes Río San Lorenzo y arroyo el Jilguero
Subcuenca 6	(Corriente Río Zolotepec).
Subcuenca 7	(Corriente Río Mayorazgo).
Subcuenca 8	Arroyo Zarco
Subcuenca 9	Arroyo Temoaya
Subcuenca 11	Arroyo Sila y San Bartolo
Subcuenca 10	Presa José Antonio Alzate
Subcuenca 12	Arroyo San Pedro del Rosal

Subcuenca 13	Arroyo Tierra Blanca
Subcuenca 14	Arroyo el Salto
Subcuenca 15	Arroyos la Jordana y Santiago
Subcuenca 16	Presa Tepeltitlán y Arroyo Jaltepec
Subcuenca 17	Arroyo San Cayetano
Subcuenca 18	Arroyo Tejalpa
Subcuenca 19	Corriente Río Verdiguél
Subcuenca 20	Presa Ignacio Ramírez

Fuente: Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma, Tomo VII, Urbano, 2002

## 2.2 Topografía

De acuerdo con el Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma, Tomo VII, ( 2002), La cuenca se localiza en la porción oeste del Estado de México que rodea al Distrito Federal entre los 19° 05' y 20° 05' de latitud norte y los 99° 25' y 100° 15' de longitud oeste. Presenta una forma alargada irregular con orientación noroeste-sureste con una longitud de 177 kilómetros; la limitan las cuencas de los ríos Pánuco, Balsas y la cuenca del Valle de México, que junto con el Lerma drenan el agua del Estado de México.

La Cuenca Alta del Río Lerma se desarrolla desde el centro del territorio nacional en el Estado de México. Al este, la sierra de las Cruces, que limita con la Cuenca de México; tiene una forma alargada de aproximadamente 50 km de longitud y una anchura dentro de la cuenca de aproximadamente 10 km, presenta un drenaje que varía de paralelo a subparalelo asociado a las fracturas que existen en la sierra. Las principales elevaciones son los cerros Catedral, con 3710 msnm; la Campana, con 3410 msnm, y El Muñeco, con 3860 msnm, encontrándose una gran cantidad de conos volcánicos en esta sierra.

Al noreste, la sierra de Monte Alto marca los límites con la cuenca del río Pánuco. Esta sierra tiene el mismo origen que la sierra de Las Cruces, siendo evidencia de este origen común la composición litológica y la similitud morfológica, ya que ambas están afectadas por fallamientos transversales que modifican la dirección de los

arroyos La Planta, La Cuesta y San Juan de una dirección noreste-suroeste a una esteoeste en los límites de los municipios de Jiquipilco y Temoaya. Las principales elevaciones son Las Palomas con 3700 msnm y Yaden con 3000 msnm con drenaje que varía de radial a subparalelo.

Al norte y noreste, el límite es la sierra de San Andrés, donde es notable el alineamiento que presenta desde la cercanía de Acambay hasta los límites con el estado de Querétaro, lo que evidencia la existencia de una falla geológica de tipo normal en la que el piso del valle se desplazó hacia abajo hasta 500 m en algunos puntos. Las principales elevaciones son Las Palomas (3310 msnm), El Poleo (3200 msnm), El Gato (3200 msnm) y Peña Ñado (3220 msnm). En la parte oeste de la cuenca se encuentran las sierras de Tlalpujahuá, Carimangancho y Santa Ana Nichi. A pesar de que la sierra de Tlalpujahuá drena en su totalidad hacia la cuenca del río Lerma, una parte del lado oeste drena hacia el estado de Michoacán, al igual que las sierras de Carimangancho y Santa Ana Nichi que a su vez drenan hacia la cuenca del Balsas. Las principales elevaciones son los cerros La Guadalupana, 3370 msnm y El Cedral, 3220 msnm, que presentan un drenaje dendrítico con alineamientos asociados a fracturas y fallas geológicas. Una serie de lomeríos suaves marca los límites de la cuenca entre la sierra de Santa Ana Nichi y la sierra del Nevado de Toluca.

Al suroeste, el límite es el Nevado de Toluca, con 4680 msnm que es la principal altura de la cuenca y la cuarta del país. Otras alturas notables son el volcán San Antonio (3600 msnm) y el volcán La Calera (3740 msnm), que presentan drenaje radial típico de los conos volcánicos.

Por último, cierran la cuenca los derrames basálticos que se extienden desde los poblados de Tenango de Arista y Texcalyacac hacia el sur, hasta fuera de la cuenca, siendo el cerro Tenango, con 3070 msnm, la principal altura. Esta área presenta un drenaje muy escaso que nos indica una gran permeabilidad de las rocas que la constituyen.

### **2.3 Hidrografía**

La hidrografía del Estado de México está constituida por afluentes de dos Cuencas principales, que son las de los Ríos Balsas, Pánuco y Lerma, (Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma, 2002).

La Cuenca del Río Lerma se origina dentro del territorio estatal con el Río Lerma, en el municipio de Almoloya del Río, siguiendo un curso predominante al Noroeste, para continuar su recorrido en los estados de Michoacán, Querétaro, Guanajuato, Jalisco y Nayarit, para desembocar en el Océano Pacífico cerca del Puerto de San Blas. El uso del recurso hidráulico en esta Cuenca se realiza a través de dos elementos: embalses y aguas superficiales.

*Los embalses* son las obras construidas para almacenar el agua proveniente de la precipitación pluvial y de las corrientes superficiales. Estos embalses contienen 13% del total de agua almacenada y se utilizan para irrigación y como instrumento para el control de avenidas.

Con respecto a las *aguas superficiales*, el Río Lerma, el Lago de Chapala y el Río Santiago constituyen uno de los sistemas hidrológicos más importantes del país.

Si se considera el recorrido total del río desde sus orígenes en la Laguna de Almoloya del Río, hasta la desembocadura del Santiago en el Océano Pacífico (sin incluir el paso de las aguas a través del Lago de Chapala), su longitud resulta aproximadamente de 1,180 km., de los cuales el 60% corresponde a Lerma y el 40% restante al Santiago. Por lo que se refiere al área drenada, la Cuenca total del sistema es de 130,000 km<sup>2</sup>., de los cuales el 40% corresponden a los tributarios del Río Santiago.

#### **2.4 Principales ríos, presas, lagunas y arroyos de la Cuenca Alta del Río Lerma**

En la Cuenca existen Ríos, lagunas, presas y bordos que son importantes para las actividades agrícolas de la región; sin embargo, la mayoría de ellas se encuentran contaminadas, ya que son utilizadas como receptores de aguas negras, perdiendo la función de mantener el equilibrio de la humedad entre la atmósfera y el suelo, (Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma, 2002).

Esta situación ha provocado la contaminación de los cuerpos de agua superficial.

Existen además flujos subterráneos, uno proviene del Nevado de Toluca, dirigiéndose en un sentido norte para salir en Ixtlahuaca, otro tiene su origen en la Sierra de las Cruces, tomando rumbo al oeste para desembocar al Pie de la Sierra en la zona de las Antiguas Lagunas de Lerma-Almoloya.

Las principales zonas de recarga de agua subterránea se originan por las aportaciones provenientes de las elevaciones circundantes del Nevado de Toluca, Sierras de Monte Alto, Las Cruces, Sierra la Venta, Sierra de Tenango, Cerro de Jocotitlán y Cerro de Santa Cruz Tepexpan.

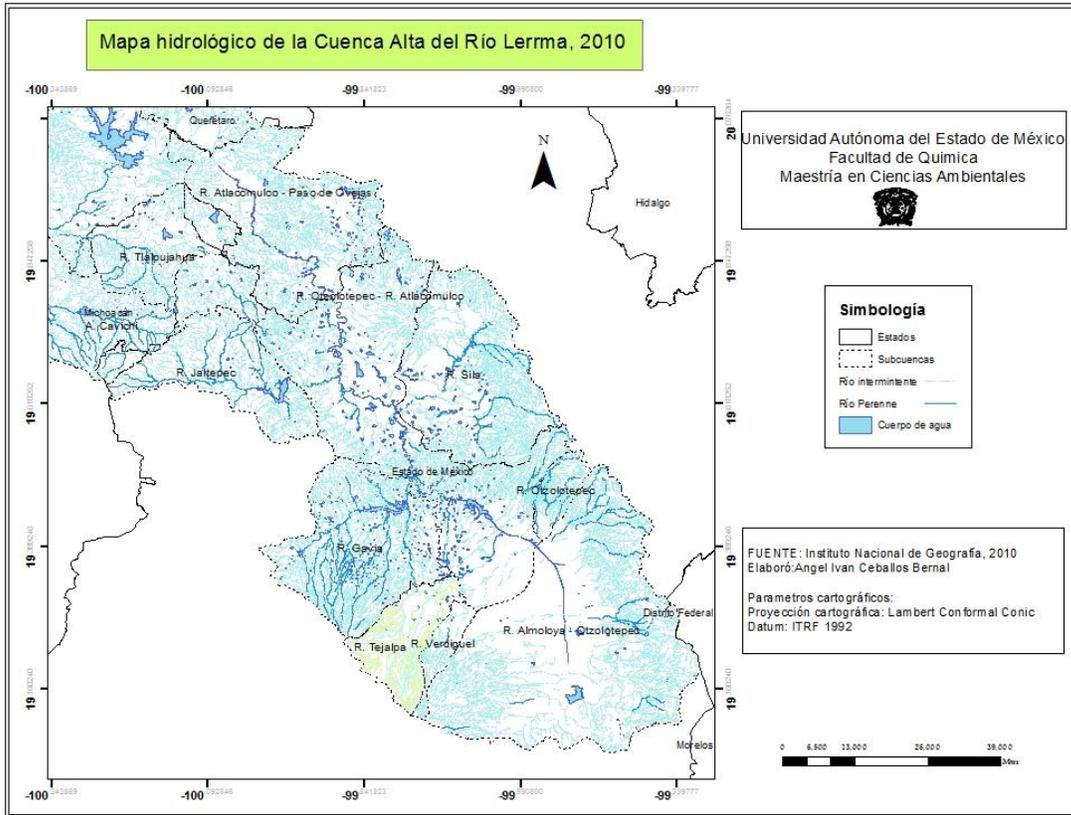


Tabla 2.3. Principales ríos, presas, lagunas y arroyos de la Cuenca Alta del Río Lerma

**Principales ríos, presas, lagunas y arroyos de la Cuenca Alta del Río Lerma**  
**arroyos de la Cuenca Alta del Río**

**Acambay**

- Arroyo los Terreros.
- Arroyo Tepozán

**Almoloya de Juárez**

- Arroyo Guajolota
- Arroyo San Pedro
- Arroyo El Salitre
- Arroyo Las Cebollas (Santa Catarina Tabernillas)
- Arroyo Loma Blanca (Cieneguillas)
- Arroyo San José
- Arroyo La Pila
- Arroyo los Capullos

**Ocoyoacac**

- Arroyo Paso de Tejamaniles
- Arroyo Dos Conejos
- Arroyo El Muerto (San Pedro Atlapulco)
- Arroyo Texcalpa (Ocoyoacac)
- Arroyo Agua Apestosa (Ocoyoacac, San Jerónimo Acazulco)
- Arroyo Salazar
- Arroyo Seco

**El Oro**

- Arroyo Tepaxco (San Nicolás Tultenango)
- Arroyo Tibati
- Arroyo El Salto (Pueblo Nuevo)

Laguna Dolores

Lagunas Sansón

Arroyo San Agustín

Arroyo San Cristóbal

Presa Ignacio Ramírez

Río Almoloya (Almoloya de Juárez, "La Cabecera", San Pedro la concepción)

### **Almoloya del Río**

- Laguna Almoloya (Almoloya del Río).

### **Atlacomulco**

Arroyo Tierra Blanca

Arroyo los Corrales

Arroyo Mabati

Arroyo El Salto

Presa Tic Tic

Presa Trinidad Fabela

Arroyo Pueblo Nuevo (Pueblo Nuevo, Santiago Acutzilapan)

### **Calimaya**

Arroyo Ojo de Agua

### **Capulhuac**

Arroyo San Juan

### **Ixtlahuaca**

Arroyo Almoloya

Arroyo El Salto

Bordo San Pedro

Bordo Largo

Bordo Tecomate

Bordo San José

Bordo La Caja

Bordo los Arboles

Bordo San Miguel

Bordo Banyo

Bordo El Tule (Emiliano Zapata)

Bordo La Estación

Bordo El Toril

Bordo Nuevo

Laguna Los Baños (La Concepción)

Los Baños (San Pedro de los Baños)

### **Otzolotepec**

Arroyo Solanos (Villa Cuauhtémoc, La Loma)

Arroyo Zarco (La Concepción de Hidalgo, San Mateo Capulhuac)

Arroyo Bernal (Santa Ana Jilotzingo)

Arroyo Valdés

Río Mayorazgo (Mayorazgo)

### **San Antonio La Isla**

Sin corrientes

### **San Bartolo Morelos**

Arroyo Chaparrales (San Bartolo M., Barrio Cuarto, San Gregorio Macapexco)

Arroyo Las Cenizas

Arroyo Pozo Hondo

Arroyo Las Carretas

### **San Felipe del Progreso**

Arroyo La Catera (San Miguel La Labor)

Arroyo Nimani

Arroyo San Felipe (San Felipe del Progreso, San Juan Xalpa)

Arroyo Hondo

Arroyo Hoyos

Arroyo Nishefé

Presa Tepetitlán

Río Jaltepec (Emilio Portes Gil, San Lucas Ocoteppec, San Agustín Metepec, San Pedro el Alto)

### **San Mateo Atenco**

Río Lerma

### **San Miguel Chapultepec**

Río Lerma

### **Santa Cruz Atizapán**

Río Lerma

### **Santa María Rayón**

Arroyo Sanabria (Santa María Rayón)

### **Temascalcingo**

Bordo San Fernando

Presa San Pedro (San Pedro El Alto)

Presa Juanacatlán

Río Lerma

### **Temoaya**

Presa San Juan (San Juan de las Manzanillas)

Río Lerma (Ixtlahuaca)

Río Sila

#### **Xalatlaco**

Arroyo Agua de Pájaros

#### **Jiquipilco**

Arroyo La Planta

Arroyo Grande

Arroyo San Bartolo

Arroyo El Toro

Arroyo San Lucas

Bordo Maraje

Laguna Boximo

#### **Jocotitlán**

Arroyo los Tecolotes

Arroyo Chichi

Arroyo La Víbora

Arroyo Vezada

Arroyo Santiago

Bordo Zacualpan

Bordo El Toril (Mavoro)

Bordo Santa Elena (Los Reyes)

Laguna San Pedro

Presa Pasteje

Río Lerma

#### **Joquicingo**

Arroyo Tepexcantitla

#### **Lerma**

Arroyo El Jilguero (San Mateo Atarasquillo)

Arroyo San Lorenzo (San Francisco Xochicuautla)

Arroyo Seco

Arroyo San Mateo

Arroyo Dando

Arroyo Flor de Gallo

Río Salto del Agua

Río Lerma

#### **Metepc**

Arroyo La Cueva

Arroyo El Toro

Arroyo San Lucas

Arroyo El Temporal o Nopales

Arroyo Cordero (San Diego Alcalá)

Arroyo Temoaya (Temoaya, Molino de Abajo)

Arroyo El Gallo

Arroyo San Lorenzo (San Lorenzo Oyamel)

Presa Antonio Alzate (Taborda)

Río Lerma

#### **Tenango del Valle**

Arroyo El Zaguán

Arroyo La Cienega

Arroyo La Cieneguita

#### **Texcalyacac**

Sin corrientes

#### **Tianguistenco**

Arroyo El Muerto

Arroyo Huayatlaco (San Bartolo del Progreso)

#### **Toluca**

Arroyo Cano (Toluca, Cacalomacán)

Arroyo El Arenal (San Juan Tilapa, Santiago Tlacotepec)

Arroyo Zacango

Arroyo Las Conejeras

Río Tejalpa

Río Verdiguél (Toluca)

#### **Xonacatlán**

Arroyo Zolotepec (Barrio de Guadalupe, La Corona, San Pedro, Santa María Zolotepec, Santiago Tejocotillos)

Arroyo Dos Ríos

Río Mayorazgo (Xonacatlán)

Ríosanta Catarina (Xonacatlán, Dolores, Emiliano Zapata)

#### **Zinacantepec**

Arroyo La Fábrica

Arroyo La Hortaliza

Arroyo La Garrapata

Arroyo Buenavista

Arroyo La Ciervita (San Antonio Acahualco)

Arroyo Agua Bendita (Alvaro Obregón, San  
Bartolomé Tlatelulco, San Miguel  
Totocuitlapilco

Arroyo Paso de Vázquez  
Río Tejalpa (Zinacantepec, San Juan de las  
Huertas)

### **Mexicaltzingo**

Arroyo Ojo de Agua (Mexicaltzingo)

---

Fuente: Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma, Tomo VII, Urbano, 2002

## **2.5. Clima**

De acuerdo con el Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma, Tomo VII, (2002), la Cuenca del Río Lerma ubicada en el Estado de México, ofrece condiciones de clima templado, a excepción de una región muy pequeña que corresponde a la zona del Nevado de Toluca, en las partes altas, donde se presenta un clima frío de altura con condiciones muy bajas de temperatura.

Las características de los climas existentes en la región según la clasificación climática Köeppen modificada por Enriqueta García son las siguientes:

C(w2) (w), se define como un clima templado subhúmedo con lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal inferior a cinco. Este tipo de clima ocupa más del 90% de la extensión de la cuenca.

La precipitación total anual supera ligeramente los 800 mm de lluvia y la temperatura media anual se encuentra en el rango de 12 a 16 °C, la máxima incidencia de lluvias se presenta en el mes de julio con valores que oscilan entre 150 y 160 mm; el mes más cálido es mayo, con una temperatura entre 14 y 15° C y el más frío es en el mes de enero, entre 11 y 12° C; debido a esta oscilación entre el mes más cálido y el mes más frío se considera un clima isotérmico, es decir sin gran variación en cuanto a temperatura.

C(w1) (w), este grupo de literales caracteriza al clima templado subhúmedo; a diferencia del anterior, éste es más seco ya que tiene una humedad media dentro de la categoría de subhúmedo, presenta lluvias de verano donde el porcentaje

invernal es también menor a 5, su humedad media está definida por los 700 a 800 mm de lluvia anuales y su temperatura promedio anual es de 12 a 14° C.

C(E)(ww2), este clima está definido como semifrío subhúmedo (el más húmedo de esta categoría) con lluvias de verano; se encuentra distribuido en las partes altas de la Cuenca como lo es el Nevado de Toluca, las Sierra de las Cruces, Monte Alto y el Cerro de Jocotitlán. Presenta una precipitación total anual superior a 800 mm., de los cuales aproximadamente 210 caen durante el mes más lluvioso que es julio, mientras que en el mes de febrero considerado el más seco, la precipitación es regularmente inferior a 10 mm; con respecto a la temperatura media anual ésta oscila entre los 4 y 12° C, de ahí su denominación de clima semifrío. Se relaciona con vegetación de matorral así como de bosque en su variedad de pino, encino y mixto

C(E)(m)(w), es un clima semifrío, además de pertenecer a la categoría de los húmedos, tiene un régimen de lluvias de verano, que a diferencia del anterior supera los 1,000 mm. de precipitación total anual, por esta razón es más húmedo, se localiza en una pequeña porción de la Sierra de las Cruces, asociado con comunidades vegetales del tipo de bosque y praderas de alta montaña.

E(T)H, esta variedad de clima se hace presente en la Cuenca con una cobertura mínima y concentrada en la parte alta del Nevado de Toluca, se define como un clima frío de altura y marcado invierno, donde la temperatura media anual se encuentra entre -2 y 5° C; la mayor parte de la precipitación se presenta en forma de heladas frecuentes, (Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma, Tomo VII, 2002).

Es indudable que el volumen de lluvias es muy importante para determinar las condiciones climáticas de una zona, sin embargo, es de gran utilidad conocer también su intensidad, es decir la cantidad máxima de precipitación durante 24 horas en un mismo lugar; para el caso de la Cuenca las lluvias más abundantes corresponden a las zonas montañosas donde la lluvia de un día puede llegar a los

120 mm, esto significa 10% de la lluvia anual, en el resto del valle este valor oscila entre 60 y 80 mm.

## **2.6. Zonas de Riesgo.**

Estas zonas se caracterizan por estar conformadas por suelos no aptos para el desarrollo urbano, principalmente por las capas superficiales que los integran (arcilla); generalmente compuestos por lechos de antiguos lagos y presentan restricciones severas para uso urbano, ya que son colapsables y altamente permeables, lo cual aumenta las posibilidades de inundación, (Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma, Tomo VII, 2002).

Dentro de estas zonas se encuentran algunas áreas de los municipios de Rayón, San Antonio la Isla, Texcalyacac, Almoloya del Río, Atizapán, San Mateo Atenco y Ocoyoacac. Por lo que se hace necesario precisar los límites de estos suelos y evitar que se desarrollen los asentamientos humanos; de ahí la importancia de contar con planes de centros de población para cada municipio donde se restrinja el crecimiento urbano, (Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma, Tomo VII, 2002).

## **2.7 Población a Nivel Regional**

La región de la Cuenca del Río Lerma cuenta con una población actual de 2,368,658 habitantes que representan el 18% de la población del estado. En los últimos 35 años su crecimiento ha respondido a diversos factores como el acelerado proceso de industrialización debido a la cercanía con la Ciudad de México (mercado más grande del país) y por la baja rentabilidad de las actividades agrícolas, lo que ha propiciado la emigración campo –ciudad, (Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma, Tomo VII, 2002).

Esto ocasionó el crecimiento de grandes y medianas ciudades en donde se concentran las principales actividades económicas, políticas y sociales de la región, teniendo como principal concentración urbana la ciudad de Toluca y su Zona Metropolitana (integrada por los municipios de Metepec, Lerma, Ocoyoacac, San

Mateo Atenco, Zinacantepec y Xonacatlán), misma que cuenta con una población de 1'211,235 habitantes; que representa el 51% de la población de la Cuenca ubicada en una superficie de 10,263.40 has. Otra concentración urbana la forma la microregión de Tianguistenco ubicada al sur del Zona Metropolitana del Valle de Toluca, compuesta por los municipios de: Santiago Tianguistenco, Capulhuac y Xalatlaco, con una población de 108,851 habitantes, que representa el 4.47% en una superficie de 826 .90 has.

## **2.8 La industrialización de la Cuenca Alta del Río Lerma**

De acuerdo con el Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma, Tomo V, (2000), el panorama general sobre la especialización industrial de la *Cuenca Alta del Río Lerma* se manifiesta desde los inicios del siglo pasado. Sin embargo, dada la diversificación y complejidad que actualmente ha adquirido la economía regional a partir del desenvolvimiento del modelo de desarrollo industrial, se presentan diferentes interacciones que se caracterizan por una serie de fenómenos y procesos específicos; entre ellos la relevancia económica y social de la cuenca.

La región de la cual forma parte la cuenca se compone por treinta y dos municipios, cuyo territorio representa el 26.23% del total del Estado de México

Con la finalidad de ordenar el conjunto de municipios al interior de la región y establecer su relación con el espacio físico de la cuenca se encuentra subdividida al territorio en curso alto, curso medio y curso bajo. El primero se conforma por veintidós municipios, los que concentran el 37.8% de la superficie total; el segundo comprende siete municipios, con el 45.5% de la superficie y el tercero contiene sólo tres municipios, con el 16.6% del territorio. Como se aprecia el curso medio tiene la mayor superficie territorial distribuida en un menor número de municipios con respecto al curso alto.

Para 1825, se reporta una fábrica de cerillos en Toluca, propiedad de Crispín Morales. Otra industria de producción artesanal era la de cera, donde se fabricaban velas y veladoras, fundamentalmente. En ella no sólo se utilizaba cera de abeja para

su fabricación, sino también cebo de animales para la elaboración de estos artículos. Otra industria pequeña, pero también pionera en la región, fue la de puros y cigarros, que inició hacia 1873 en los Llanos de Salazar. Finalmente, hacia 1872, se establecieron dos molinos de aceite, uno en Lerma y otro en Toluca.

En 1849 se presentan las primeras fábricas con características incipientes capitalistas en Toluca, que también fabricaban rebozos y frazadas. Sin embargo, será hasta el Porfiriato cuando esta rama industrial se convierta en uno de los puntales de la región del Lerma.

Otro de los productos que han dado fama industrial al Alto Lerma, ha sido la producción de cerveza. Ésta tuvo su origen en esta región hacia 1865, cuando se funda una compañía cervecera en Toluca. La producción industrial de cerveza trajo consigo otras actividades industriales, tales como la producción de vidrio para las botellas, la explotación en forma masiva de la madera (para el empaquetado y para la cerveza de barril) y la penetración del ferrocarril (para su transporte a los grandes centros de consumo).

A principios del siglo XIX, la industria que prevalecía era la industria minera, la cual era afectada por el movimiento de independencia. Hacia 1872, se comienza a elaborar cuerdas, escobetas y otros productos tomando como materia prima la raíz de una planta silvestre llamada raíz de zacatón, que se convertirá más adelante en otro de los pilares de la economía de la Cuenca Alta del Río Lerma: la raíz de zacatón.

Otra industria en la región que tenía sus antecedentes en la Colonia y que perduró durante el siglo XIX fue la harinera. Ésta se llevaba a cabo fundamentalmente en las haciendas cercanas a los grandes centros de población donde podía ser comercializada; aunque, hacia 1864, con el crecimiento de la población urbana, se fundó una compañía harinera en Toluca que comienza de manera más efectiva a vender este producto. Dicha compañía subsiste hasta nuestros días con el nombre de Compañía Harinera de Toluca (Antiguo Molino de la Unión) y, junto con ella, surge otra serie de fábricas menores relacionadas con esta industria, como la de sopas, fundada hacia 1866 también en la ciudad capital del estado.

En el periodo de 1876 al 1911, la política positivista porfiriana favoreció a los grupos de hacendados y políticos con capital para invertir en el desarrollo industrial de la región a través de leyes, concesiones y préstamos que incluían desde exención de impuestos por un determinado número de años, agua y electricidad a precios preferenciales, apoyo en la comercialización y precios económicos o castigados en el transporte además de otras concesiones, además de la mano de obra barata, por lo que un número no despreciable de hombres poderosos se dieron a la tarea de industrializar la región del Lerma: apellidos como Pliego, Pichardo, Medina Garduño, Cortina, Estévez, Henkel y muchos más se encuentran ligados a esta época de desarrollo industrial (Enciclopedia de los municipios y Delegaciones de México, 2010)

Una de las primeras ramas en responder a estos estímulos fue la textil. Se establecieron 9 fábricas en este periodo, comenzando en 1882 con la fábrica de Francisco de P. Pichardo, en Toluca (García, 1998: 65). Sin embargo, una de las más exitosas se estableció, en 1888, en la hacienda de San Pedro en Zinacantepec, propiedad de Manuel Medina Garduño. Otra fábrica textil exitosa fue la conocida como la Industria Nacional, fundada en 1890 y propiedad de Cortina, Pichardo y Compañía, que producía hacia 1908 la cantidad de 80 mil piezas valuadas en 250 mil pesos. No obstante, las fábricas más famosas de industria textil fueron la Fábrica Santa María del Buen Suceso y la Fábrica María, ambas propiedad de los hermanos Alejandro y Francisco Pliego. (Enciclopedia de los municipios y Delegaciones de México, 2010)

Otra de las ramas en que invirtieron los hacendados, fue la de harina. En esta época se establecieron o se mejoraron 11 molinos de trigo, siendo los más importantes el que era propiedad de los Henkel en Toluca hacia 1883. Otros molinos importantes fueron el de la hacienda La Huerta, en Zinacantepec, el molino de la Hacienda San Pedro, propiedad del rico hacendado Manuel Medina Garduño, así como el molino en la hacienda Jajalpa propiedad de Luis G. Pliego.

Una industria que fue pilar de la economía y que también desencadenó la creación directa o indirecta de otras industrias fue la minera. Esta actividad estaba

concentrada en El Oro de Hidalgo, produciendo una riqueza tan grande para esa época que representó para el gobierno de Porfirio Díaz uno de los mayores ingresos económicos durante su gestión.

Las empresas establecidas desde 1886, en su mayoría de capital inglés, norteamericano y posteriormente francés, comenzaron con el nuevo auge de este mineral. Compañías como La Esperanza y Anexas, The British Gold of Mexico Limited, The Oro Mining and Railway Company, The Mexico Mines of El Oro Limited y The Somera Gold Mining Company Limited, entre otras, produjeron tal riqueza que de ser un poblado con 5 mil habitantes en 1899, El Oro llegó a tener a más de 60 mil personas en 1905, trayendo consigo la creación de una ciudad improvisada junto con todas sus necesidades.

El aumento demográfico y los procesos de industrialización y urbanización van de la mano en la región desde el siglo XIX, hecho que estimuló la creación de fábricas e industrias de menor tamaño como la industria de ladrillo de construcción que se ubicaban en Amomolulco, Lerma, también destaca la ladrillera de la Hacienda Nicolás Peralta, propiedad de Ignacio de la Torre y Mier, también ubicada en Lerma. Había 2 industrias más de este tipo que utilizaban como combustible la madera de los lugares circunvecinos, una en Ocoyoacac y otra en Toluca.

Para los años comprendidos entre 1912 y 1930 se establecen tres fábricas de jabón localizadas en Toluca, también se establecen cinco industrias de conservas alimenticias ubicadas en la ciudad de Toluca, así como dos fábricas de aceite ubicadas en la ciudad de Toluca. Durante estos años se encuentra la fábrica de café La Reyna Ideal ubicada en Toluca.

Una parte de la industria en el Lerma coincide también con los inicios de la segunda guerra mundial. Durante ésta el presidente Cárdenas había recomendado a los gobernadores, a través de la Secretaría de Economía, "que dieran a los inversionistas la misma ayuda que ella iba a otorgarles en su esfera, eximiéndoles de todo lo eximible, a fin de lograr una producción mayor especialmente necesitada

por los beligerantes" (Enciclopedia de los municipios y Delegaciones de México, 2010)

La importancia de la industria para el periodo de 1930 se ve reflejada en la ampliación de los beneficios fiscales de la Ley de Protección a la Industria del Estado de México, ampliando en algunos casos los plazos de beneficio hasta por 10, 15 y 20 años de acuerdo a la inversión generada por la industria y la cantidad de trabajadores que empleaba. Por lo que para 1945 se encuentran instaladas mil 515 industrias en la entidad, invirtiendo en total más de 300 millones de pesos (Enciclopedia de los municipios y Delegaciones de México, 2010)

El fomento que se le da a la industria durante la década de los 50, con los gobiernos estatales del Ing. Salvador Sánchez Colín y del Dr. Gustavo Baz Prada, se ve reflejado principalmente en la instalación de industrias en los municipios de Toluca, Naucalpan, Tlalnepantla y Ecatepec principalmente, motivo por el cual parte de la cuenca del Alto Lerma todavía no es considerada como un amplio polo de desarrollo, sino hasta las décadas posteriores.

A principios de 1960, se instalan las primeras industrias en lo que hoy conocemos como "Parque Industrial Lerma", iniciándose un crecimiento acelerado de su población y un notorio progreso con nuevas fuentes de trabajo. (Enciclopedia de los municipios y Delegaciones de México, 2010)

En el período de 1960-1970 el desarrollo industrial empezó a tener un mayor auge en el Estado de México. En estas últimas décadas este crecimiento se observó en los municipios de Toluca-Lerma, (con establecimiento del corredor industrial Toluca –Lerma, Parque industrial Toluca 2000 y Parque industrial San Antonio Buenavista); en el municipio de Atlacomulco (con el corredor industrial Toluca- Atlacomulco), y en menor proporción los municipios de Ocoyoacac, Tenango del Valle, Ixtlahuaca y Jocotitlán (Ciudad Industrial "Alejo Peralta", antes Grupo Industrial Pasteje). (Altas Urbano)

Hacia fines de los sesenta, existían en la región 219 talleres o pequeñas fábricas de ropa y costura, algunas de ellas además producían zapato (67 fábricas). Otra pequeña industria muy significativa, es la de los molinos de nixtamal, encontrándose al final de los sesenta la cantidad de 470, hallándose prácticamente en la totalidad de los municipios del Alto Lerma. Por otro lado, la industria considerada como mediana es muy limitada, contando sólo con cuatro. En San Felipe había una procesadora de zacatón, en Metepec se localizan 2: una de artículos metálicos (Fyyad S.A.) y otra de construcción y, finalmente, una tenería en Lerma.

La presencia de la nueva gran industria comenzó a partir de los años sesenta, cuando se desarrolló también una industria de bienes intermedios y de capital con una alta participación de inversiones foráneas y de empresas trasnacionales.

Existían en total 67 establecimientos considerados como gran industria, siendo el municipio de Lerma el más industrializado a principios de los 70 contando con 33 establecimientos en su territorio, de los cuales siete eran de la rama química.

En Lerma existían seis industrias relacionadas a la producción de adhesivos y similares, así como de hule y plástico. En cuanto a la rama textil y del vestido, habían nueve industrias. La industria alimenticia tenía cinco grandes establecimientos. Respecto al negocio de la construcción, las primeras grandes industrias establecidas fueron Ciudad Industrial y Conjunto Habitacional Lerma. Finalmente con una sola industria estaban Productos Mexicanos Flexa, que fabricaba artículos electrónicos; Ritter de México, que elaboraba artículos metálicos y finalmente estaba Vehículos Automotrices Mexicanos.

La ciudad de Toluca se encontraba como la segunda mayor concentración de la considerada gran industria, encontrándose en su territorio 21 fábricas. Le seguía en número Zinacantepec, con cuatro grandes industrias divididas en las siguientes ramas: Empak Artículos Metálicos, San Pedro Textil, Ladrillera La Huerta y Asbestos Industriales. Ocoyoacac tenía dos grandes industrias: Plastiglas de México y LAC.COM de Pinturas. De la misma forma, Atlacomulco contaba con igual número

de establecimientos de esa categoría: María Vázquez Partida, dueña del gran taller mecánico y Arturo Monroy Robles, dueño del molino de trigo.

Ya para 1976, de acuerdo con el censo industrial de ese año, en el Estado de México existían 10 mil 514 empresas manufactureras que daban ocupación a 273 mil 937 personas y generaban una producción de 36 millones 246 mil 396 pesos, ubicándose en el segundo lugar de importancia dentro de estos tres rubros.

Dentro de las principales acciones durante el periodo del gobernador, Jorge Jiménez Cantú (1975-1981) se presenta la adquisición de los terrenos a bajo precio, con lo que fue posible acelerar la inversión y lograr que empresas como Nissan Mexicana se instalaran dentro de la entidad.

La desconcentración concuerda con la política de parques y jardines industriales, que desarrolla una serie de programas para completar la infraestructura y brindar mayor capacitación de la clase trabajadora. La creación del Centro de Capacitación para el Trabajador Industrial (CECATI) y la aprobación de la Ley que crea un organismo público descentralizado para la prevención y control de la contaminación del agua en la zona de Toluca, Lerma y corredor industrial son dos logros fundamentales de este periodo.

En 1985 se asentaron 113 nuevas industrias constituyendo un total de 10 mil 242; así mismo se pusieron en marcha 64 empresas.

La llegada de los parques industriales a la zona responde también a una política de aglomeración o conjunto industrial en el que es importante no dispersar a la industria, debido al crecimiento acelerado de las ciudades y la necesidad de establecer áreas dedicadas a diversas acciones, con variados fines (tal es el caso de las áreas residenciales, comerciales y deportivas) y destinadas exclusivamente para los objetivos de la industria.

En la República Mexicana se localizan 5 millones 144 mil 56 empresas, que emplean a 27 millones 727 mil 406 personas de acuerdo con el Censo Económico 2009 y el 92.5 por ciento (4.8 millones) corresponde a la micro empresa, el 4.3 por ciento (221

mil 194) pequeñas empresas, el 0.3 por ciento (15 mil 432) medianas y 21 0.2 por ciento (10 mil 288) a grandes empresas.

En del Estado de México de acuerdo con el Censo Económico 2009, en el sector manufacturero se encuentran registradas 48,357 industrias, de las cuales 12,969 industrias se encuentran en los municipios que conforman la Cuenca Alta del Río Lerma, siendo el municipio de Toluca quien cuenta con más industrias con un total de 3,083, seguido por el municipio de San Mateo Atenco con un total del 1,715 Industrias, Ixtapaluca con 1,090 industrias, Metepec con 900 industrias y Lerma con 677 industrias de las cuales, en el Parque Industrial Lerma se encuentran 223 Industrias.

Tabla 2.4.  
Industrias ubicadas en los municipios que conforman la Cuenca Alta del Río Lerma

Municipio	Industrias manufactureras
Acambay	269
Almoloya de Juárez	182
Almoloya del río	449
Atlacomulco	343
Calimaya	250
Capulhuac	191
Chapultepec	24
Ixtapaluca	1,090
Jiquipilco	57
Jocotitlán	151
Joquicingo	60
Lerma	677
Metepec	900
Mexicaltzingo	64
Morelos	90
Ocoyoacac	326
El oro	66
Otzolotepec	347
San Antonio la Isla	157
San Felipe del Progreso	137
San Mateo Atenco	1,715
Rayón	77

Temascalcingo	522
Temoaya	186
Tenango del Valle	429
Texcalyacac	36
Tianguistenco	472
Toluca	3,083
Xonacatlán	188
Zinacantepec	431
<b>Total</b>	<b>12,969</b>

Fuente: Censo económico 2009

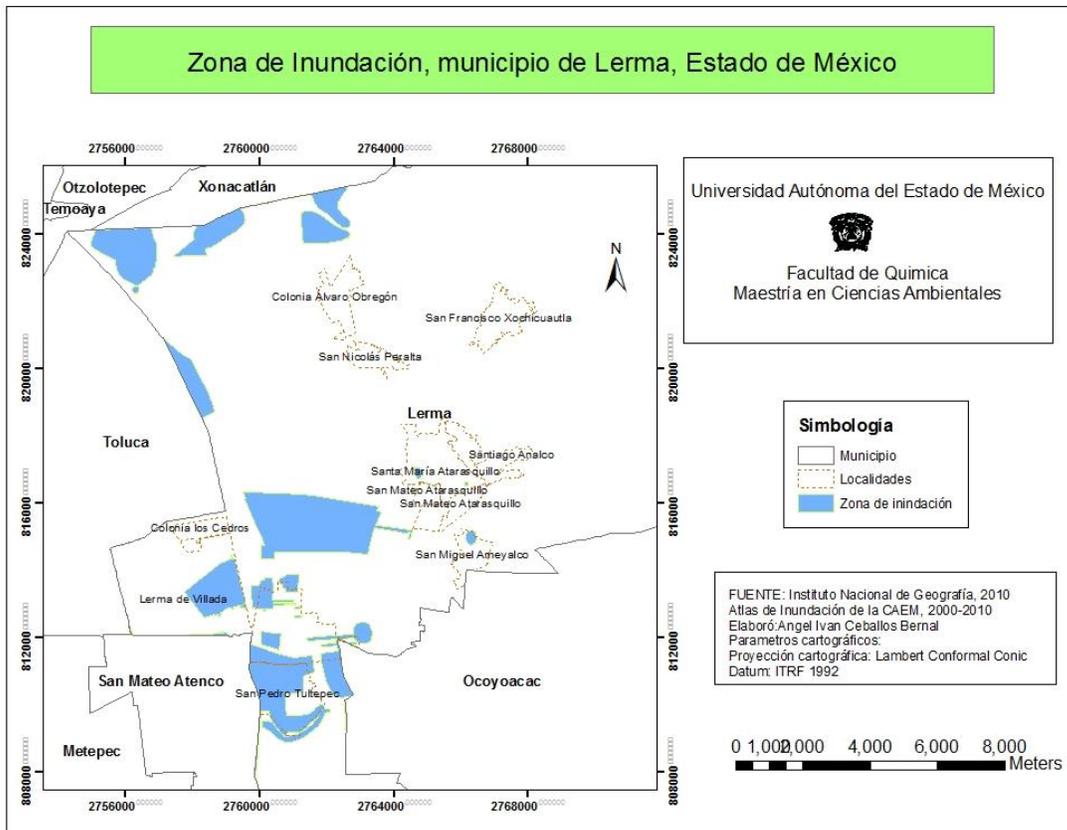
De acuerdo con el censo económico 2009, el parque Industrial Lerma se encuentra en el municipio de Lerma, Estado de México, en el parque se localizan 223 Industrias de las cuales están clasificadas en micro, pequeña, mediana y grande empresa de la siguiente forma:

Tabla 2.5  
Clasificación de las industrias en el Parque Industrial Lerma

Industria	Núm. Industrias	%
Micro	16	22%
Pequeña	23	32%
Mediana	21	29%
Grande	12	17%
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>100%</b>

Fuente: Censo económico 2009

Mapa 2.3  
Zona de inundación en el municipio de Lerma, Estado de México



## 2.9 Inundaciones en la cuenca Lerma-Chapala

Las mayores inundaciones que ha sufrido la cuenca están ligadas a la llegada de huracanes originados tanto en el océano Atlántico como en el Pacífico, algunas de las inundaciones más importantes se produjeron entre 1926 y 1958. A continuación se muestra una breve descripción aunque a la fecha siguen ocurriendo desde 1967 (Aparicio, 2001).

- *Inundaciones en 1967.* Se dieron en el Curso Alto del río Lerma y supusieron grandes desfogues de las presas Solís y Tepuxtepex.
- *Inundaciones en 1971.* Se sufrieron graves daños en el Distrito de Riego No. 11, el cual se localiza aguas debajo de la presa Solís. Esta inundación se

produjo por las descargas desde las presas Tuxtepec, Solís e Ignacio Allende.

- *Inundaciones en 1973.* La presa Ignacio Allende liberó 400 m<sup>3</sup>/s, causando la inundación de Celaya, a lo cual se sumaron las descargas del río Querétaro. La presa Conejo falló y causó graves daños en la ciudad de Irapuato. También sufrieron graves pérdidas las zonas agrícolas de la región. En la estación de aforo de Yurécuaro se observó un caudal de 1,100 m<sup>3</sup>/s y de 1,500 m<sup>3</sup>/s, en la estación de la Barca.
- *Inundaciones en 1976.* Fueron provocadas por una onda tropical que permaneció 15 días sobre importante área de la cuenca, provocando una precipitación acumulada que osciló entre 4,000 y 7,000 mm, lo cual produjo inundaciones en las cuencas de los ríos Turbio, Querétaro, Lerma y Duero. Los huracanes Liza y Madeleine también afectaron a la cuenca. Como consecuencia, varios cuerpos de agua superficial se desbordaron y el lago de Chapala incrementó su volumen almacenado, lo cual dio lugar a caudales de descarga de 268.5 m<sup>3</sup>/s en el río Santiago, que a su vez produjo también inundaciones.
- *Inundaciones en 1987.* Intensas precipitaciones se presentaron en áreas urbanas del Estado de México, (Toluca), y de Guanajuato (León, Salamanca y Silao).
- *Inundaciones 1998.* Se produjeron sobre todo en el valle de Toluca, También hubo daños en áreas agrícolas del estado de Guanajuato y en las áreas urbanas y conurbadas de San Miguel de Allende, León y Comonfort.

En el informe de Conagua (2005) se señala que los principales problemas de inundaciones se presentan en el curso medio del río Lerma. Estas inundaciones suelen ser de tipo local, debido a la falta de capacidad del cauce principal para conducir los escurrimientos propios y de sus afluentes, situación que provoca escurrimientos, además de que la capacidad de excedencia de las obras es mayor a la capacidad de los cauces. El área de inundaciones se presenta en las ciudades de Querétaro, Celaya, Salvatierra, León, Irapuato y Silao; y en zonas próximas a la

confluencia de los ríos La Laja con el Lerma, Querétaro, y el Turbio a la altura de Manuel Dobaldo, Guanajuato.

## **2.10 Obras hidráulicas urbanas en el parque industrial**

Los parques industriales ubicados en el municipio de Lerma muestran un grave problema al no tener un drenaje destinado únicamente para la lluvia o drenaje pluvial, por lo que la lluvia, las aguas residuales y las aguas industriales son captadas por una única red de drenaje que se conduce primero a RECICLAGUA, para después ser conducida al río Lerma.

En un trabajo conjunto entre el H. Ayuntamiento de Lerma e industrias o parques industriales como el Conjunto Industrial Ex Hacienda Doña Rosa, Conjunto Industrial O'Donnell, Unilever de México, UNISA Mexicana, PROLOGIS México y CIATEQ, actualmente cuentan con drenaje pluvial dentro de sus industrias y son conducidas a una planta de bombeo de aguas pluviales operado por OPDAPAS de Lerma.

Actualmente el Organismo Público Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OPDAPAS) realiza un proyecto de red de drenaje pluvial para la zona del Parque Industrial Lerma, aunque por ahora solo comprende el tramo del Circuito Industrial Sur, Avenida del Parque y Avenida San Rafael, un total de 3 vialidades de las 17 que comprenden el parque Industrial Lerma, por lo que el proyecto está inconcluso.

Foto 1 y 2. Drenaje Pluvial, coladera transversal



Fuente: Recorridos de campo

Las vialidades o calles que no cuentan con un drenaje pluvial, dirigen estas aguas a la red de drenaje sanitario que es dirigido a la planta tratadora de agua RECICLAGUA, la cual recibe aguas tanto industriales como residuales.

Actualmente la red de drenaje se encuentra en mal estado, la falta de limpieza y mantenimiento han ocasionado que las coladeras o rejillas estén bloqueadas con basura y tierra, o las coladeras se encuentran localizadas sobre la banqueta, es decir a una altura de 20 cm sobre el nivel de calle, en algunas vialidades no existen coladeras para la captación de la lluvia por lo que provoca con frecuencia problemas de inundaciones o encharcamientos.

Foto 6. Drenaje pluvial y sanitario



Fuente: Recorridos de campo

Como otra medida de desalojo de aguas pluviales para evitar inundaciones y encharcamientos, están la implementación de cunetas, pero esta infraestructura solo se ve presente en una calle y se encuentra en mal estado debido a que la calle no está completamente pavimentada o está en mal estado, a demás por las lluvias pasadas, la cuneta se encuentra con sedimentos lo que impide que estas funcionen de forma adecuada.

Foto 16. Cuneta



Fuente: Recorridos de campo

Una medida que han tomado algunas empresas para protegerse de las inundaciones es elevar sus cimientos hasta en 30 cm, de esta forma evitar que el stock, maquinaria, equipo de oficina, etc, se dañe o se pierda, aunque de acuerdo con OPDAPAS, esta altura es insuficiente ya que se han presentado inundaciones superiores a 1 metro de lámina. Por otro lado, el agua de lluvia que captan las empresas son dirigidas directo a la calle

Foto 20. Conducto de agua de lluvia



Fuente: OPDAPAS de Lerma

## Capítulo 3

## Capítulo 3

### 3.1 Marco Metodológico

El modelo empleado en esta investigación en su primera parte es un modelo hipotético deductivo que permitirá analizar el caso de estudio y en la segunda parte se utiliza un modelo determinístico que permitirá la elaboración de las curvas de daños por inundación en zonas industriales.

El método para la evaluación de daños directos causados por inundaciones en zonas industriales que se utilizará en esta investigación es el propuesto Baró et al., (2012) y que utilizaron para valorar los daños económicos en zonas habitacionales, el cual se basó en el modelo propuesto por Nascimento et al. (2007).

También se considerará la investigación de Booyesen et al. (1999) para valorar los daños económicos en zonas industriales, donde toma como caso de estudio las inundaciones ocurridas en 1995 en Sudáfrica y se explican los componentes a considerar para calcular los daños directos tangibles en la industria.

A su vez, se consideran las variables propuestas en la metodología de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres, Tomo III*, con el fin de determinar los daños económicos causados por inundación en zonas industriales (CEPAL, 2003).

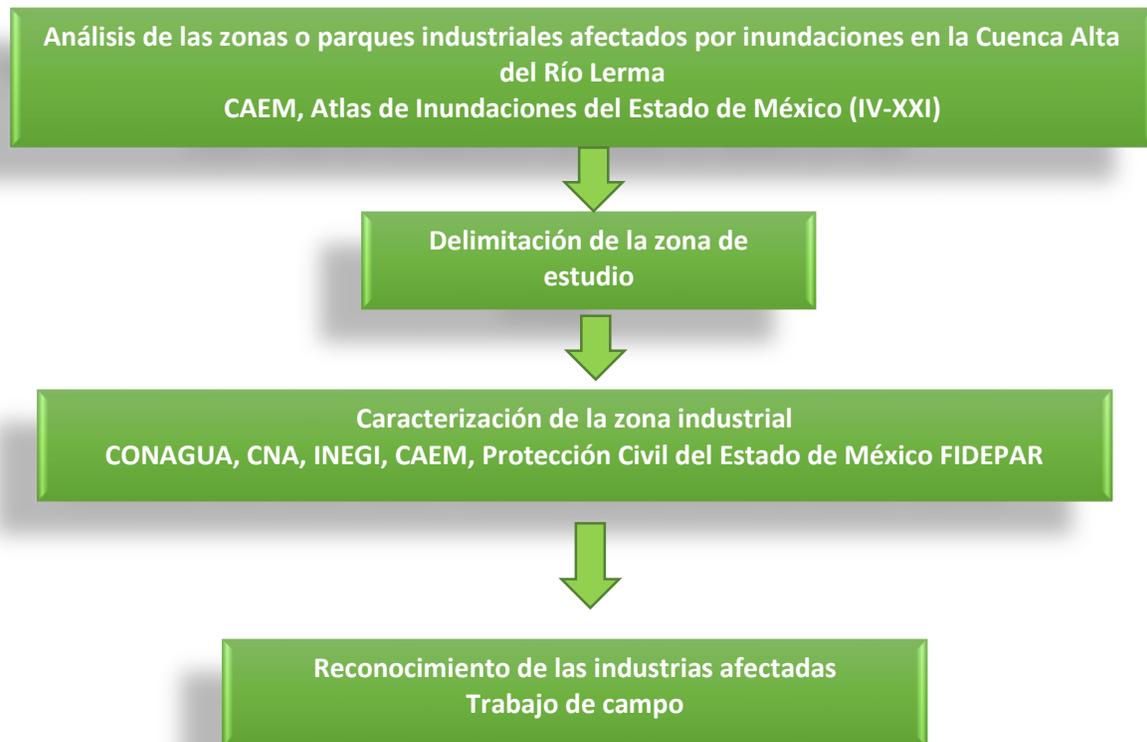
La implementación y desarrollo del método propuesto en esta investigación se explicará a través del estudio de caso de las inundaciones en la Cuenca Alta del río Lerma, en específico, el parque industrial Lerma.

En primera instancia, se define la zona industrial a analizar, por lo que se recurre a la Comisión del Agua del Estado de México para analizar los Atlas de Inundación del Estado de México y determinar las zonas o parques industriales con mayores afectaciones causadas por inundaciones en la Cuenca Alta del río Lerma.

El mapa de localización se utiliza para dar una descripción de las zonas industriales durante el periodo de investigación, así como identificar las zonas con mayor riesgo de inundación.

Una vez definida la zona de estudio, se realizará una caracterización de la zona de estudio a través de información proporcionada por Protección Civil de Lerma, OPDAPAS de Lerma, CONAGUA, CNA, CAEM, CENAPRED, FIDEPAR, gobiernos estatales y municipales.

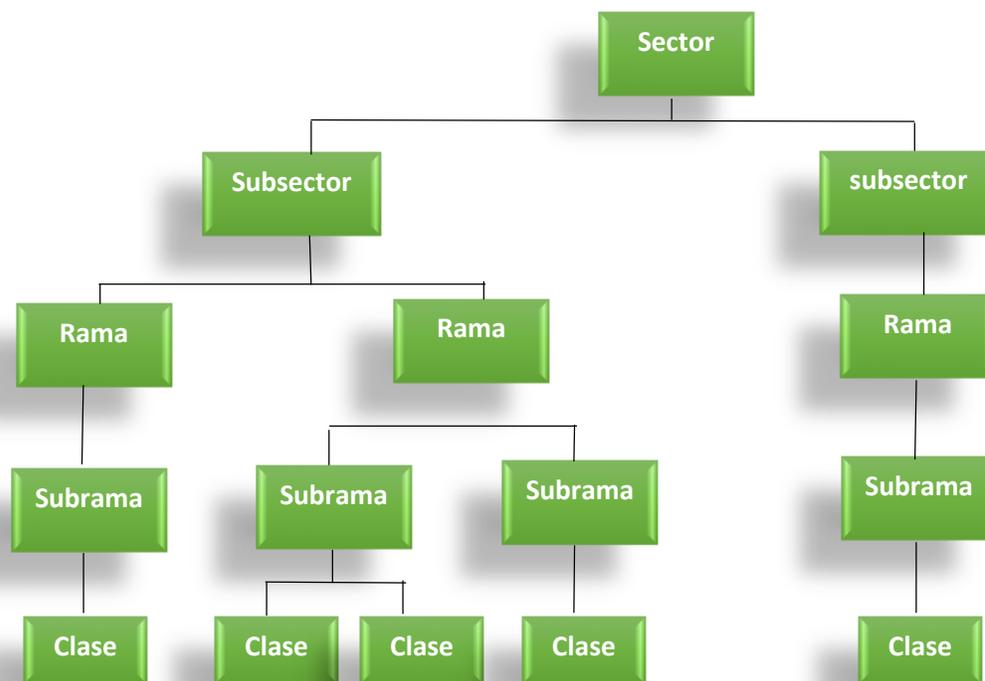
Figura 3.1. Delimitación de la zona de estudio



Para la tipología de las industrias se utilizó El SCIAN MÉXICO 2013, (Sistema de Clasificación de Industrias en América del Norte), que es una clasificación de actividades económicas, en la que los conceptos de actividad económica y de unidad económica son básicos para comprender mejor al clasificador.

El SCIAN consta de cinco niveles de agregación: sector, subsector, rama, subrama y clase de actividad económica. El sector es el nivel más general; la clase, el más desagregado. El sector se divide en subsectores. Cada subsector está formado por ramas de actividad, las cuales se dividen en subramas. Las clases, por su parte, son desgloses de las subramas, como se muestra en el esquema.

Figura 3.2. Estructura del SCIAN, 2013  
INEGI, 2013



El orden de presentación de los sectores en el SCIAN, tiene su base en la agrupación tradicional de actividades económicas en tres grandes grupos: actividades primarias, secundarias y terciarias. El primer sector, que corresponde a las actividades primarias, son las que se relacionan con el aprovechamiento directo de los recursos naturales, como el suelo, el agua, la flora y la fauna. El segundo grupo de sectores comprende las actividades secundarias, mediante las cuales se efectúa la transformación de todo tipo de bienes o productos -sea que éstos

proviengan del sector primario o del mismo secundario- en otros nuevos o diferentes. El último grupo de actividades corresponde a las terciarias, que se refieren al comercio y a los servicios.

INEGI, además de utilizar la clasificación de las unidades económicas en base al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México 2013 (SCIAN), clasificador que ofrece la doble posibilidad de conformar y agrupar los datos según las características de la economía mexicana, y a la vez compararla con estadísticas de Canadá y de Estados Unidos de América, países que también usan este clasificador, también hace una clasificación en el sector de industrias manufactureras en microindustria, industria pequeña, industria mediana e industria grande.

*Microindustria.* Las empresas que ocuparan hasta 10 personas y el valor de sus ventas netas fuera hasta 4 millones de pesos al año.

*Industria Pequeña.* Las empresas que ocuparan de 11 hasta 50 personas y sus ventas netas no rebasen la cantidad de 100 millones de pesos al año.

*Industria Mediana.* Las empresas que ocuparan de 51 hasta 250 personas y el valor de sus ventas no rebasen la cantidad de mil 250 millones de pesos al año.

*Industria Grande.* Las empresas que ocuparan más de 250 personas y el valor de sus ventas rebasen la cantidad de mil 250 millones de pesos al año.

Las empresas micro, pequeñas y medianas representan a nivel mundial el segmento de la economía que aporta el mayor número de unidades económicas y personal ocupado; de ahí la relevancia que reviste este tipo de empresas y la necesidad de fortalecer su desempeño, al incidir éstas de manera fundamental en el comportamiento global de las economías nacionales; de hecho, en el contexto internacional se puede afirmar que el 90%, o un porcentaje superior de las unidades económicas totales, está conformado por las micro, pequeñas y medianas empresas (INEGI, 2009).

Se identificarán las industrias afectadas por inundaciones en la zona de estudio a través de Protección Civil del Estado de México y Protección Civil de Lerma, y OPDAPAS de Lerma, así como la clasificación de las industrias utilizando el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), INEGI.

El siguiente paso es cuantificar el valor de los bienes, información que será proporcionada por las industrias afectadas, el censo Industrial (INEGI).

Para calcular los daños por inundación de acuerdo con la CEPAL (2003), deben ser considerados cuatro componentes y sumarlos para obtener el total de los daños de la planta. Los cuatro componentes son edificios e instalaciones, maquinaria y equipo, mobiliario y vehículos y existencias.

- i. *Edificios e instalaciones.* Para estimar las pérdidas en este rubro, valoradas a su costo en el estado en que se encontraban al momento de ocurrir el desastre esto es, a valor depreciado, al costo de reposición con las mismas características de su diseño original, y al costo de reconstrucción, se requiere de información sobre diferentes características, entre ellas la superficie destruida o dañada, la edad del inmueble y el valor actual del metro cuadrado de edificación en construcciones de tipo industrial. Esta última varía, en general, en función del tamaño de la empresa, pues las grandes, debido a la maquinaria y a los equipos que utilizan, con tecnología incorporada, sin duda requieren de instalaciones y construcciones de mayor calidad y complejidad que las medianas y las pequeñas.
- ii. *Maquinaria y equipo.* En este rubro también se precisa la información sobre precios de reposición de cada uno de los bienes, para evaluar los daños totales o parciales sufridos por las maquinarias y equipos. Los valores referentes a estos rubros, que aparecen en los censos industriales, se refieren a los que consignan los registros contables de las empresas, los cuales excluyen la depreciación acumulada en función del número de años de vida útil ya transcurridos desde su adquisición. Reflejan, además, los precios de adquisición.

- iii. *Mobiliario y vehículos.* Las empresas de mayor dimensión poseen por lo general una dotación proporcionalmente más alta de estos bienes, tanto por las mejores condiciones en que trabaja su personal como por el hecho de que con mayor frecuencia requieren de equipos tales como montacargas y flota vehicular para el transporte de materias primas, productos intermedios o productos terminados. Las empresas de tamaño intermedio y las pequeñas recurren por lo general a la contratación de estos servicios. Para la valoración de los daños sufridos en estos rubros, se obtendrán los valores actualizados de tales muebles y vehículos (similares a los destruidos o dañados) en el mercado.
- iv. *Existencias.* Este rubro incluye productos terminados (por la propia empresa), productos en proceso, materias primas y bienes tales como repuestos y otros no relacionados directamente con la producción. Se trata de uno de los rubros que más perjudican los desastres ya que, por lo general, debido a problemas de espacio, las instalaciones en las que se almacenan tales existencias están menos protegidas que las que albergan maquinaria y equipo.

Para obtener esta información, se identifican las industrias y el tamaño de industria (micro, pequeña, mediana y grande) de la zona de estudio, esta información se obtuvo a través del DENU (Dirección Estadístico Nacional de Unidades Económicas).

Posteriormente a través del Censo Económico 2009, INEGI, se obtuvo la información económica de las variables a analizar.

- Inversión total,
- Inventario,
- Acervo total de activos fijos, dentro de los cuales se encuentran las variables de;
  - Acervo total de maquinaria y equipo de producción,
  - Total de bienes inmuebles,

- Acervo total de unidades y equipo de transporte,
- Acervo total de equipo de cómputo y periféricos,
- Acervo total de mobiliario, equipo de oficina y otros activos fijos.

Para la variable de inventario el Censo Económico 2009 proporciona las variables de Total de inventario inicial y el Total de inventario final, por lo que se obtiene un promedio de estas dos para obtener la variable de Inventario que se utilizará para la obtención de las curvas de daños.

La variable de Acervo total de activos fijos es el valor actualizado de todos aquellos bienes propiedad de la unidad económica, cuya vida útil es superior a un año y que tienen la capacidad de producir o proporcionar las condiciones necesarias para la generación de bienes y servicios.

Dentro de la variable de Acervo total de activos fijos se incluyen el acervo total de maquinaria y equipo de producción, que es el valor a costo de reposición o actualizado al 31 de diciembre del año de referencia de la maquinaria y el equipo mecánico, eléctrico, computarizado o de otro tipo, propiedad del establecimiento, vinculado directamente con sus procesos de producción y tareas auxiliares. Total de Bienes inmuebles que es el valor a costo de reposición o actualizado al 31 de diciembre del año de referencia de los edificios, locales y construcciones e instalaciones propiedad de la unidad económica que utilizó para el desarrollo de sus actividades, así como las áreas para estacionamiento, esparcimiento, áreas verdes, entre otras. Incluye el valor de los terrenos, estén o no edificadas, situados en la misma ubicación física de la unidad económica. Acervo total de unidades y equipo de transporte considera el valor a costo de reposición o actualizado al 31 de diciembre del año de referencia del equipo de transporte (vehículos automotores, aviones, barcos, etcétera) propiedad de la unidad económica, que utilizó para transportar fuera de sus instalaciones a personas o carga, tomando en cuenta la pérdida de valor por su uso u obsolescencia, así como los cambios por variaciones en los precios y el tipo de cambio. Excluye el equipo necesario para transportar o levantar carga dentro de la unidad económica. El acervo de equipo de cómputo y

equipos periféricos considera el valor a costo de reposición o actualizado al 31 de diciembre del año de referencia del equipo de cómputo y sus periféricos, propiedad de la unidad económica, que no estaban integrados a la maquinaria y equipo de producción, como son: las computadoras, redes de comunicación, impresoras, digitalizadores, entre otros, Excluye: el software. Y por último la variable de acervo total de mobiliario, equipo de oficina y otros activos fijos incluye el valor a costo de reposición o actualizado al 31 de diciembre del año de referencia del mobiliario, equipo de oficina y otros bienes de capital, propiedad de la unidad económica, cuya vida útil sea mayor a un año y que proporcionaron las condiciones necesarias para llevar a cabo su actividad productiva, tomando en cuenta la pérdida de valor por su uso u obsolescencia, así como los cambios por variaciones en los precios y el tipo de cambio.

La información que el Censo Económico brinda por cada variable es un valor económico por municipio para cada variable económica, no por zona industrial, por lo que primero se obtiene el promedio del personal ocupado para cada industria promediándolo con el personal ocupado total para cada actividad económica y así obtener un valor económico para cada sector económico de la zona a analizar.

$$(P_{po} * 100) / P_{oT}$$

Donde  $P_{po}$  = Promedio personal ocupado por industria

$P_{oT}$  = Personal ocupado total por municipio

Una vez obtenido el Personal ocupado para cada actividad económica, se pondera un porcentaje del valor total para cada variable a analizar.

$$(V * P_{po}) / 100$$

Donde  $V$  = Variable económica

$P_{po}$  = Promedio personal ocupado por industria.

Debido a que el Censo Económico 2009 proporciona información en pesos al 2008, se deflactó la información económica al 2015 considerando la deflactación al 26.49%, ésta se calculó dividiendo el salario mínimo en pesos corrientes (CNSM) entre el índice de precios al consumidor, este multiplicado por cien, posteriormente el resultado obtenido se multiplico por cien.

$$X_r = \frac{X_n}{INPC} \times 100$$

Donde:

$X_r$  = Precio real deflactado

$X_n$  = Precio nomina

INPC = Índice de precio base año de referencia igual a 100

#### *Curvas de daños / altura de lámina alcanzada*

Para el cálculo de los daños tangibles directos por inundaciones en industrias se obtuvieron las curvas de daños potenciales, donde se consideran dos variables, la altura de lámina alcanzada y la segunda los daños económicos causados por la inundación.

Debido al difícil acceso a la información de los posibles daños económicos de las industrias y la confianza de la información se optó por utilizar la metodología propuesta validada por Baró et al (2012), para calcular los daños económicos por inundación en zonas habitacionales, la cual puede ser compatible para calcular los daños económicos causados por inundación en zonas industriales, para ver la metodología propuesta por Baró ver anexo .

Para la valoración de daños económicos por inundación en zonas habitacionales, Baró y colaboradores clasifican a las viviendas con un índice de marginación muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo y genera una curva de daños para cada clase de viviendas.

Considerando los bienes de cada vivienda para cada clasificación, se consideró apropiado trabajar con la curva de daños que se obtuvo para la clasificación con un índice de marginación medio, debido a que dentro de los índices de marginación muy alto y alto las características socioeconómicas son menores por lo que el costo de los bienes son bajos, para un índice de marginación bajo y muy bajo considera casas habitaciones de 2 pisos, por lo que los bienes se reparten en los pisos y en una inundación no todos los bienes están en contacto con el agua por lo que no sufren daños, para el caso de las viviendas con un índice de marginación medio, los bienes se consideran de una mejor calidad y en caso de inundación todos los bienes se encuentran en contacto con el agua, por lo que se considera que la mejor curva de daños a considerar para calcular los daños en las industrias es la curva que representa los daños ocasionados a las viviendas con un índice de marginación medio.

Tomando como referencia los porcentajes de afectación de viviendas ubicadas con un índice de marginación medio propuesto por Baró et al (2012) se calculan los daños directos tangibles por inundación en industrias, considerando una altura máxima de 2.5 m. ya que a esta altura los daños totales alcanzan un valor de 100 por ciento.

Considerando esta información se obtiene que a una altura de 20 cm los daños económicos directos tangibles causados por una inundación representan el 19.27% del total, a una altura de 50 cm los daños económicos representan el 74.54% del total y a una altura de 1 m, los daños económicos causados por una inundación alcanzan un 90.11% del total.

Obtenida esta información y la profundidad del agua se procede a la elaboración de las curvas de daños/ altura de lámina de agua, para obtener los costos de inundación máximo, mínimo y más probable, para cada una de las industrias localizadas en la zona de estudio.

Figura 3.3 Curvas de daños / altura lámina de agua



Las curvas de daños por inundación en función de la altura alcanzada, facilitan la estimación de los daños directos generados en zonas industriales. Este tipo de curvas constituyen uno de los métodos de evaluación más utilizados.

Con los resultados obtenidos se pretende contribuir en los procesos de evaluación de medidas pertinentes para prevenir o mitigar futuras afectaciones por inundación.

### 3.2 Materiales

#### Información bibliográfica

Se hizo una recopilación bibliográfica referente al tema de estudio en libros y revistas especializadas, así como en la Biblioteca central de la Universidad Autónoma del Estado de México, la biblioteca del Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA), la biblioteca de la Facultad de Geografía, de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional Autónoma de México, del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), de la Comisión Económica de América Latina y el Caribe (CEPAL), Atlas de Inundaciones del Estado de México.

### Análisis cartográfico

Para el análisis cartográfico se hizo uso de las cartas topográficas proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), que conforman la Cuenca Alta del río Lerma para delimitar las zonas industriales propensas a inundaciones.

Se utilizó el software ArcGis 10.1 que permite el desarrollo de la base de datos geoespacial.

### Trabajo de Campo

Se realizaron recorridos de campo para identificar las características fisiográficas de las zonas inundables identificadas en el Parque Industrial Toluca - Lema, Cuenca Alta del Río Lerma.

### Recopilación de datos

La base de datos que permitió identificar las variables a estudiar para realizar la medición y la valoración de los daños provocados por inundación se obtuvieron del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), Comisión Nacional del Agua (Conagua), Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Protección Civil del Estado de México y Protección Civil de Lerma, Fideicomiso para el Desarrollo de Parques y Zonas Industriales en el Estado de México (FIDEPAR) y ayuntamientos municipales, Cámara Nacional de la Industria y Trabajadores (CANACINTRA).

## Capítulo 4

## Capítulo 4

### 4. Resultados y conclusión

#### 4.1 Caso de estudio: Parque Industrial Lerma, Cuenca alta del Río Lerma, Estado de México

El cálculo de los daños por inundación en zonas industriales se valida en el parque industrial Lerma que constantemente se ve afectado por inundaciones, para esta investigación se centra en la inundación ocurrida en el año de 1998.

Para delimitar la zona de inundación la escala que se utiliza es la *meso-escala* que como se menciona en el capítulo I, de acuerdo a Messer y Merz, (2005), en la meso-escala la validación de los daños se basa en datos espaciales, donde las unidades espaciales más usadas son por ejemplo, las áreas residenciales o zonas industriales, por lo que aplica adecuadamente para la investigación.

Los daños a valorar en esta investigación son los daños directos tangibles en zonas industriales, ya que como se menciona en capítulos anteriores, los daños directos tangibles por inundación, son daños que pueden ser fácilmente especificados en términos monetarios y se dejan de fuera los daños intangibles, los cuales son toda clase de bienes y servicios en los que no existe un mercado para realizar transacciones, más complicado valorarlos en términos monetarios como son fallecimientos, efectos a la salud, daños a bienes ecológicos (Messner et al, 2007)

Como se ha mencionado, la investigación se valida en el parque industrial Lerma, que se encuentra en el municipio de Lerma que junto con los municipios de Atlacomulco, Lerma, San Mateo Atenco y Toluca, se vieron afectados por las lluvias presentadas en 1998 de acuerdo con el Atlas de Inundaciones de 1999 (Ver tabla 4.1)

Tabla No. 4.1  
Afectaciones de las lluvias de septiembre de 1998

Afectaciones de las lluvias de Septiembre de 1998						
Municipio	Área afectada km <sup>2</sup>	Área urbana afectada km <sup>2</sup>	Área rural afectada km <sup>2</sup>	Industrias afectadas	Viviendas afectadas	Comercios afectados
Atlacomulco	9.14	0.40	8.74	49	36	13
Lerma	45.38	5.39	40.00	133	599	50
San Mateo						
Atenco	7.81	7.81	0.00	30	9,500	2,050
Toluca	1.43	1.22	0.21	0	74	0
<b>Total</b>	<b>63.76</b>	<b>14.81</b>	<b>48.95</b>	<b>212</b>	<b>10,209</b>	<b>2,113</b>

Fuente: Atlas de Inundaciones 1999

El municipio de Lerma presenta un mayor número de afectaciones en industria, teniendo un total de 133 industrias afectadas, mientras que en el municipio de Atlacomulco 49 industrias fueron afectadas y 30 en el municipio de San Mateo Atenco.

De acuerdo con OPDAPAS y el Atlas de Inundaciones de 1999, el parque industrial Lerma, fue la zona industrial más afectada, alcanzando un tirante máximo de 60 cm, dentro del parque industrial se localizan 74 industrias que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla No. 4.2  
Industrias Parque Industrial Lerma

ID	Razón social:	Código de la clase de actividad:	Nombre de la clase de actividad:	Personal ocupado (estrato):
1	GRUPO ALTEX SA DE CV	311212	ELABORACIÓN DE HARINA DE TRIGO	101 A 250 PERSONAS
2	GRUPO AGROINDUSTRIAL GAAM SA DE CV	311214	ELABORACIÓN DE HARINA DE OTROS PRODUCTOS AGRÍCOLAS	51 A 100 PERSONAS
3	CREMERIA TRIPOLI SA DE CV	311513	ELABORACIÓN DE DERIVADOS Y FERMENTOS LÁCTEOS	11 A 30 PERSONAS
4	ALIMENTOS COZTIK	311812	PANIFICACIÓN TRADICIONAL	11 A 30 PERSONAS
5	DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS LA INTEGRAL SA DE CV	311812	PANIFICACIÓN TRADICIONAL	11 A 30 PERSONAS
6	DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS LA INTEGRAL SA DE CV	311812	PANIFICACIÓN TRADICIONAL	11 A 30 PERSONAS
7	ACTIVOS Y NATURALES SA DE CV	311992	ELABORACIÓN DE LEVADURA	101 A 250 PERSONAS
8	FONTISALUS SA DE CV	312112	PURIFICACIÓN Y EMBOTELLADO DE AGUA	0 A 5 PERSONAS

9	ALITEX SA DE CV	313210	FABRICACIÓN DE TELAS ANCHAS DE TRAMA	11 A 30 PERSONAS
10	GRUPO INDUSTRIAL MIRO SA DE CV	313210	FABRICACIÓN DE TELAS ANCHAS DE TRAMA	0 A 5 PERSONAS
11	INDUSTRIAS HERMES SA DE CV	313210	FABRICACIÓN DE TELAS ANCHAS DE TRAMA	51 A 100 PERSONAS
12		313210	FABRICACIÓN DE TELAS ANCHAS DE TRAMA	31 A 50 PERSONAS
13	ROYAL MILCH SA DE CV	313210	FABRICACIÓN DE TELAS ANCHAS DE TRAMA	31 A 50 PERSONAS
14	TEJIDOS HERMES SA DE CV	314110	FABRICACIÓN DE ALFOMBRAS Y TAPETES	51 A 100 PERSONAS
15	DISTRIBUIDORA MOYEL SA DE CV	315192	FABRICACIÓN DE ROPA EXTERIOR DE PUNTO	31 A 50 PERSONAS
16	HILMEX SA DE CV	315192	FABRICACIÓN DE ROPA EXTERIOR DE PUNTO	101 A 250 PERSONAS
17	SOFI CLASSIC SA DE CV	315192	FABRICACIÓN DE ROPA EXTERIOR DE PUNTO	251 Y MÁS PERSONAS
18	UNIFORMES EMPRESARIALES SA DE CV	315223	CONFECCIÓN EN SERIE DE UNIFORMES	251 Y MÁS PERSONAS
19	PREMIUM SHIRTS S DE RL DE CV	315229	CONFECCIÓN EN SERIE DE OTRA ROPA EXTERIOR DE MATERIALES TEXTILES	251 Y MÁS PERSONAS
20	AUTOLIV MEXICO SA DE CV	315999	CONFECCIÓN DE OTROS ACCESORIOS Y PRENDAS DE VESTIR NO CLASIFICADOS EN OTRA PARTE	251 Y MÁS PERSONAS
21	CURTIDOS TOLUCA SA DE CV	316110	CURTIDO Y ACABADO DE CUERO Y PIEL	51 A 100 PERSONAS
22	DANZAR SA DE CV	316211	FABRICACIÓN DE CALZADO CON CORTE DE PIEL Y CUERO	251 Y MÁS PERSONAS
23	SURTIDORA DE TRIPLAY SA DE CV	321210	FABRICACIÓN DE LAMINADOS Y AGLUTINADOS DE MADERA	51 A 100 PERSONAS
24	LERMA PAPEL S DE RL DE CV	322220	FABRICACIÓN DE BOLSAS DE PAPEL Y PRODUCTOS CELULÓSICOS RECUBIERTOS Y TRATADOS	51 A 100 PERSONAS
25	CPM PUBLICIDAD	323119	IMPRESIÓN DE FORMAS CONTINUAS Y OTROS IMPRESOS	6 A 10 PERSONAS
26	COLORMATRIX MEXICO SA DE CV	325130	FABRICACIÓN DE PIGMENTOS Y COLORANTES SINTÉTICOS	11 A 30 PERSONAS
27	ESSENCEFLEUR DE MEXICO SA DE CV	325190	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS BÁSICOS ORGÁNICOS	0 A 5 PERSONAS
28	MACROPOL Y SISTESIS SA DE CV	325190	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS BÁSICOS ORGÁNICOS	11 A 30 PERSONAS
29	ALTENOX QUIMICA SA DE CV	325190	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS BÁSICOS ORGÁNICOS	11 A 30 PERSONAS
30	ALTENOX QUIMICA SA DE CV	325211	FABRICACIÓN DE RESINAS SINTÉTICAS	0 A 5 PERSONAS
31	SICOR DE MEXICO SA DE CV	325412	FABRICACIÓN DE PREPARACIONES FARMACÉUTICAS	0 A 5 PERSONAS
32	GEVOX SA DE CV	325510	FABRICACIÓN DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS	0 A 5 PERSONAS
33	INDUSTRIAL TECNICA DE PINTURAS SA DE CV	325510	FABRICACIÓN DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS	101 A 250 PERSONAS
34	VITRACOAT PINTURAS EN POLVO SA DE CV	325510	FABRICACIÓN DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS	51 A 100 PERSONAS
35	AEROBAL SA DE CV	325620	FABRICACIÓN DE COSMÉTICOS, PERFUMES Y OTRAS PREPARACIONES DE TOCADOR	251 Y MÁS PERSONAS

36	GRUPO INOPACK SA DE CV	325993	FABRICACIÓN DE RESINAS DE PLÁSTICOS RECICLADOS	101 A 250 PERSONAS
37	INDUSTRIAS DE FARMA GEL SA DE CV	325999	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS	6 A 10 PERSONAS
38	PINTURAS TINTAS Y ACABADOS	325999	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS	31 A 50 PERSONAS
39	GRUPO FUNSAM SA DE CV	326110	FABRICACIÓN DE BOLSAS Y PELÍCULAS DE PLÁSTICO FLEXIBLE	0 A 5 PERSONAS
40	LOCUA SA DE CV	326110	FABRICACIÓN DE BOLSAS Y PELÍCULAS DE PLÁSTICO FLEXIBLE	31 A 50 PERSONAS
41	PLASTICOS HELER DE MEXICO SA DE CV	326120	FABRICACIÓN DE TUBERÍA Y CONEXIONES, Y TUBOS PARA EMBALAJE	51 A 100 PERSONAS
42	OPFAPLAST Y METALES SA DE CV	326160	FABRICACIÓN DE BOTELLAS DE PLÁSTICO	6 A 10 PERSONAS
43	GERRESHEIMER WILDEN MEXICANA DE SISTEMAS PLASTICOS S DE RL DE CV	326192	FABRICACIÓN DE AUTOPARTES DE PLÁSTICO CON Y SIN REFORZAMIENTO	6 A 10 PERSONAS
44	HYCOPLASTIC DE MEXICO Y CIA SA DE CV	326193	FABRICACIÓN DE ENVASES Y CONTENEDORES DE PLÁSTICO PARA EMBALAJE CON Y SIN REFORZAMIENTO	11 A 30 PERSONAS
45	ROTOPLAS PLASTICOS INYECTADOS SA DE CV	326193	FABRICACIÓN DE ENVASES Y CONTENEDORES DE PLÁSTICO PARA EMBALAJE CON Y SIN REFORZAMIENTO	251 Y MÁS PERSONAS
46	VITRICA SA DE CV	326198	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS DE PLÁSTICO CON REFORZAMIENTO	0 A 5 PERSONAS
47	INDUSTRIAS OMILLOR SA DE CV	326199	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS DE PLÁSTICO SIN REFORZAMIENTO	11 A 30 PERSONAS
48	KLINTEC SA DE CV	326290	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS DE HULE	31 A 50 PERSONAS
49	VILBOMEX SA DE CV	327112	FABRICACIÓN DE MUEBLES DE BAÑO	11 A 30 PERSONAS
50	NOVACERAMIC SA DE CV	327121	FABRICACIÓN DE LADRILLOS NO REFRACTARIOS	0 A 5 PERSONAS
51	VIDRIO FORMAS SA DE CV	327213	FABRICACIÓN DE ENVASES Y AMPOLLETAS DE VIDRIO	251 Y MÁS PERSONAS
52	VITROTEXILES SA DE CV	327214	FABRICACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO	0 A 5 PERSONAS
53	LATINOAMERICANA DE CONCRETOS SA DE CV	327320	FABRICACIÓN DE CONCRETO	11 A 30 PERSONAS
54	D & W AUTOACCESORIOS SA DE CV	331520	MOLDEO POR FUNDICIÓN DE PIEZAS METÁLICAS NO FERROSAS	31 A 50 PERSONAS
55	INDUSTRIA METALICA INTEGRADA SA DE CV	332310	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	31 A 50 PERSONAS
56	IETSA DE MEXICO SA DE CV	332320	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE HERRERÍA	101 A 250 PERSONAS
57	MATERIALES SELA SA DE CV	332320	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE HERRERÍA	11 A 30 PERSONAS
58	EXTRAL SA DE CV	332430	FABRICACIÓN DE ENVASES METÁLICOS DE CALIBRE LIGERO	251 Y MÁS PERSONAS
59	HERRANDER HERRAJES S A DE C V	332510	FABRICACIÓN DE HERRAJES Y CERRADURAS	11 A 30 PERSONAS
60	RUMARA SA DE CV	332510	FABRICACIÓN DE HERRAJES Y CERRADURAS	101 A 250 PERSONAS
61	METALMOD MEXICO SA DE CV	332710	MAQUINADO DE PIEZAS METÁLICAS PARA MAQUINARIA Y EQUIPO EN GENERAL	51 A 100 PERSONAS

62	APLICACIONES INDUSTRIALES DE CALIDAD SA DE CV	332720	FABRICACIÓN DE TORNILLOS, TUERCAS, REMACHES Y SIMILARES	51 A 100 PERSONAS
63	DUNMAQ MARKETING SA DE CV	333291	FABRICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y DE LAS BEBIDAS	51 A 100 PERSONAS
64	FILTERPRESS TECHNOLOGIC	333999	FABRICACIÓN DE OTRA MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA INDUSTRIA EN GENERAL	0 A 5 PERSONAS
65	ELECTRIC VEHICLES INTERNATIONAL DE MEXICO S DE RL DE CV	336210	FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS Y REMOLQUES	101 A 250 PERSONAS
66	EQUIPOS Y CARROCERIAS AMERICA	336210	FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS Y REMOLQUES	31 A 50 PERSONAS
67	BOCAR SA DE CV	336310	FABRICACIÓN DE MOTORES DE GASOLINA Y SUS PARTES PARA VEHÍCULOS AUTOMOTRICES	0 A 5 PERSONAS
68	KIRIU MEXICANA SA DE CV	336310	FABRICACIÓN DE MOTORES DE GASOLINA Y SUS PARTES PARA VEHÍCULOS AUTOMOTRICES	251 Y MÁS PERSONAS
69	MAHLE COMPONENTES DE MOTOR DE MEXICO S DE RL DE CV	336310	FABRICACIÓN DE MOTORES DE GASOLINA Y SUS PARTES PARA VEHÍCULOS AUTOMOTRICES	251 Y MÁS PERSONAS
70	UNISIA MEXICANA SA DE CV	336310	FABRICACIÓN DE MOTORES DE GASOLINA Y SUS PARTES PARA VEHÍCULOS AUTOMOTRICES	251 Y MÁS PERSONAS
71	WMD SA DE CV	336390	FABRICACIÓN DE OTRAS PARTES PARA VEHÍCULOS AUTOMOTRICES	31 A 50 PERSONAS
72	GARANZIA SA DE CV	337210	FABRICACIÓN DE MUEBLES DE OFICINA Y ESTANTERÍA	51 A 100 PERSONAS
73	ACCO MEXICANA SA DE CV	339940	FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS Y ACCESORIOS PARA ESCRITURA, PINTURA, DIBUJO Y ACTIVIDADES DE OFICINA	101 A 250 PERSONAS

Fuente: Censo Económico 2009

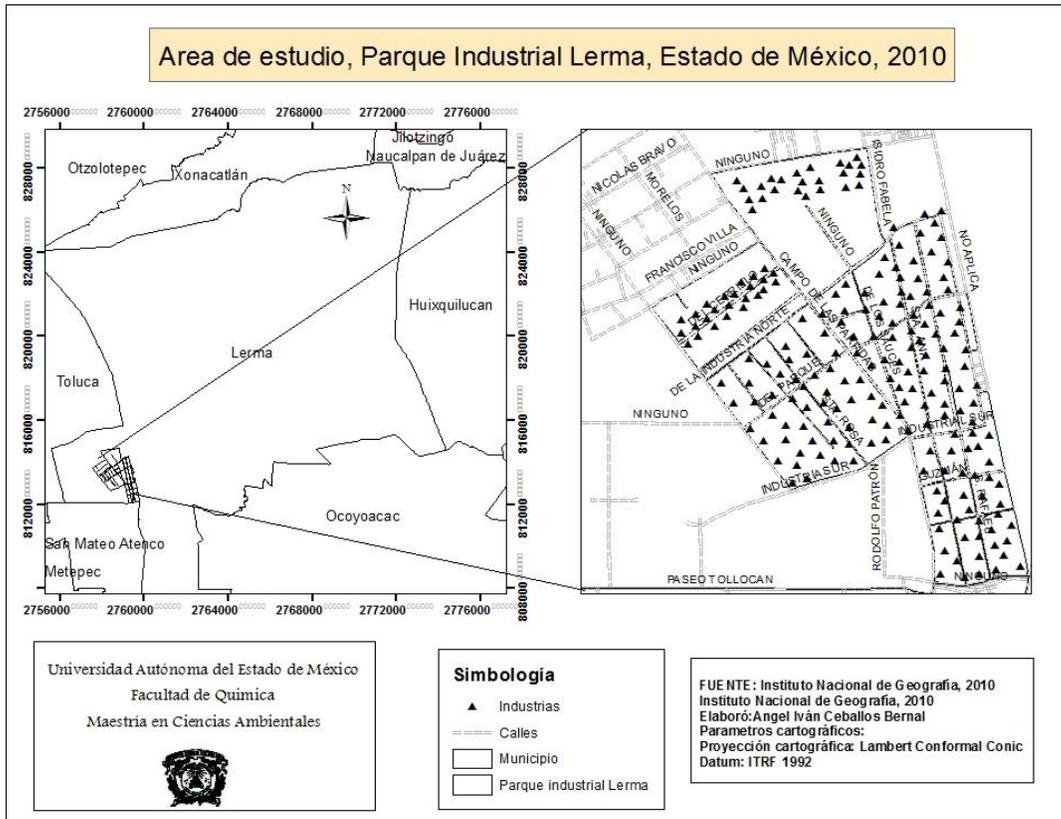
Dentro de las industrias que se localizan en la zona de estudio y que se muestran en la tabla anterior, el 22% pertenecen al sector de la micro industria, el 33% a la pequeña industria, 29% a la mediana industria y por último un 16% es para la grande industria.

Tabla 4.3  
Tamaño de Industrias Parque Industrial Lerma

Industria	Núm. Industrias	%
Micro	16	22%
Pequeña	24	33%
Mediana	21	29%
Grande	12	16%
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>100%</b>

Fuente: Censo económico 2009

Mapa 4.1  
Zona de estudio, Parque industrial Lerma, Estado de México



## 4.2 Datos de industrias

Las variables consideradas en esta investigación para calcular las curvas de daños por inundación en zonas industriales son las propuestas por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en su *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres, Tomo III*, las cuales se explican a detalle en el capítulo III de esta investigación, (CEPAL, 2003), las variables a considerar son:

- Edificios e instalaciones
- Maquinaria y equipo
- Mobiliario y vehículos y
- Existencias

Para la obtención de esta información se recurrió al Censo Económico 2009 como se explica en el capítulo 3.

Las alturas de láminas definidas fueron de 0.10 m., 0.20 m., 0.30 m., 0.50 m., 1.00 m., 2.0 m., 2.5 m. No se definieron más alturas ya que en esta última, los daños totales alcanzan un valor del 100 por ciento.

## 4.3 Curvas de daños

Para esta investigación solo se calcularon los daños tangibles directos por inundación provocados en industrias.

Para obtener las curvas de daños por inundación se obtiene el personal ocupado por industria ya que el Censo Económico 2009 proporciona esta información por municipio, para posteriormente obtener la información económica para cada variable económica que servirá para calcular los daños económicos.

Para la obtención de la variable personal ocupado por industria se obtiene el promedio de la variable personal ocupado que proporciona el Censo económico 2009, como ejemplo, para el caso de la actividad económica Elaboración de harina

y trigo, el personal ocupado para la industria de acuerdo al Censo Económico 2009 es de 101 a 250 personas, por lo que el promedio del personal ocupado es de 176 personas, este proceso se realiza para cada una de las industrias que se encuentran en la zona de estudio.

Tabla 4.4

Obtención del promedio personal ocupado para la variable económica elaboración de harina y trigo

Actividad económica	Unidades económicas Parque industrial Lerma	Personal Ocupado	Promedio Personal Ocupado
Elaboración de harina de trigo	1	101 a 250	176

Con el promedio de personal ocupado se obtiene el porcentaje de personal ocupado para cada industria de la zona de estudio, se realiza multiplicando el promedio del personal ocupado por industria por 100 y dividiendo entre el Personal ocupado total para el municipio de Lerma

$$P_{po} * 100 / P_{oT}$$

Donde  $P_{po}$ : Promedio personal ocupado

$P_{oT}$ : Personal ocupado total para el municipio de Lerma

Tabla 4.5

Obtención del porcentaje del personal ocupado por industria para la variable económica elaboración de harina y trigo

Actividad Económica	Unidades económicas Lerma	Personal ocupado total para el municipio de Lerma	Unidades económicas Parque Industrial Lerma	Personal Ocupado por industria	Promedio personal ocupado por industria	% Personal ocupado por industria
Elaboración de harina de trigo	3	254	1	101 a 250	176	69.09

Este proceso se realiza para cada una de las industrias que se encuentran en la zona de estudio y se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 4.6

## Porcentaje de personal ocupado por industria, (Censo Económico, 2009)

ID	Código	Actividad Económica	Unidades económicas Lerma	Personal ocupado total	Unidades económicas Parque Industrial Lerma	Personal Ocupado	Promedio personal ocupado	% Personal ocupado por industria
1	311212	Elaboración de harina de trigo	3	254	1	101 a 250	176	69.09
2	311214	Elaboración de harina de otros productos agrícolas	4	176	1	51 a 100	76	42.90
3	311513	Elaboración de derivados y fermentos lácteos	1	29	1	11 a 30	21	100.00
4	311812	Panificación tradicional	26	196	1	11 a 30	21	10.46
5					1	11 a 30	21	10.46
6					1	11 a 30	21	10.46
7	311992	Elaboración de levadura	*	874	1	101 a 250	176	20.08
8	312112	Purificación y embotellado de agua	7	20	1	0 a 5	3	12.50
9	313210	Fabricación de telas anchas de trama	*	1528	1	0 a 5	3	0.16
10					1	11 a 30	21	1.34
11					1	31 a 50	41	2.65
12					1	31 a 50	41	2.65
13					1	51 a 100	76	4.94
14	314110	Fabricación de alfombras y tapetes	*	116	1	51 a 100	76	65.09
15	315192	Fabricación de ropa exterior de punto	*	1402	1	31 a 50	41	2.89
16					1	101 a 250	176	12.52
17					1	251 y más	827	58.95
18	315223	Confección en serie de uniformes	*	367	1	251 y más	309	84.20
19	315229	Confección en serie de otra ropa exterior de materiales textiles	*	922	1	251 y más	622	67.41
20	315999	Confección de otros accesorios y prendas de vestir no clasificados en otra parte	*	1	1	251 y más	251	100.00
21	316110	Curtido y acabado de cuero y piel	1	73	1	51 a 100	76	100.00
22	316211	Fabricación de calzado con corte de piel y cuero	3	309	1	251 y más	261	84.30
23	321210	Fabricación de laminados y aglutinados de madera	*	137	1	51 a 100	76	55.11

24	322220	Fabricación de bolsas de papel y productos celulósicos recubiertos y tratados	*	82	1	0 a 5	3	3.05
25					1	51 a 100	76	92.07
26	323119	Impresión de formas continuas y otros impresos	9	26	1	6 a 10	8	30.77
27	325130	Fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos	1	24	1	11 a 30	21	100.00
28	325190	Fabricación de otros productos químicos básicos orgánicos	*	1038	1	0 a 5	3	0.24
29					1	11 a 30	21	1.97
30					1	11 a 30	21	1.97
31	325211	Fabricación de resinas sintéticas	*	166	1	51 a 100	76	45.48
32	325412	Fabricación de preparaciones farmacéuticas	1	581	1	0 a 5	3	0.43
33	325510	Fabricación de pinturas y recubrimientos	4	684	1	0 a 5	3	0.37
34					1	51 a 100	76	11.04
35					1	101 a 250	176	25.66
36	325620	Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador	*	638	1	251 y más	445	69.67
37	325993	Fabricación de resinas de plásticos reciclados				101 a 250 personas		
38	325999	Fabricación de otros productos químicos	3	43	1	6 a 10	8	15.69
39					1	31 a 50	41	79.41
40	326110	Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible	*	1305	1	0 a 5	3	0.19
41					1	31 a 50	41	3.10
42	326120	Fabricación de tubería y conexiones, y tubos para embalaje	1	59	1	51 a 100	76	100.00
43	326160	Fabricación de botellas de plástico			1	6 a 10	8	
44	326192	Fabricación de autopartes de plástico con y sin reforzamiento	*	783	1	6 a 10	8	1.02
45	326193	Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento	*	324	1	11 a 30	21	6.33
46					1	251 y más	288	88.73
47	326198	Fabricación de otros productos de plástico con reforzamiento	*	149	1	0 a 5	3	1.68
48	326199	Fabricación de otros productos de plástico sin reforzamiento	2	46	1	11 a 30	21	33.61
49	326290	Fabricación de otros productos de hule	1	46	1	31 a 50	41	100.00
50	327112	Fabricación de muebles de baño	1	30	1	11 a 30	30	100.00

51	327121	Fabricación de ladrillos no refractarios	*	10	1	0 a 5	3	25.00
52	327213	Fabricación de envases y ampollas de vidrio	*	535	1	251 y más	393	73.46
53	327214	Fabricación de fibra de vidrio	*	77	1	0 a 5	3	3.25
54	327320	Fabricación de concreto	1	19	1	11 a 30	21	100.00
55	331520	Moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas	*	71	1	31 a 50	41	57.04
56	332310	Fabricación de estructuras metálicas	1	41	1	31 a 50	41	100.00
57	332320	Fabricación de productos de herrería	*	555	1	11 a 30	21	3.69
58					1	101 a 250	176	31.62
59	332430	Fabricación de envases metálicos de calibre ligero	1	295	1	251 y más	295	100.00
60	332510	Fabricación de herrajes y cerraduras	*	238	1	11 a 30	21	8.61
61					1	101 a 250	176	73.74
62	332710	Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general	5	99	1	51 a 100	76	76.26
63	332720	Fabricación de tornillos, tuercas, remaches y similares	3	255	1	51 a 100	76	27.81
64	333291	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria alimentaria y de las bebidas	2	67	1	51 a 100	76	112.69
65	333999	FABRICACIÓN DE OTRA MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA INDUSTRIA EN GENERAL			1	0 a 5	3	
66	336210	Fabricación de carrocerías y remolques	4	425	1	31 a 50	41	9.53
67					1	101 a 250	176	41.29
68	336310	Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotrices	*	2570	1	0 a 5	3	0.10
69					1	251 y más	855	33.27
70					1	251 y más	855	33.27
71					1	251 y más	855	33.27
72	336390	Fabricación de otras partes para vehículos automotrices	*	1203	1	31 a 50	41	3.37
73	337210	Fabricación de muebles de oficina y estantería	*	92	1	51 a 100	76	82.07

74	339940	Fabricación de artículos y accesorios para escritura, pintura, dibujo y actividades de oficina	*	292	1	101 a 250	176	60.10
----	--------	--	---	-----	---	-----------	-----	-------

Fuente: elaboración propia con base al Censo Económico 2009

\*El Censo Económico no proporciona información

El Censo Económico 2009 muestra las variables a analizar (Inversión total, Inventario y acervo total de activos fijos) por municipio, por lo que considerando el porcentaje de población por industria se asigna el mismo porcentaje a cada variable.

Para el caso de la actividad económica de elaboración de harina de trigo la inversión total por municipio es de \$63,699.00, el porcentaje de personal ocupado por industria al 69.09%, para obtener el monto que le corresponde a la industria que se encuentra en la zona de estudio, se asigna el 60.09% del monto total de esta variable de acuerdo al personal ocupado por industria, teniendo como resultado \$30,410.21 del total.

Para la variable de promedio de inventario por municipio es de \$120,421.50, el monto para esta variable es de \$67,127.94 por industria y para la variable de acervo total de activos fijos por municipio el monto económico es de \$702,486.00, y el monto que le corresponde a la industria es de \$335,370.21

Tabla 4.7

Obtención de las variables de Inversión total, promedio de inventario y acervo total de activos fijos por industria

Actividad Económica	Unidades económicas Parque industrial Lerma	% Personal ocupado por industria	Inversión total (miles de pesos)	Inversión total por industria (miles de pesos)	Promedio Inventario (miles de pesos)	Promedio Inventario por industria (miles de pesos)	Acervo total de activos fijos (miles de pesos)	Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)
Elaboración de harina de trigo	1	69.09	63,699.00	30,410.21	120,421.50	67,127.94	702,486.00	335,370.21

Este mismo proceso se aplica a cada una de las industrias a analizar en la zona de estudio obteniendo como resultado la siguiente tabla:

El total es la suma de las variables de Inversión total, promedio de inventario y acervo total de activos fijos por industria en miles de pesos al 2008, por lo que se deflacta a miles de pesos al 2015.

Tabla 4.8  
Variables económicas por industria (Censo Económico, 2009)

Código	Actividad Económica	Unidades económicas Parque Industrial Lerma	% Personal ocupado por industria	Inversión total (miles de pesos)	Inversión total por industria (miles de pesos)	Promedio de inventario (miles de pesos)	Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	Acervo total de activos fijos (miles de pesos)	Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	Total (miles de pesos al 2008)	Total (miles de pesos al 2015)
311212	Elaboración de harina de trigo	1	69.09	63,699.00	44,012.50	120,421.50	83,204.62	702,486.00	485,379.11	612,596.22	833,350.87
311214	Elaboración de harina de otros productos agrícolas	1	42.90	77.00	33.03	964.50	413.75	1,860.00	797.90	1,244.68	1,693.21
311513	Elaboración de derivados y fermentos lácteos	1	100.00	1,091.00	1,091.00	1,655.50	1,655.50	53,685.00	53,685.00	56,431.50	76,767.11
311812	Panificación tradicional	1	2050.00	162.00	16.94	414.50	43.35	29,784.00	3,115.16	3,175.46	4,319.77
		1	2050.00		16.94		43.35	29,784.00	3,115.16	3,175.46	4,319.77
		1	2050.00		16.94		43.35	29,784.00	3,115.16	6,135.87	8,346.99
311992	Elaboración de levadura	1	17550.00	0.00	0.00	0.00		30,557.00	6,135.87	131.38	178.72
312112	Purificación y embotellado de agua	1	250.00	24.00	3.00	7.00	0.88	1,020.00	127.50	131.38	178.72
313210	Fabricación de telas anchas de trama	1	250.00	56,551.00	92.52	82,006.00	134.17	241,936.00	395.84	622.53	846.87
		1	2050.00		758.70		1,100.21		3,245.87	5,104.78	6,944.34
		1	4050.00		1,498.90		2,173.59		6,412.57	10,085.06	13,719.30
		1	4050.00		1,498.90		2,173.59		6,412.57	10,085.06	13,719.30
		1	7550.00		2,794.24		4,052.00		11,954.30	18,800.54	25,575.48
314110	Fabricación de alfombras y tapetes	1	65.09	1,262.00	821.39	2,900.50	1,887.83	4,528.00	2,947.10	5,656.32	7,694.62
315192	Fabricación de ropa exterior de punto	1	4050.00	22,048.00	636.91	163,403.50	4,720.29	351,458.00	10,152.67	15,509.87	21,098.99
		1	17550.00		2,759.93		20,454.58		43,994.92	67,209.43	91,428.96
		1	82650.00		12,997.63		96,328.81		207,189.76	316,516.19	430,575.69

315223	Confección en serie de uniformes	1	30900.00	32,688.00	27,522.05	30,391.00	25,588.06	18,573.00	15,637.76	68,747.87	93,521.79
315229	Confección en serie de otra ropa exterior de materiales textiles	1	62150.00	32,735.00	22,065.95	47,018.00	31,693.80	156,440.00	105,452.78	159,212.53	216,586.21
315999	Confección de otros accesorios y prendas de vestir no clasificados en otra parte	1	100.00	0.00	0.00	1.00	1.00	102.00	102.00	103.00	140.12
316110	Curtido y acabado de cuero y piel	1	100.00	1,803.00	1,803.00	9,751.50	9,751.50	18,869.00	18,869.00	30,423.50	41,386.89
316211	Fabricación de calzado con corte de piel y cuero	1	26050.00	4,494.00	3,788.63	24,798.50	20,906.18	24,321.00	20,503.63	45,198.44	61,486.11
321210	Fabricación de laminados y aglutinados de madera	1	55.11	11,616.00	6,401.52	24,766.00	13,648.42	75,009.00	41,337.08	61,387.01	83,508.38
322220	Fabricación de bolsas de papel y productos celulósicos recubiertos y tratados	1	250.00	2,877.00	87.71	11,461.00	349.42	18,018.00	549.33	986.46	1,341.94
		1	7550.00		2,648.95		10,552.51		16,589.74	29,791.20	40,526.72
323119	Impresión de formas continuas y otros impresos	1	800.00	13.00	4.00	23.00	7.08	552.00	169.85	180.92	246.12
325130	Fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos	1	100.00	2,921.00	2,921.00	1,299.50	1,299.50	3,164.00	3,164.00	7,384.50	10,045.57
325190	Fabricación de otros productos químicos básicos orgánicos	1	250.00	87,652.00	211.11	0.00	826.63	1,929,788.00	4,647.85	5,685.59	7,734.44
		1	2050.00		1,731.08		6,778.34		38,112.38	46,621.81	63,422.40
		1	2050.00		1,731.08		6,778.34		38,112.38	46,621.81	63,422.40
325211	Fabricación de resinas sintéticas	1	45.48	27,108.00	12,329.24	61,715.50	28,069.40	70,926.00	32,258.51	72,657.15	98,839.82
325412	Fabricación de preparaciones farmacéuticas	1	250.00	24,826.00	106.82	198,545.50	854.33	475,805.00	2,047.35	3,008.50	4,092.65
325510	Fabricación de pinturas y recubrimientos	1	250.00	4,403.00	16.09	19,488.00	71.23	97,932.00	357.94	445.26	605.71
		1	7550.00		486.00		2,151.09		10,809.75	13,446.84	18,292.53
		1	17550.00		1,129.72		5,000.21		25,127.29	31,257.22	42,521.04

325620	Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador	1	44450.00	17,377.00	12,106.70	22,826.50	15,903.42	161,750.00	112,692.59	140,702.71	191,406.22
325993	Fabricación de resinas de plásticos reciclados			0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
325999	Fabricación de otros productos químicos	1	15.69	0.00	0.00	68.00	10.67	2,777.00	435.71	446.38	607.24
		1	79.41		0.00		54.00		2,205.22	2,259.21	3,073.34
326110	Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible	1	250.00	88,334.00	169.22	75,538.00	144.71	480,158.00	919.84	1,233.77	1,678.38
		1	4050.00		2,741.40		2,344.28		14,901.46	19,987.14	27,189.69
326120	Fabricación de tubería y conexiones, y tubos para embalaje	1	100.00	8,647.00	8,647.00	6,864.50	6,864.50	16,409.00	16,409.00	31,920.50	43,423.34
326160	Fabricación de botellas de plástico	1			0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
326192	Fabricación de autopartes de plástico con y sin reforzamiento	1	800.00	52,416.00	535.54	79,227.00	809.47	560,042.00	5,722.01	7,067.02	9,613.69
326193	Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento	1	2050.00	74,772.00	4,730.94	66,334.50	4,197.09	199,092.00	12,596.87	21,524.91	29,281.60
		1	28750.00		66,348.61		58,861.63		176,663.43	301,873.67	410,656.60
326198	Fabricación de otros productos de plástico con reforzamiento	1	1.68	418.00	7.01	15,272.00	256.24	43,449.00	729.01	992.27	1,349.84
326199	Fabricación de otros productos de plástico sin reforzamiento	1	33.61	551.00	185.19	312.00	104.86	5,441.00	1,828.72	2,118.77	2,882.29
326290	Fabricación de otros productos de hule	1	100.00	212.00	212.00	1,809.00	1,809.00	8,476.00	8,476.00	10,497.00	14,279.69
327112	Fabricación de muebles de baño	1	100.00	137.00	137.00	215.50	215.50	0.00	0.00	352.50	479.53
327121	Fabricación de ladrillos no refractarios	1	25.00	0.00	0.00	10.00	2.50	2,407.00	601.75	604.25	822.00

327213	Fabricación de envases y ampollitas de vidrio	1	73.46	122,279.00	89,823.64	91,086.50	66,910.27	427,304.00	313,888.73	470,622.64	640,215.81
327214	Fabricación de fibra de vidrio	1	3.25	0.00	0.00	320.00	10.39	0.00	0.00	10.39	14.13
327320	Fabricación de concreto	1	100.00	231.00	231.00	340.00	340.00	7,545.00	7,545.00	8,116.00	11,040.67
331520	Moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas	1	57.04	0.00	0.00	125.00	71.30	2,091.00	1,192.75	1,264.06	1,719.57
332310	Fabricación de estructuras metálicas	1	100.00	1,912.00	1,912.00	12,117.00	12,117.00	3,162.00	3,162.00	17,191.00	23,385.93
332320	Fabricación de productos de herrería	1	2050.00	5,105.00	188.56	18,441.00	681.15	16,764.00	619.21	1,488.93	2,025.48
		1	17550.00		1,614.28		5,831.34		5,301.05	12,746.68	17,340.06
332430	Fabricación de envases metálicos de calibre ligero	1	100.00	3,913.00	3,913.00	13,685.00	13,685.00	70,860.00	70,860.00	88,458.00	120,334.65
332510	Fabricación de herrajes y cerraduras	1	2050.00	2,914.00	251.00	13,397.00	1,153.94	47,362.00	4,079.50	5,484.44	7,460.81
		1	17550.00		2,148.77		9,878.88		34,924.50	46,952.15	63,871.79
332710	Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general	1	7550.00	1,246.00	950.23	1,774.50	1,353.28	13,122.00	10,007.18	12,310.69	16,746.97
332720	Fabricación de tornillos, tuercas, remaches y similares	1	27.81	1,843.00	512.54	39,517.50	10,989.82	204,818.00	56,959.89	68,462.24	93,133.23
333291	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria alimentaria y de las bebidas	1	7550.00	292.00	329.04	3,263.00	3,676.96	562.00	633.30	4,639.31	6,311.12
333999	Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general	1			0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
336210	Fabricación de carrocerías y remolques	1	4050.00	1,801.00	171.62	21,197.00	2,019.95	11,749.00	1,119.61	3,311.18	4,504.40
		1	17550.00		743.71		8,753.11		4,851.65	14,348.47	19,519.07
336310	Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotrices	1	250.00	207,393.00	201.74	247,433.00	240.69	1,408,490.00	1,370.13	1,812.56	2,465.74
		1	85500.00		68,996.50		82,317.20		468,583.25	619,896.96	843,282.49
		1	85500.00		68,996.50		82,317.20		468,583.25	619,896.96	843,282.49
		1	85500.00		68,996.50		82,317.20		468,583.25	619,896.96	843,282.49

336390	Fabricación de otras partes para vehículos automotrices	1	4050.00	1,348.00	45.38	62,509.50	2,104.43	220,478.00	7,422.58	9,572.39	13,021.89
337210	Fabricación de muebles de oficina y estantería	1	82.07	297.00	243.73	1,453.00	1,192.41	381.00	312.67	1,748.81	2,379.01
339940	Fabricación de artículos y accesorios para escritura, pintura, dibujo y actividades de oficina	1	60.10	5,465.00	3,284.61	117,342.50	70,526.06	64,146.00	38,553.50	112,364.18	152,855.63

Este modelo permite crear una curva para cada industria, el valor de  $R^2$ , indica cuánto es de representativa la ecuación para interpretar los datos, de forma que un valor próximo a 1 indica que la ecuación puede explicar, en un alto porcentaje, el comportamiento de los datos.

Para la representación de las gráficas se utilizó el valor económico en pesos al 2015

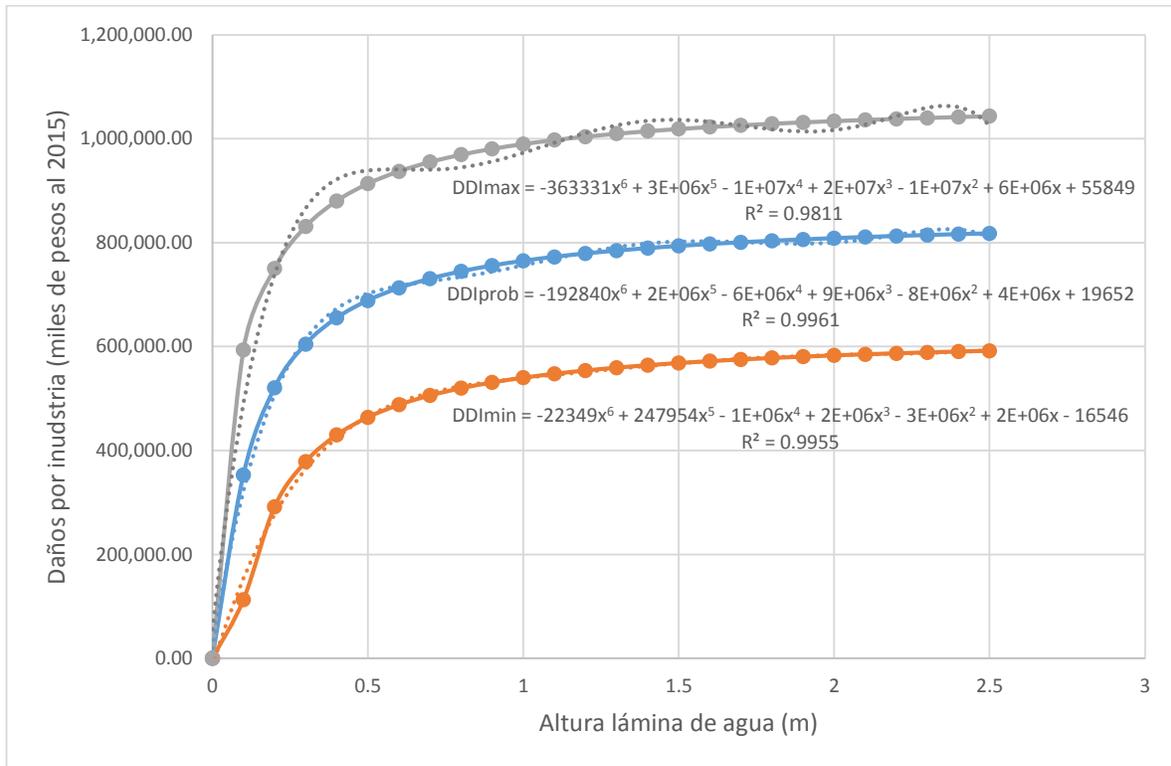
Tabla 4.9

Variables económicas para la actividad económica, Elaboración de harina y trigo

Actividad económica 311212, Elaboración de harina y trigo	Industria Mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.1
Inversión total por industria (miles de pesos)	44,012.50
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	83,204.62
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	485,379.11
Total (miles de pesos 2008)	612,596.22
Total (miles de pesos 2015)	833,350.87

Figura 4.1

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Elaboración de harina y trigo



R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación

DDI<sub>max</sub>: Daños director en Industrias. Costo máximo

DDI<sub>min</sub>: Daños director en Industrias. Costo mínimo

DDI<sub>prob</sub>: Daños director en Industrias. Costo más probable

En la figura 4.1 se muestra que a partir de una altura de lámina de agua de 2.5 m, se produce un comportamiento de los datos. Esto se debe a que para alturas de lámina mayores a 2.5 m., los bienes han sido afectados en un 100%.

Tabla 4.10  
Variables económicas para la actividad económica, Elaboración de harina y otros productos agrícolas

Actividad económica 311214, Elaboración de harina y otros productos agrícolas	Industria Mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.2
Inversión total por industria (miles de pesos)	33.03
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	413.75
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	797.90
Total (miles de pesos 2008)	1,244.68
Total (miles de pesos 2015)	1,693.21

Figura 4.2

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Elaboración de harina y otros productos agrícolas

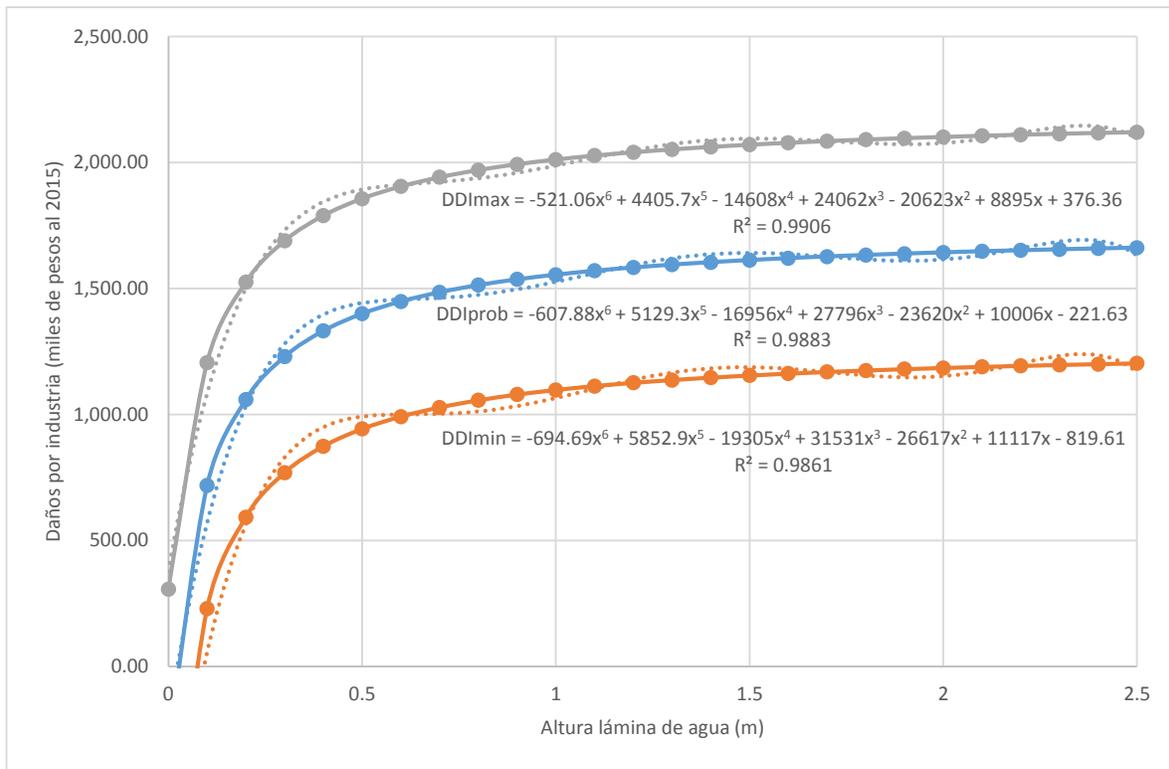


Tabla 4.11  
 Variables económicas para la actividad económica, Elaboración de derivados y fermentos lácteos

Actividad económica 311513, Elaboración de derivados y fermentos lácteos	Industria Mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.3
Inversión total por industria (miles de pesos)	1,091.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	1,655.50
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	53,685.00
Total (miles de pesos 2008)	56,431.50
Total (miles de pesos 2015)	76,767.11

Figura 4.3

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Elaboración de derivados y fermentos lácteos

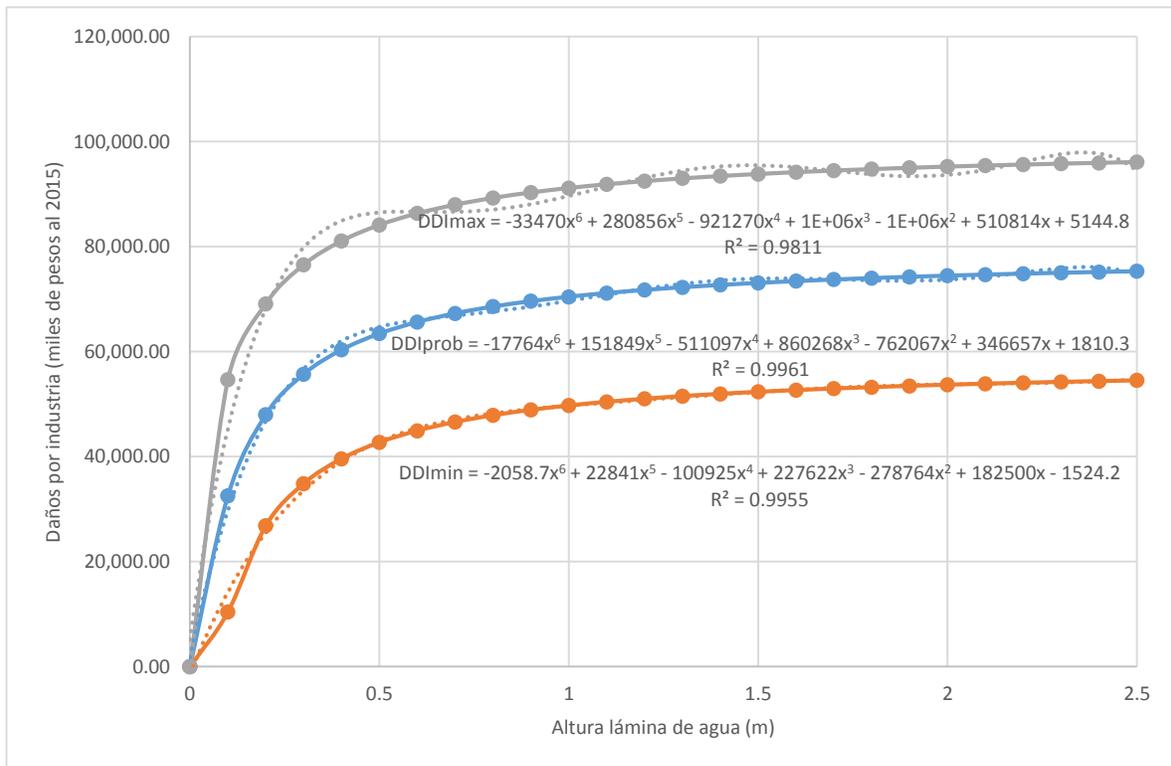


Tabla 4.12  
Variables económicas para la actividad económica, Panificación tradicional

Actividad económica 311812, Panificación tradicional	Industria Pequeña (miles de pesos)	Industria Pequeña (miles de pesos)	Industria Pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.4	4.4	4.4
Inversión total por industria (miles de pesos)	16.94	16.94	16.94
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	43.35	43.35	43.35
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	3,115.16	3,115.16	3,115.16
Total (miles de pesos 2008)	3,175.46	3,175.46	3,175.46
Total (miles de pesos 2015)	4,319.77	4,319.77	4,319.77

Nota: Se muestra una gráfica para las tres industrias ubicadas en la zona de estudio ya que los montos económicos son los mismos para cada una de las industrias

Figura 4.4

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Panificación tradicional, industria pequeña

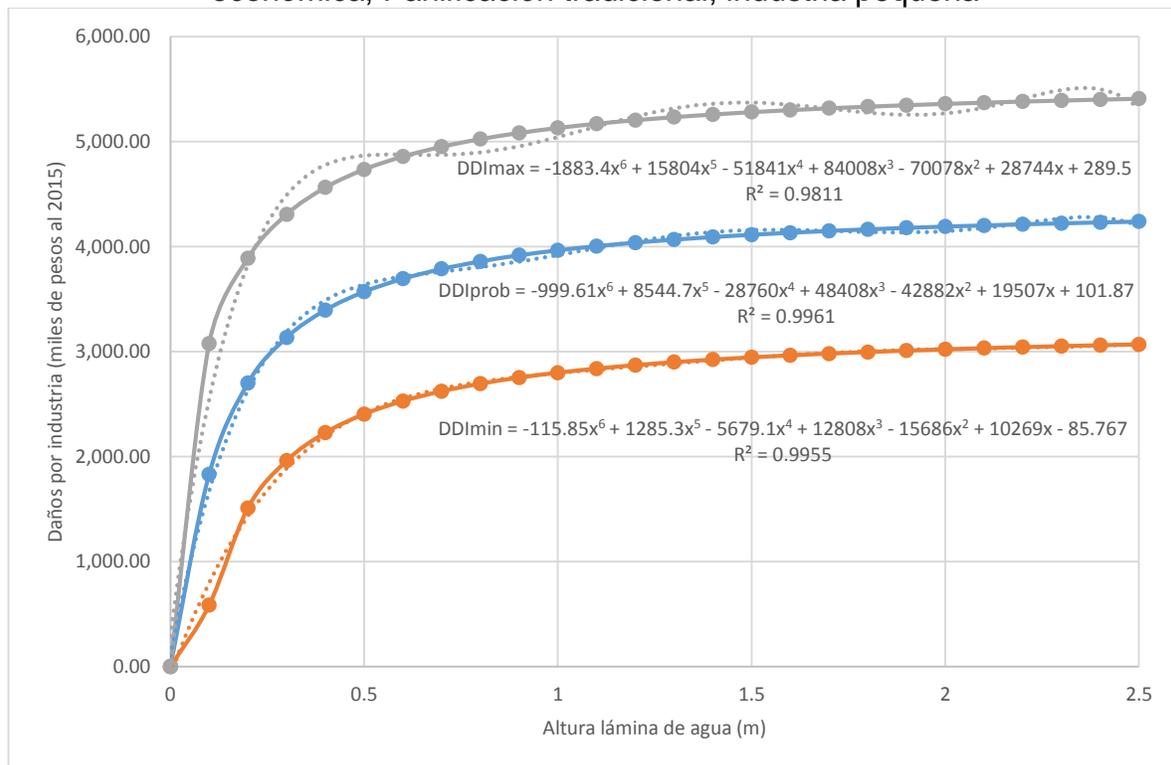


Tabla 4.13  
Variables económicas para la actividad económica, Elaboración de levadura

Actividad económica 311992, Elaboración de levadura	Industria Mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.5
Inversión total por industria (miles de pesos)	0.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	0.00
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	6,135.87
Total (miles de pesos 2008)	6,135.87
Total (miles de pesos 2015)	8,346.99

Figura 4.5

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Elaboración de levadura

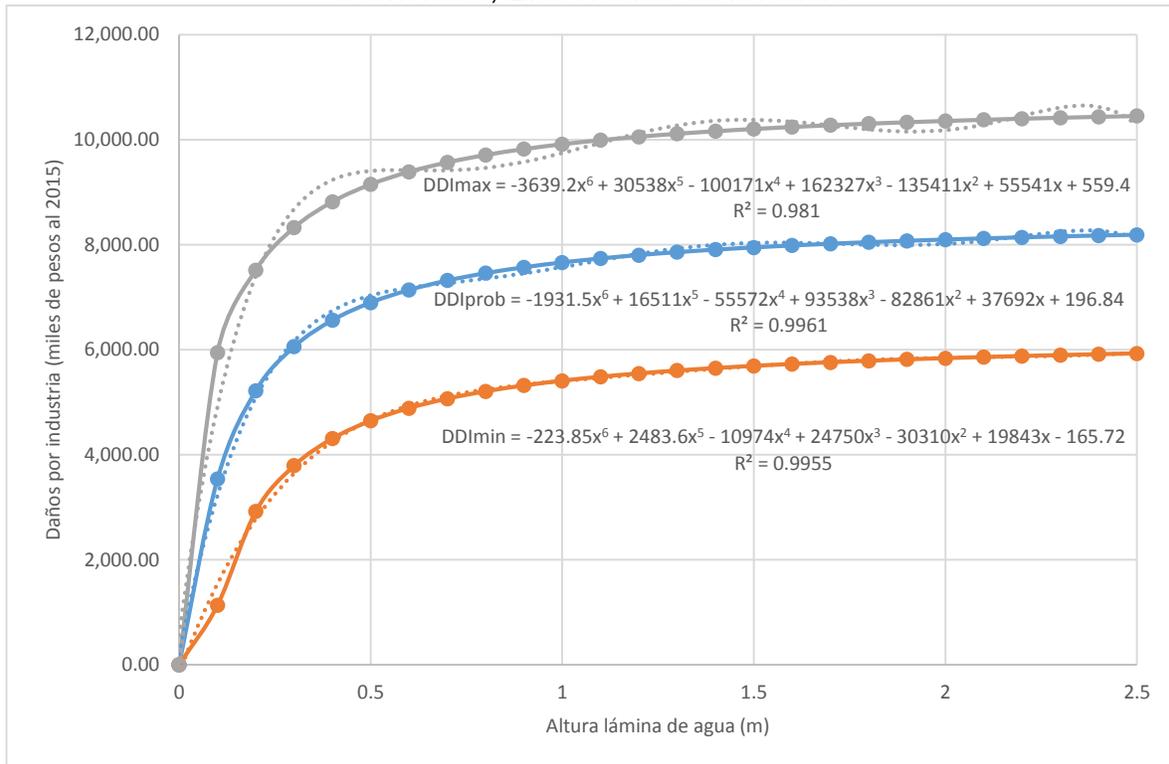


Tabla 4.14  
 Variables económicas para la actividad económica, Purificación y embotellado de agua

Actividad económica 312112, Purificación y embotellado de agua	Micro industria (miles de pesos)
Número de figura	4.6
Inversión total por industria (miles de pesos)	3.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	0.88
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	127.50
Total (miles de pesos 2008)	131.38
Total (miles de pesos 2015)	178.72

Figura 4.6

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Purificación y embotellado de agua

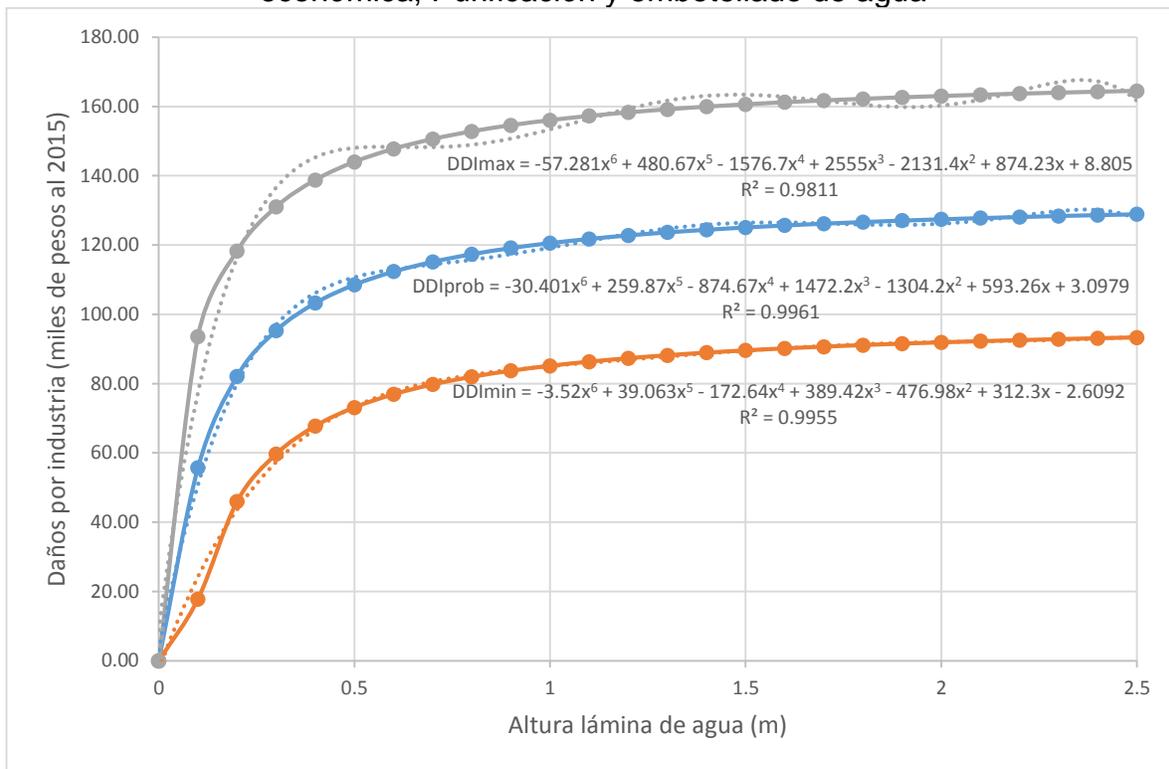


Tabla 4.15  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de telas anchas de trama

Actividad económica 313210 Fabricación de telas anchas de trama	Micro industria (miles de pesos)	Industria pequeña (miles de pesos)	Industria pequeña (miles de pesos)	Industria pequeña (miles de pesos)	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.7	4.8	4.9	4.9	4.10
Inversión total por industria (miles de pesos)	92.52	758.70	1,498.90	1,498.90	2,794.24
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	134.17	1,100.21	2,173.59	2,173.59	4,052.00
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	395.84	3,245.87	6,412.57	6,412.57	11,954.30
Total (miles de pesos 2008)	622.53	5,104.78	10,085.06	10,085.06	18,800.54
Total (miles de pesos 2015)	846.87	6,944.34	13,719.30	13,719.30	25,575.48

Figura 4.7

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Fabricación de telas anchas de trama, Micro industria

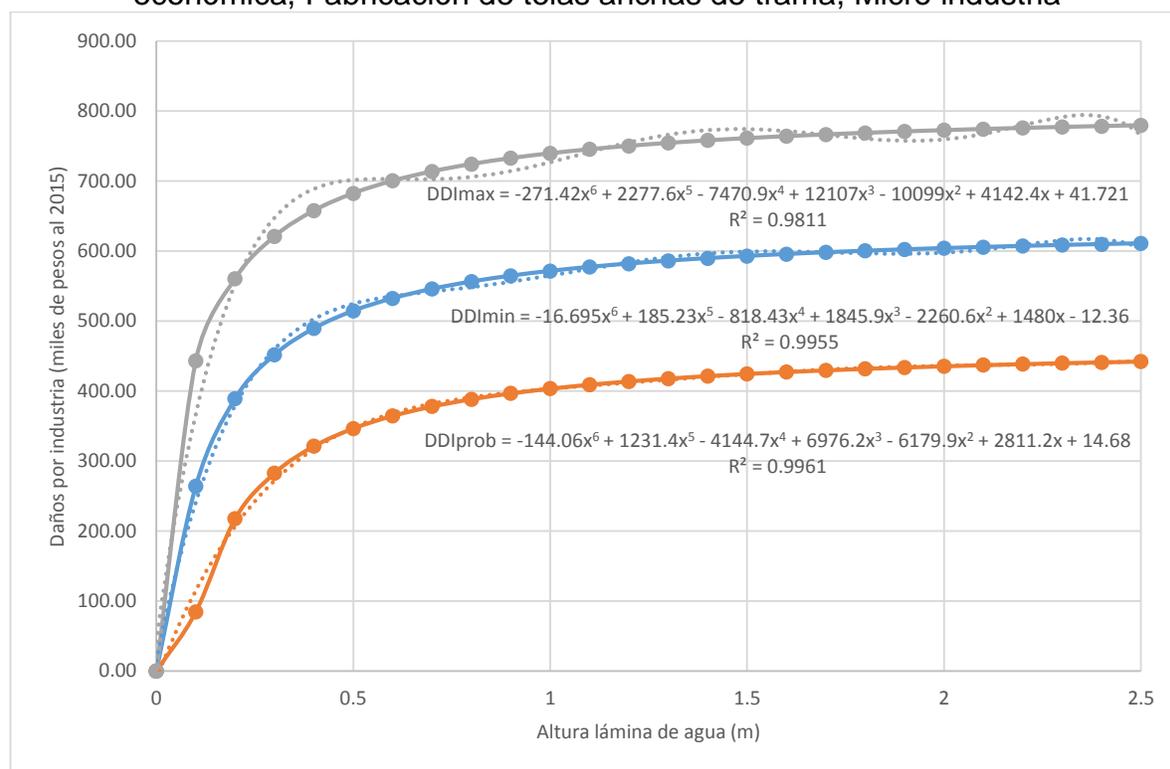


Figura 4.8

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Fabricación de telas anchas de trama, Industria pequeña

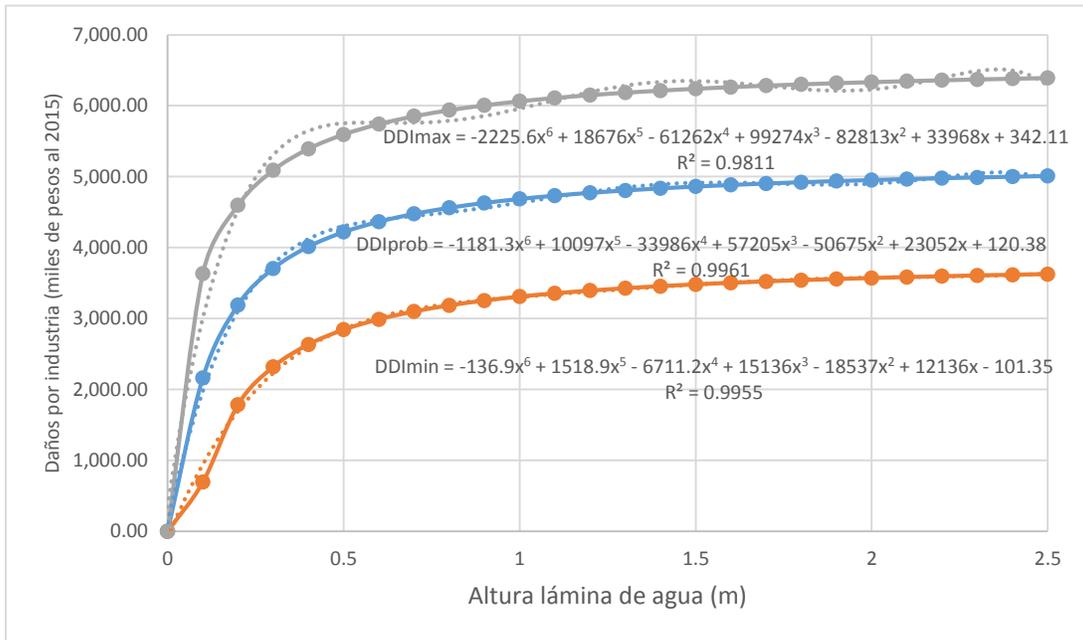


Figura 4.9

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Fabricación de telas anchas de trama, Industria pequeña

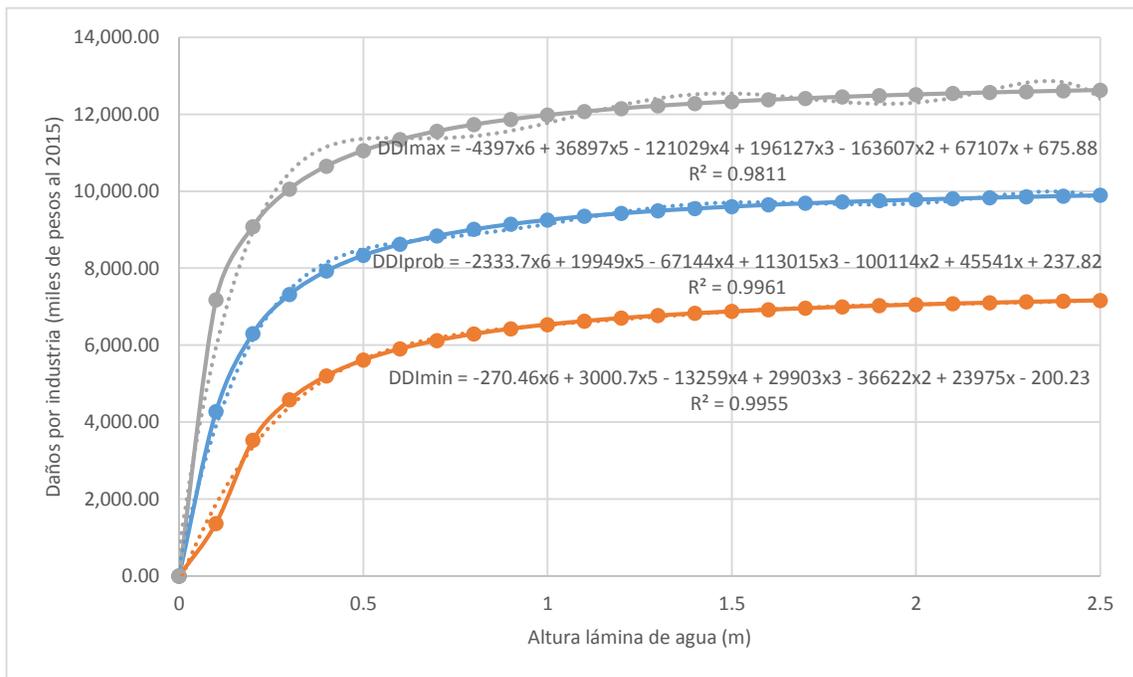


Figura 4.10

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Actividad económica, Fabricación de telas anchas de trama, Industria mediana

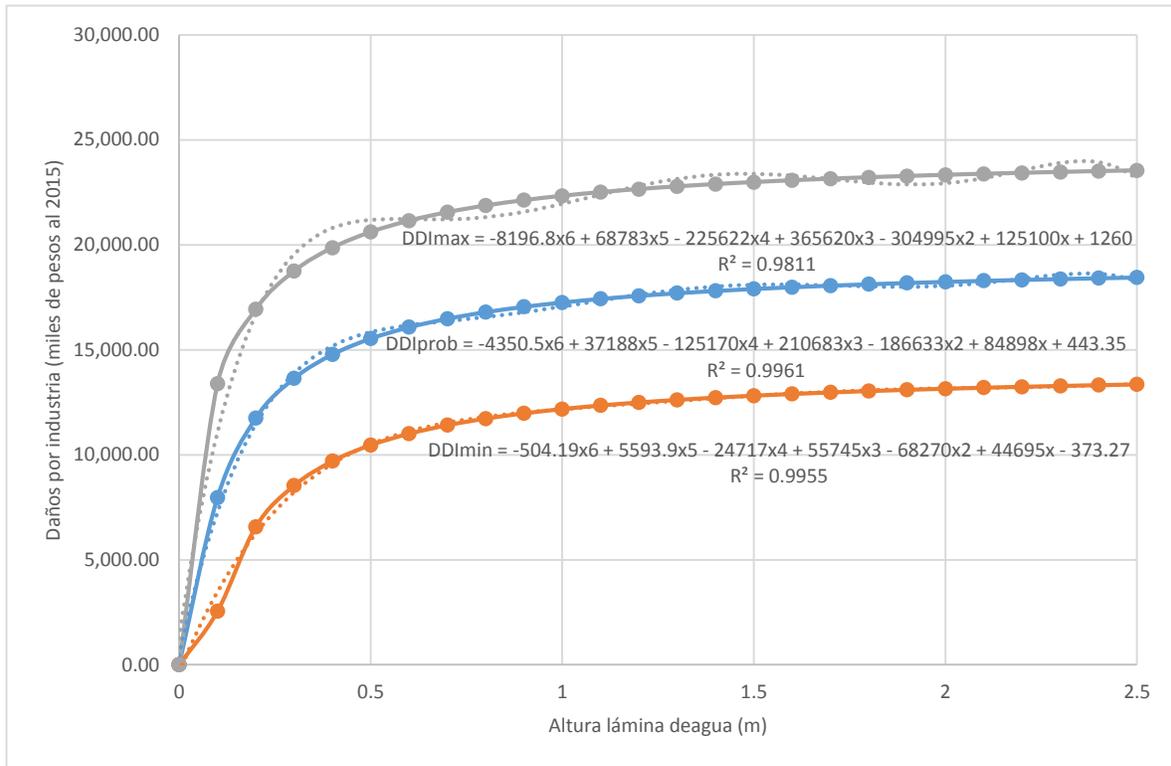


Tabla 4.16

Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de Alfombras y tapetes

Actividad económica 314110 Fabricación de alfombras y tapetes	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.11
Inversión total por industria (miles de pesos)	821.39
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	1,887.83
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	2,947.10
Total (miles de pesos 2008)	5,656.32
Total (miles de pesos 2015)	7,694.62

Figura 4.11

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de Alfombras y tapetes

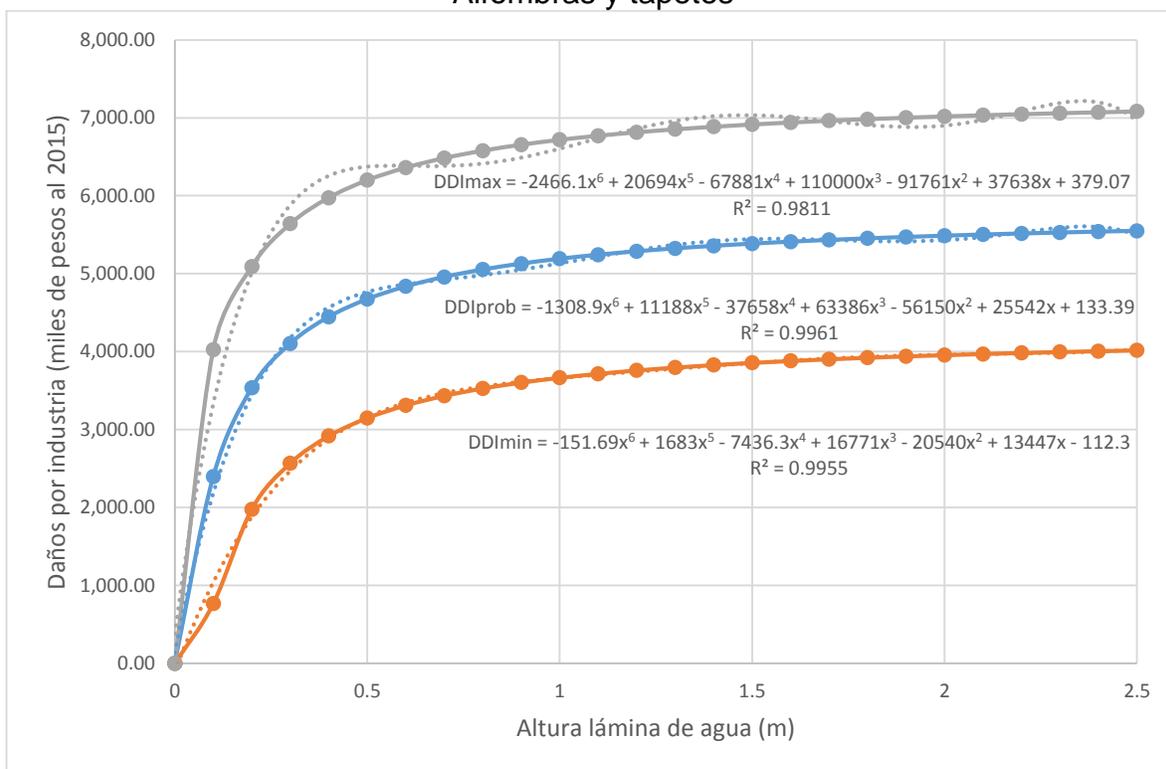


Tabla 4.17

Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de ropa exterior de punto

Actividad económica 315192, Fabricación de ropa exterior de punto	Industria pequeña (miles de pesos)	Industria mediana (miles de pesos)	Industria Grande (miles de pesos)
Número de figura	4.12	4.13	4.14
Inversión total por industria (miles de pesos)	636.91	2,759.93	12,997.63
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	4,720.29	20,454.58	96,328.81
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	10,152.67	43,994.92	207,189.76
Total (miles de pesos 2008)	15,509.87	67,209.43	316,516.19
Total (miles de pesos 2015)	21,098.99	91,428.96	430,575.69

Figura 4.12

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de ropa exterior de punto. Industria pequeña

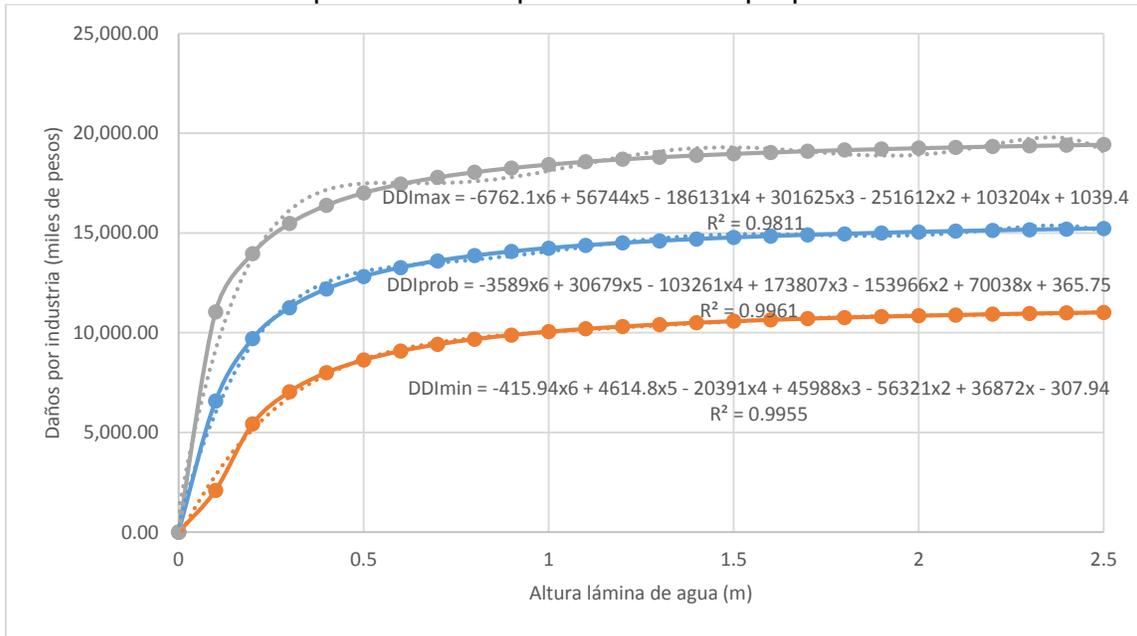


Figura 4.13

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de ropa exterior de punto. Industria mediana

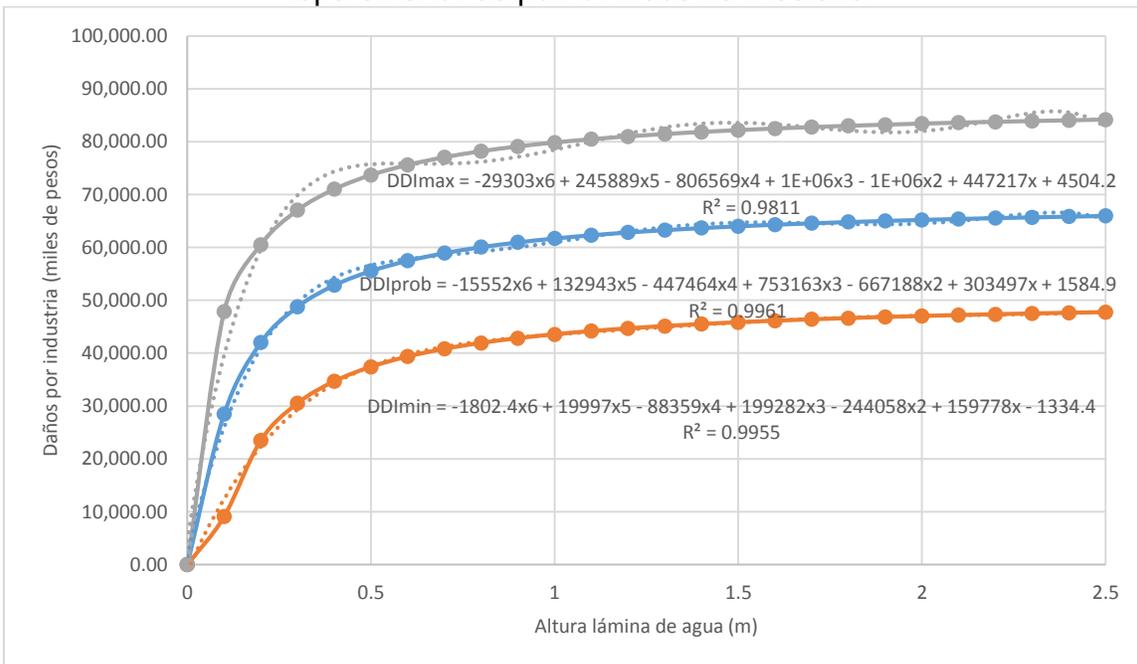


Figura 4.14

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de ropa exterior de punto. Industria grande

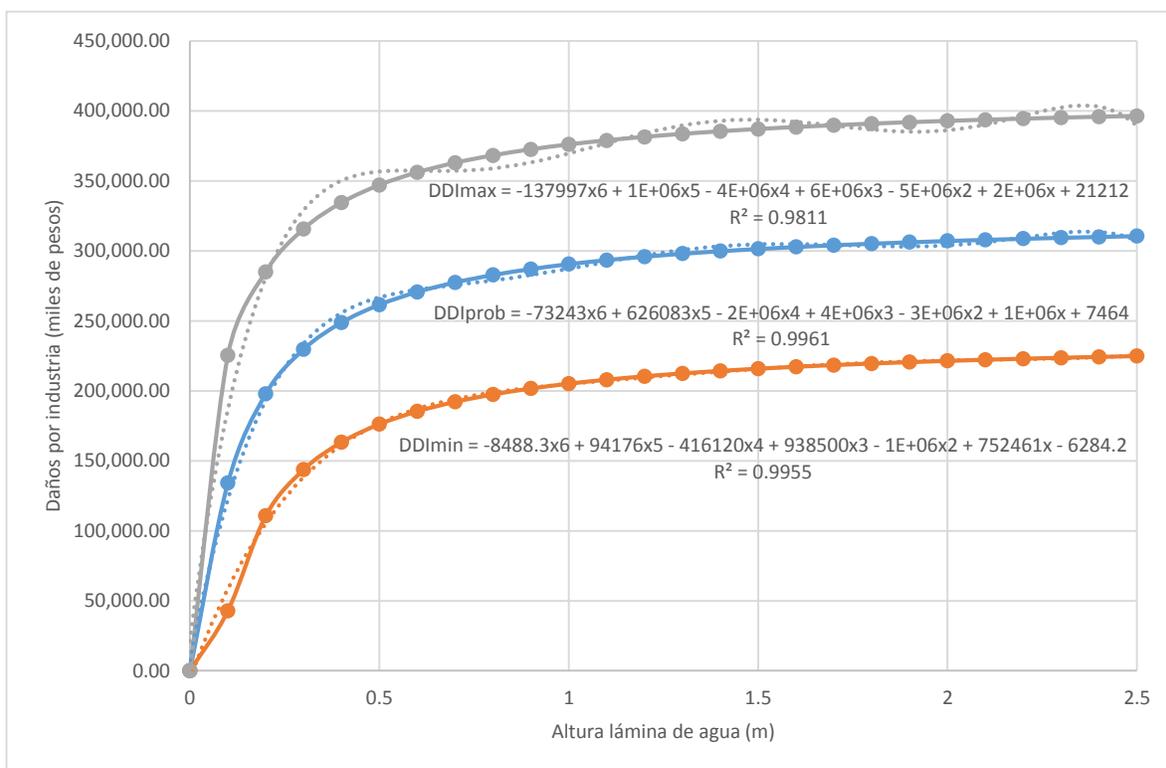


Tabla 4.18

Variables económicas para la actividad económica, Confección en serie de uniformes

Actividad económica 315223 Confección en serie de uniformes	Industria grande (miles de pesos)
Número de figura	4.15
Inversión total por industria (miles de pesos)	27,522.05
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	25,588.06
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	15,637.76
Total (miles de pesos 2008)	68,747.87
Total (miles de pesos 2015)	93,521.79

Figura 4.15

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Confección en serie de uniformes

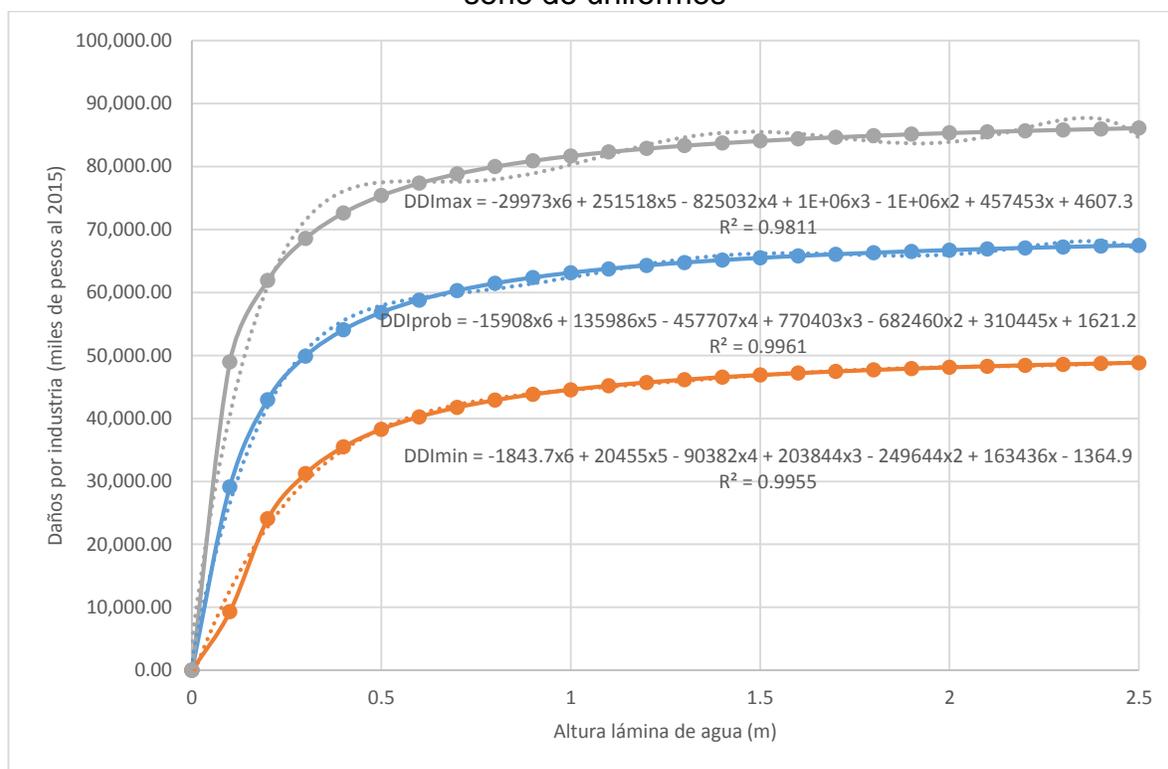


Tabla 4.19

Variables económicas para la actividad económica, Confección en serie de otra ropa exterior de materiales textiles

Actividad económica 315229, Confección en serie de otra ropa exterior de materiales textiles	Industria grande (miles de pesos)
Número de figura	4.16
Inversión total por industria (miles de pesos)	22,065.95
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	31,693.80
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	105,452.78
Total (miles de pesos 2008)	159,212.53
Total (miles de pesos 2015)	216,586.21

Figura 4.16

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Confección en serie de otra ropa exterior de materiales textiles

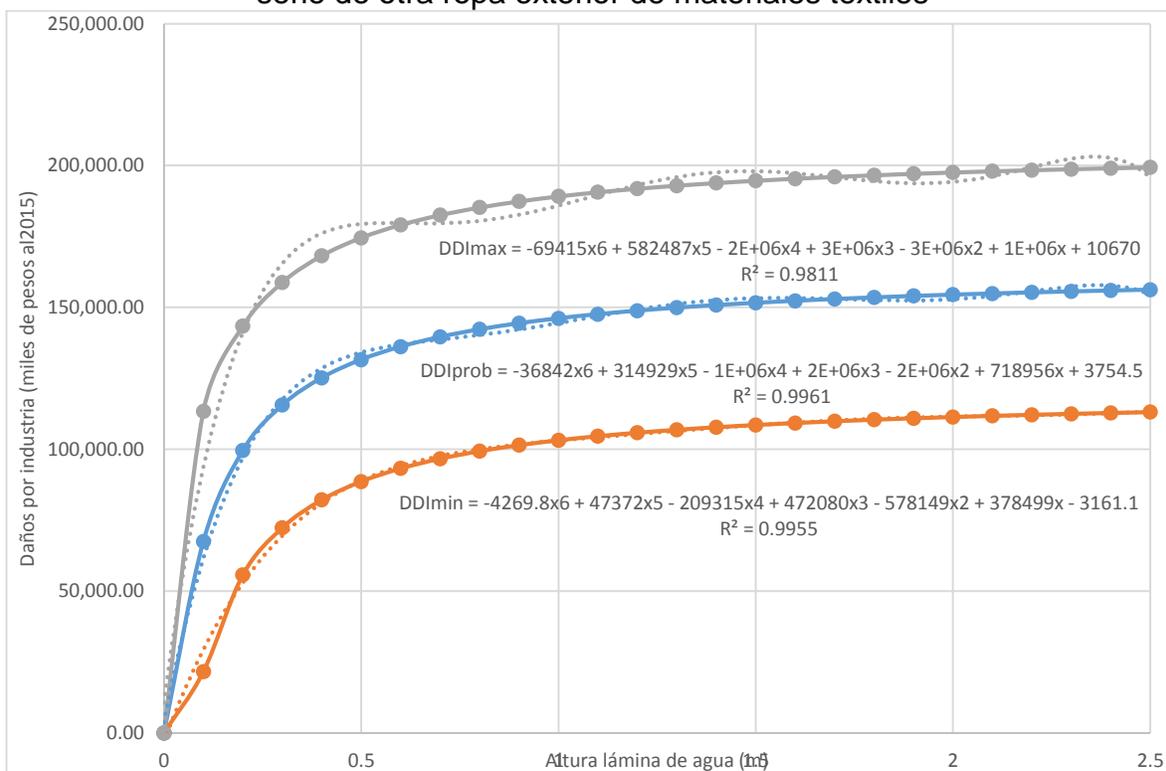


Tabla 4.20

Variables económicas para la actividad económica, Confección en otros accesorios y prendas de vestir no clasificados en otra parte

Actividad económica 315999, Confección en otros accesorios y prendas de vestir no clasificados en otra parte	Industria grande (miles de pesos)
Número de figura	4.17
Inversión total por industria (miles de pesos)	0.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	1.00
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	102.00
Total (miles de pesos 2008)	103.00
Total (miles de pesos 2015)	140.12

Figura 4.17

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Confección en otros accesorios y prendas de vestir no clasificados en otra parte

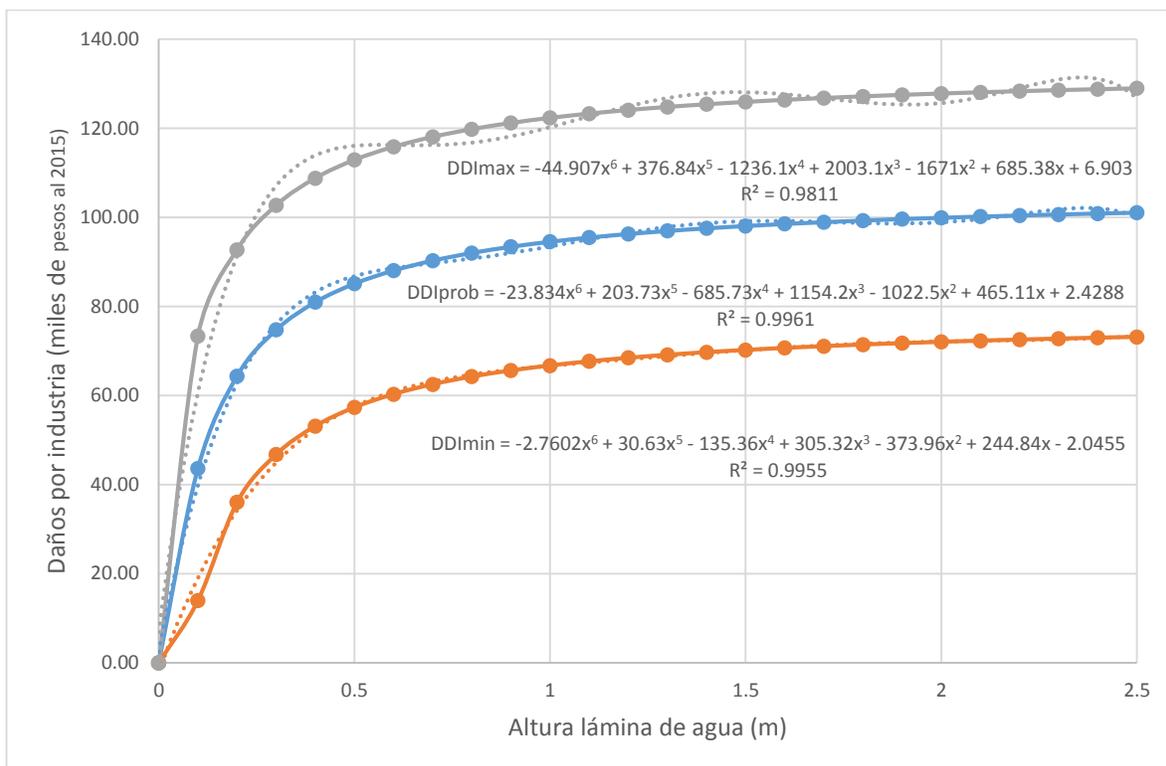


Tabla 4.21

Variables económicas para la actividad económica, Curtido y acabado de cuero y piel

Actividad económica 316110, Curtido y acabado de cuero y piel	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.18
Inversión total por industria (miles de pesos)	1,803.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	9,751.50
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	18,869.00
Total (miles de pesos 2008)	30,423.50
Total (miles de pesos 2015)	41,386.89

Figura 4.18

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Curtido y acabado de cuero y piel

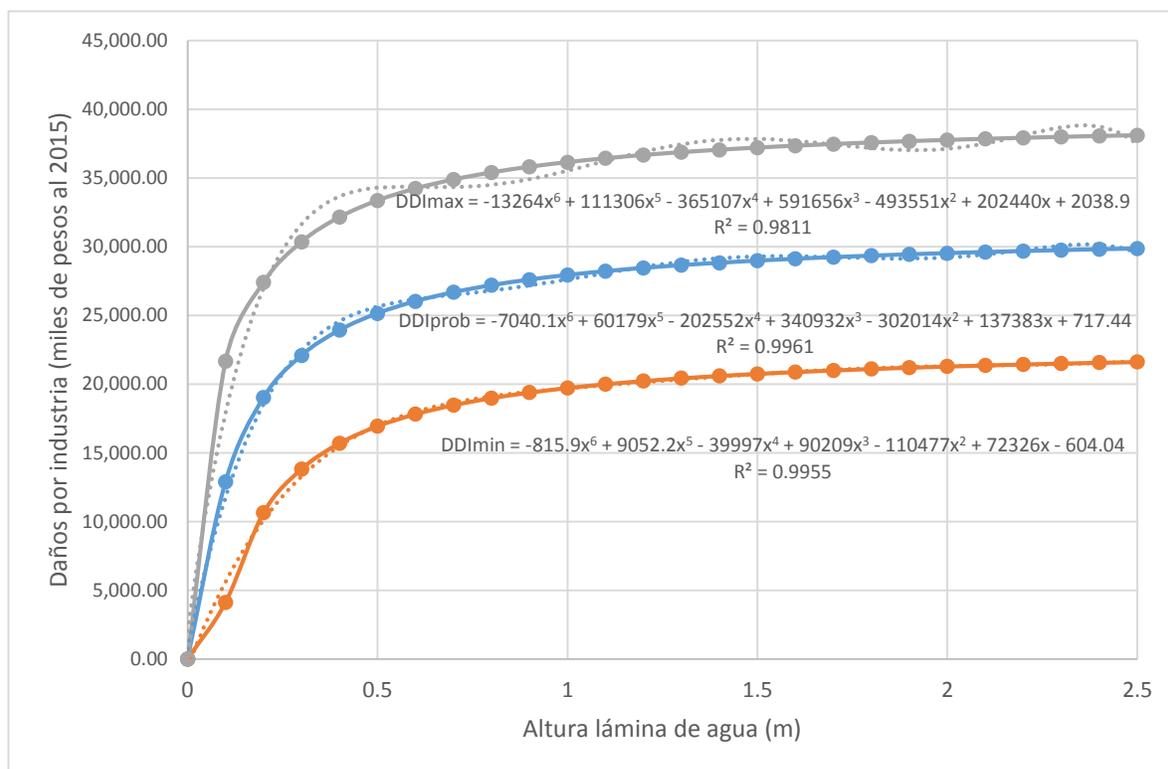


Tabla 4.22

VARIABLES ECONÓMICAS PARA LA ACTIVIDAD ECONÓMICA, FABRICACIÓN DE CALZADO DE PIEL Y CUERO

Actividad económica 316211, Fabricación de calzado con corte de piel y cuero	Industria grande (miles de pesos)
Número de figura	4.19
Inversión total por industria (miles de pesos)	3,788.63
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	20,906.18
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	20,503.63
Total (miles de pesos 2008)	45,198.44
Total (miles de pesos 2015)	61,486.11

Figura 4.19

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de calzado de piel y cuero

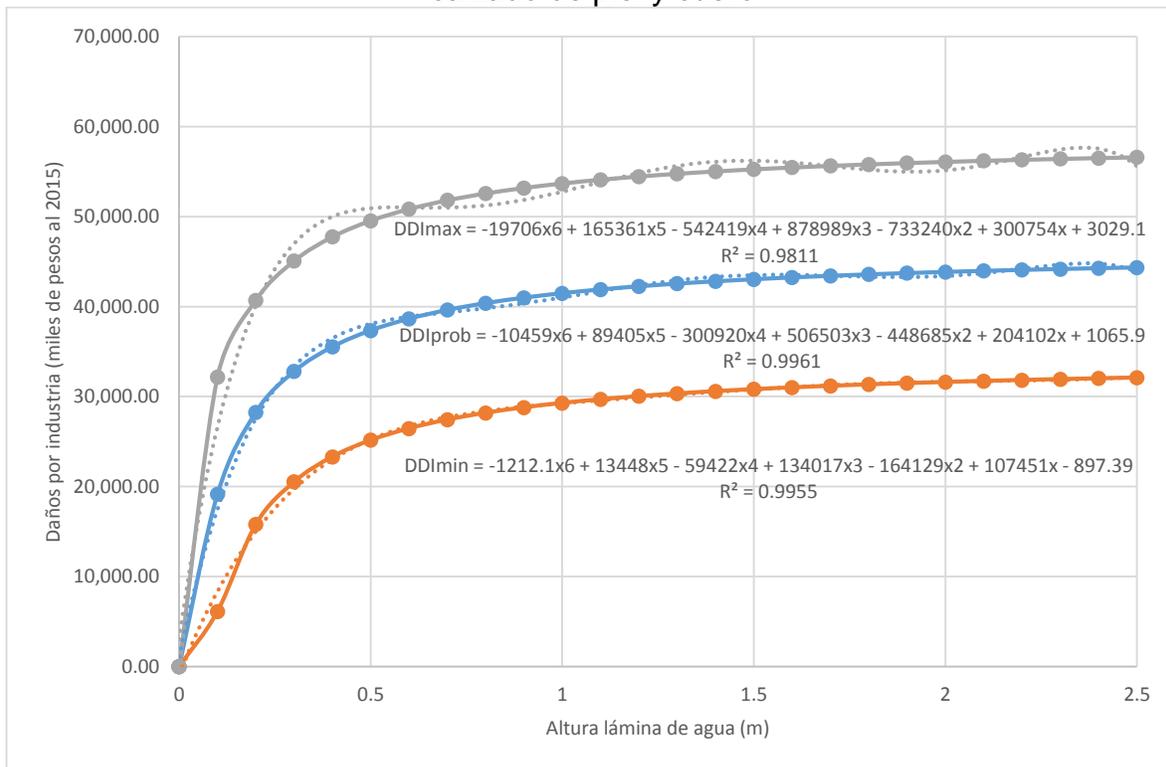


Tabla 4.23

Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de laminados y aglutinados de madera

Actividad económica 321210, Fabricación de laminados y aglutinados de madera	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.20
Inversión total por industria (miles de pesos)	6,401.52
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	13,648.42
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	41,337.08
Total (miles de pesos 2008)	61,387.01
Total (miles de pesos 2015)	83,508.38

Figura 4.20

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de laminados y aglutinados de madera

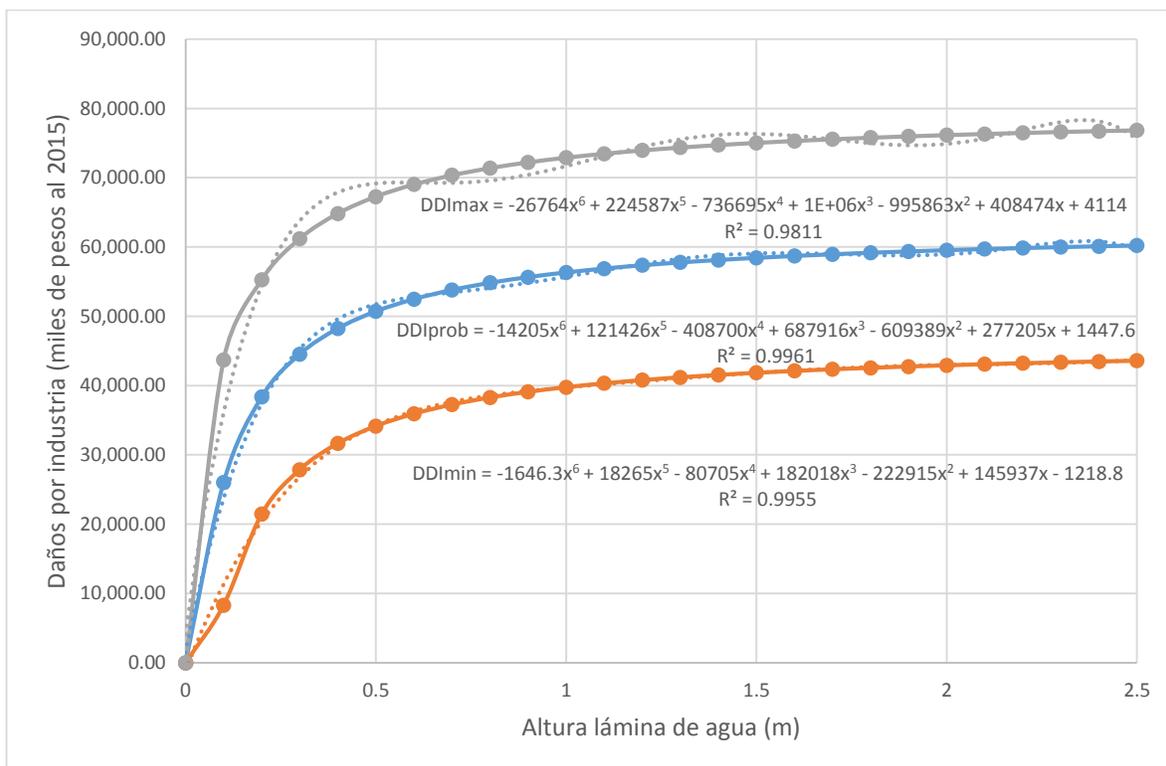


Tabla 4.24

Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de bolsas de papel y productos celulósicos recubiertos de tratados

Actividad económica 322220, Fabricación de bolsas de papel y productos celulósicos recubiertos de tratados	Micro industria (miles de pesos)	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.21	4.22
Inversión total por industria (miles de pesos)	87.71	2,648.95
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	349.42	10,552.51
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	549.33	16,589.74
Total (miles de pesos 2008)	986.46	29,791.20
Total (miles de pesos 2015)	1,341.94	40,526.72

Figura 4.21

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de bolsas de papel y productos celulósicos recubiertos de tratados. Industria micro

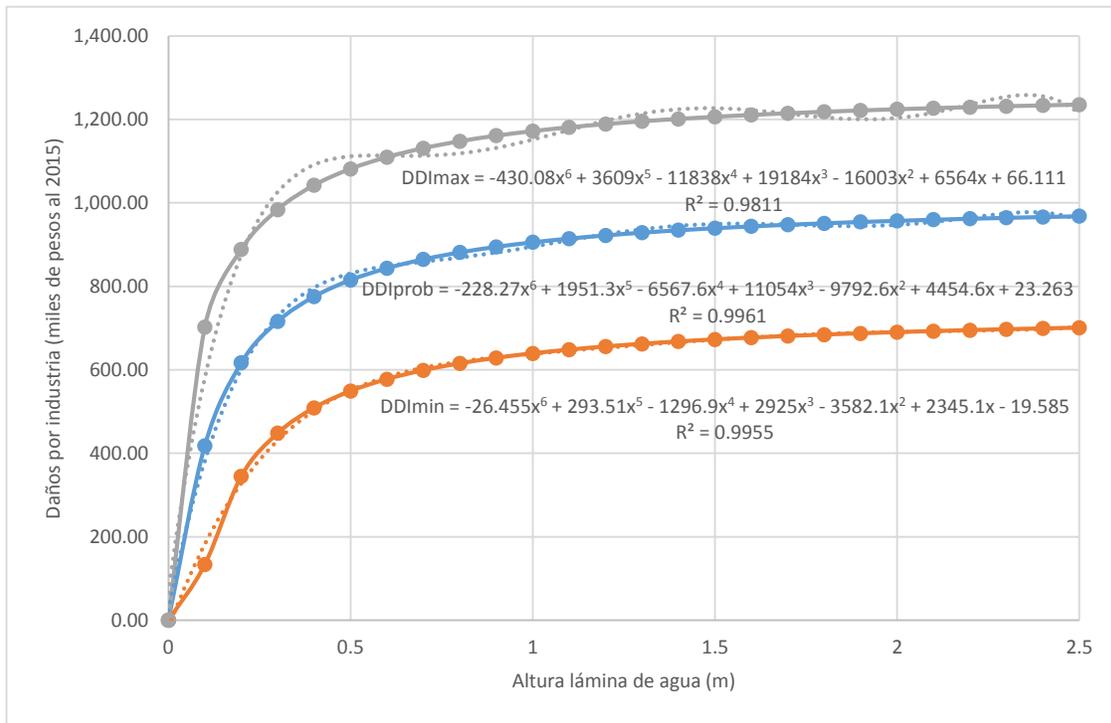


Figura 4.22

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de bolsas de papel y productos celulósicos recubiertos de tratados. Industria mediana

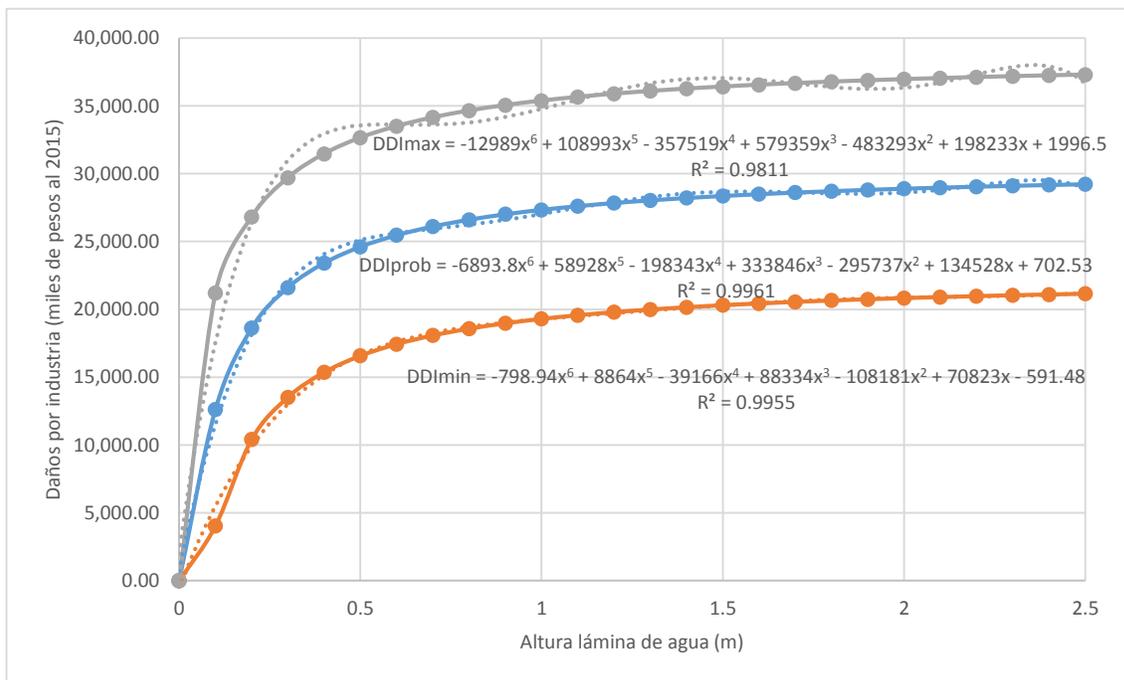


Tabla 4.25  
 Variables económicas para la actividad económica, Impresión de formas continuas y otros impresos

Actividad económica 323119, Impresión de formas continuas y otros impresos	Micro Industria (miles de pesos)
Número de figura	4.23
Inversión total por industria (miles de pesos)	4.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	7.08
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	169.85
Total (miles de pesos 2008)	180.92
Total (miles de pesos 2015)	246.12

Figura 4.23  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Impresión de formas continuas y otros impresos

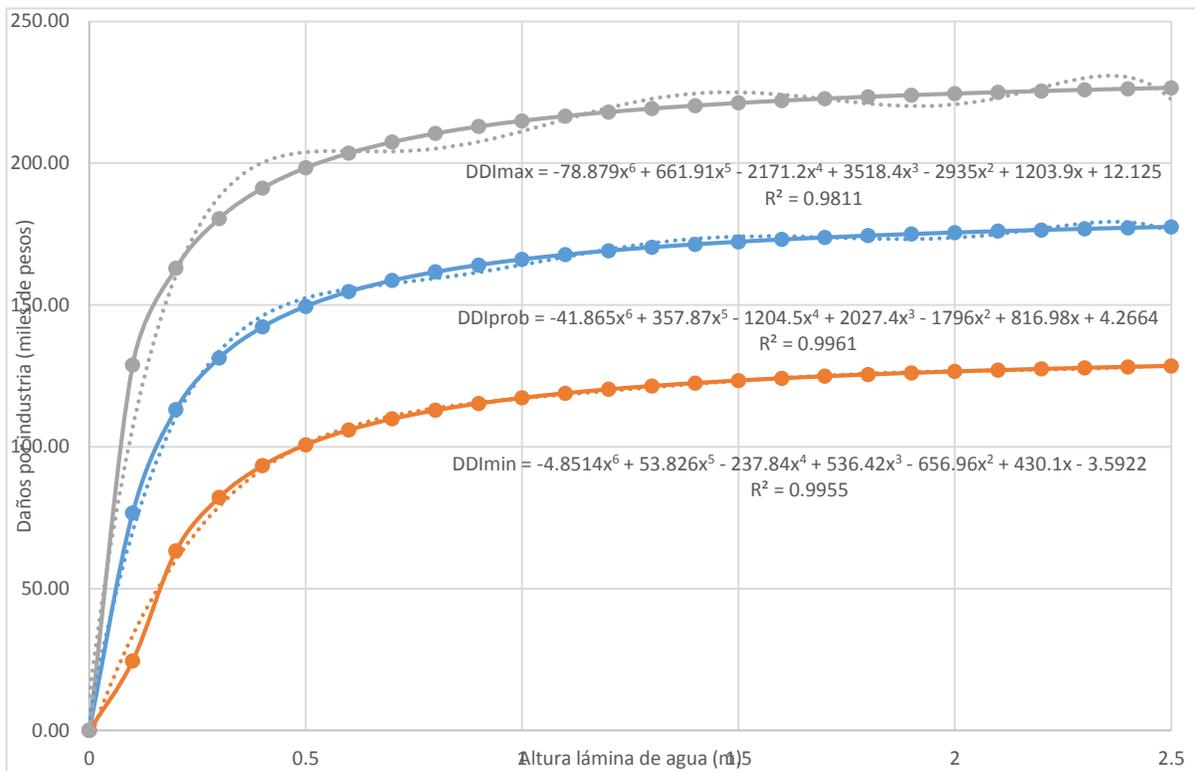


Tabla 4.26  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos

Actividad económica 325130, Fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.24
Inversión total por industria (miles de pesos)	2,921.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	1,299.50
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	3,164.00
Total (miles de pesos 2008)	7,384.50
Total (miles de pesos 2015)	10,045.57

Figura 4.24  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos

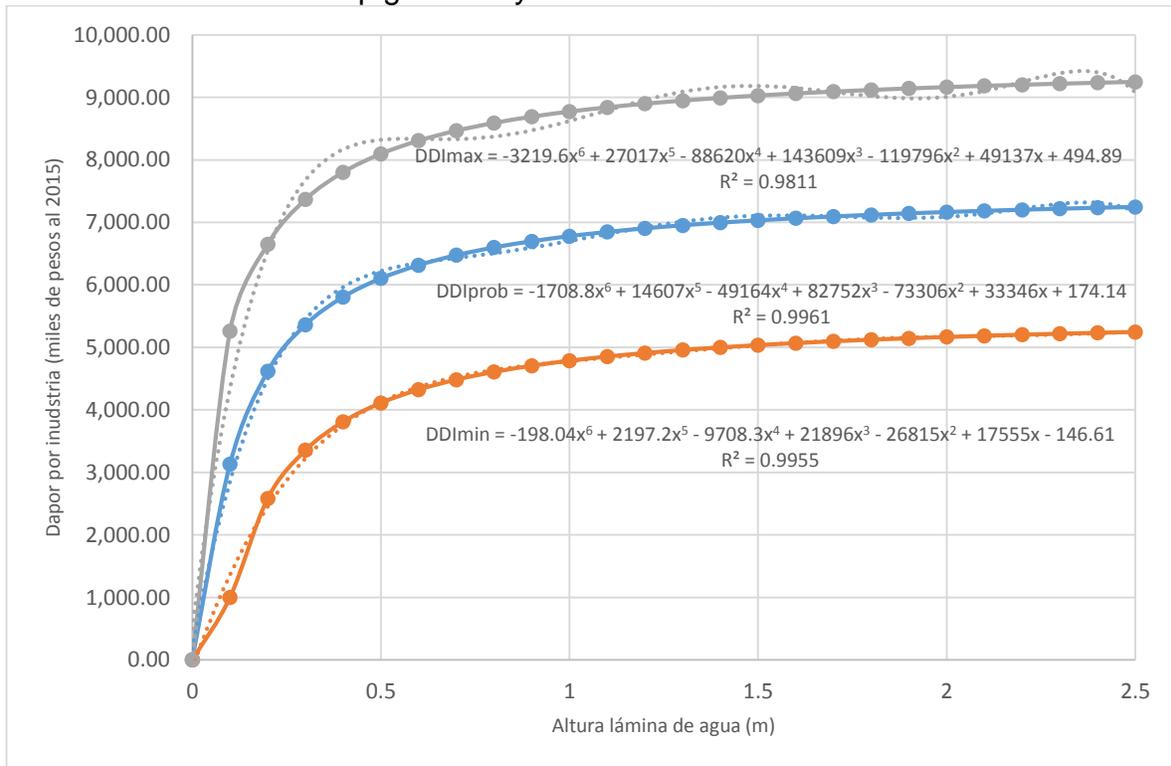
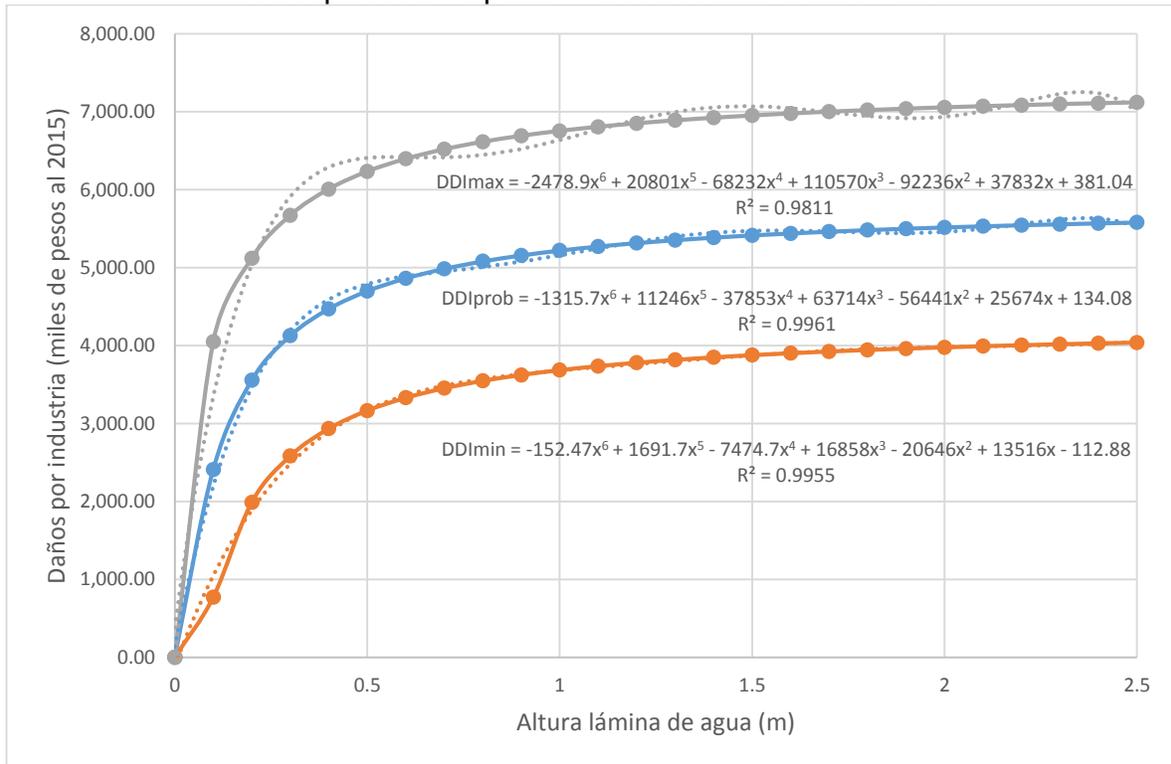


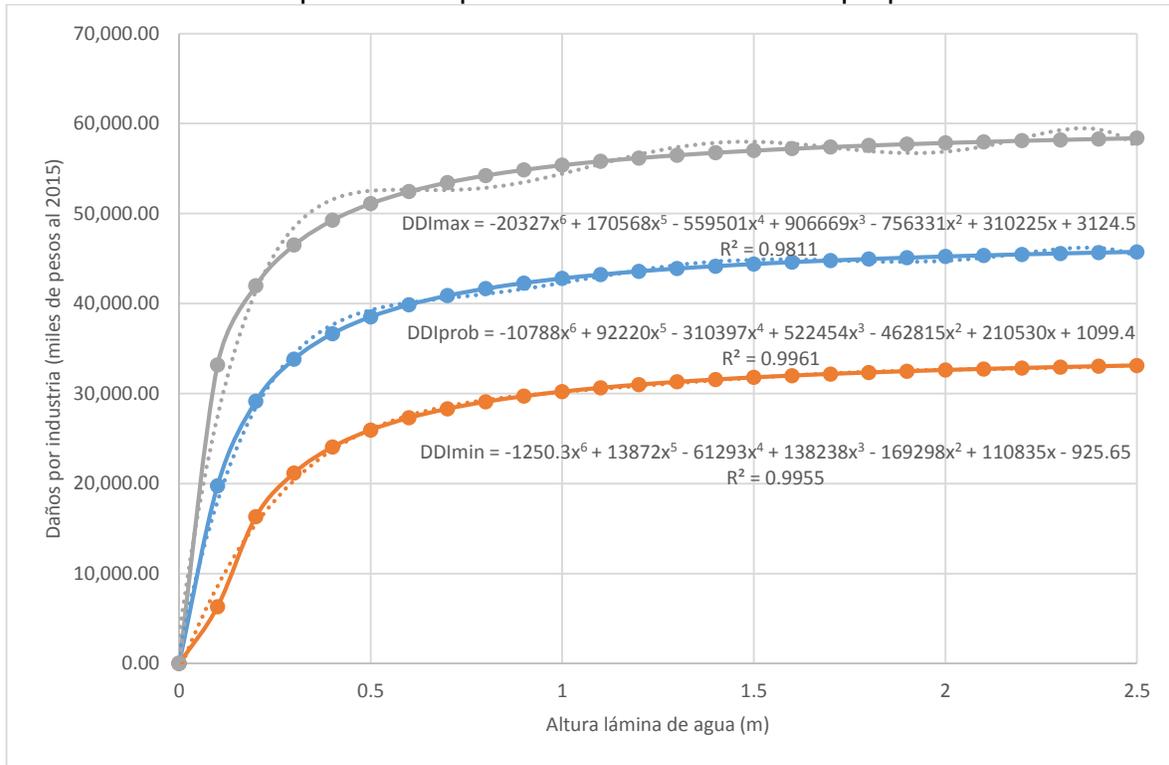
Tabla 4.27  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de otros productos químicos básicos

Actividad económica 325190, Fabricación de otros productos químicos básicos	Micro industria (miles de pesos)	Industria pequeña (miles de pesos)	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.25	4.26	4.26
Inversión total por industria (miles de pesos)	211.11	1,731.08	1,731.08
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	826.63	6,778.34	6,246.38
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	4,647.85	38,112.38	38,112.38
Total (miles de pesos 2008)	5,685.59	46,621.81	46,621.81
Total (miles de pesos 2015)	7,734.44	63,422.40	63,422.40

Figura 4.25  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos químicos básicos. Micro industria



**Figura 4.26**  
**Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos químicos básicos. Industria pequeña**



**Tabla 4.28**  
**Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de resinas sintéticas**

Actividad económica 325211, Fabricación de resinas sintéticas	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.27
Inversión total por industria (miles de pesos)	12,329.24
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	28,069.40
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	32,258.51
Total (miles de pesos 2008)	72,657.15
Total (miles de pesos 2015)	98,839.82

Figura 4.27  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de resinas sintéticas

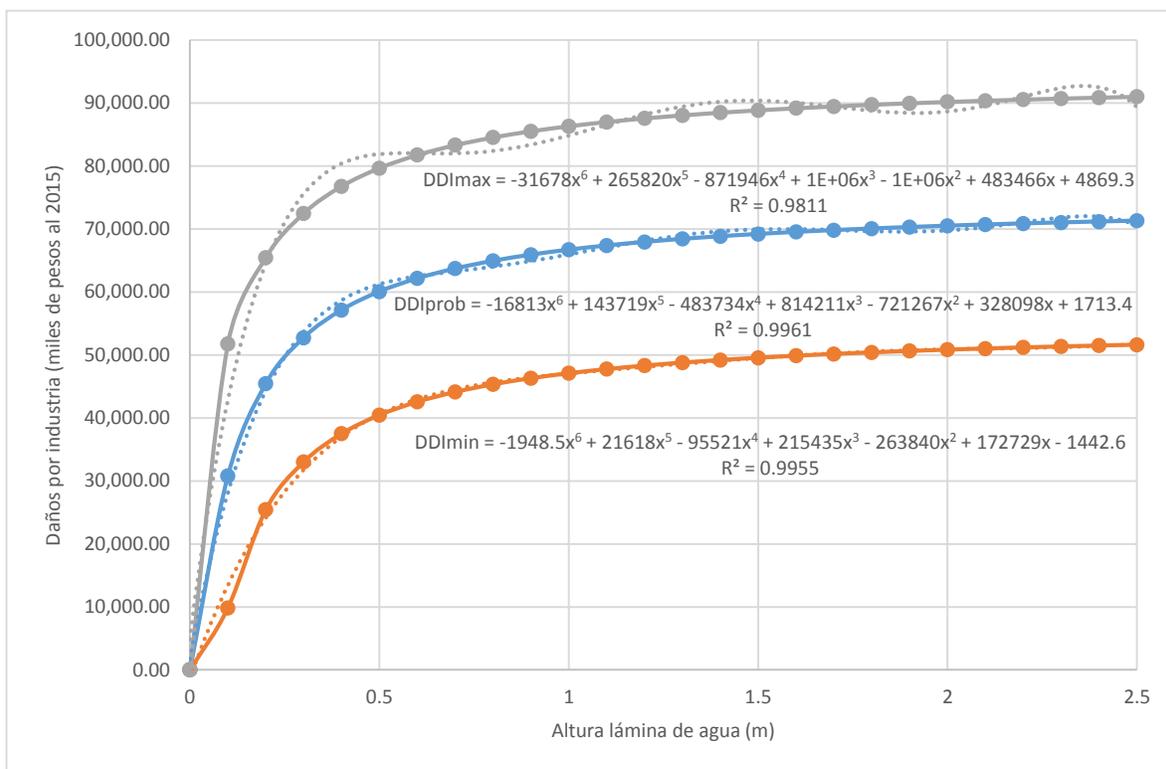


Tabla 4.29  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de reparaciones farmacéuticas

Actividad económica 325412, Fabricación de reparaciones farmacéuticas	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.28
Inversión total por industria (miles de pesos)	24,826.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	198,545.50
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	475,805.00
Total (miles de pesos 2008)	699,176.50
Total (miles de pesos 2015)	951,131.14

Figura 4.28  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de reparaciones farmacéuticas

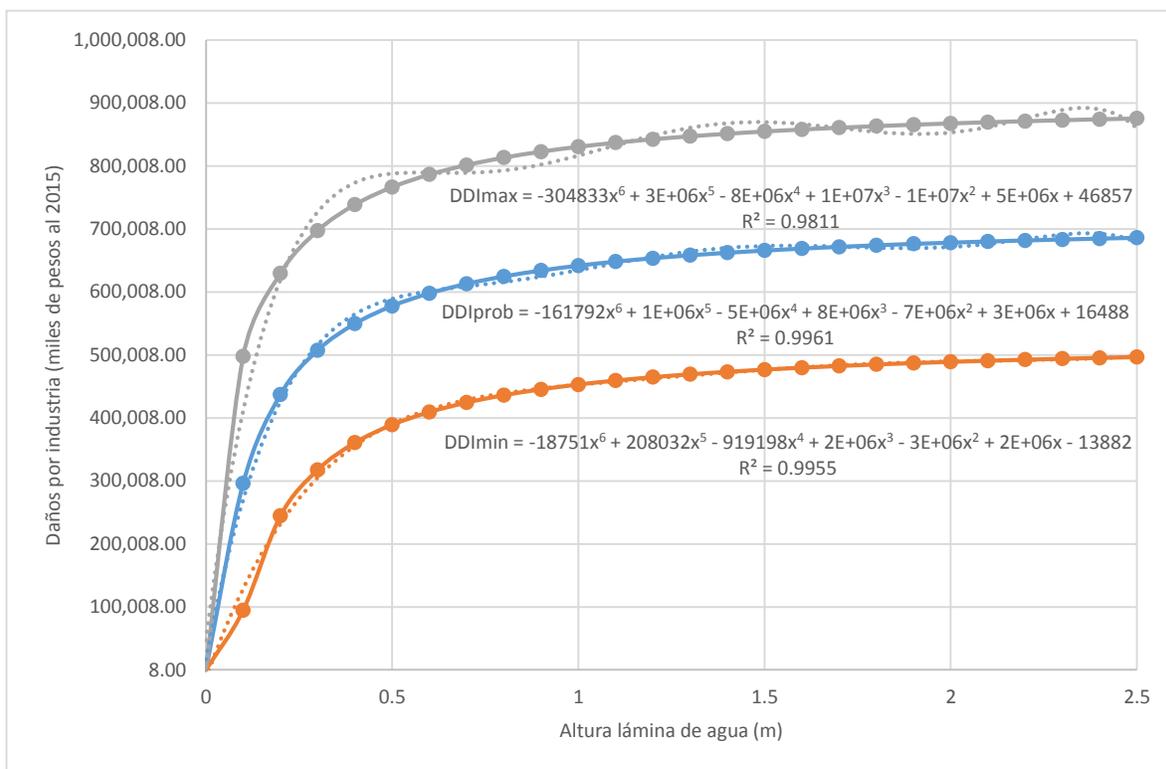
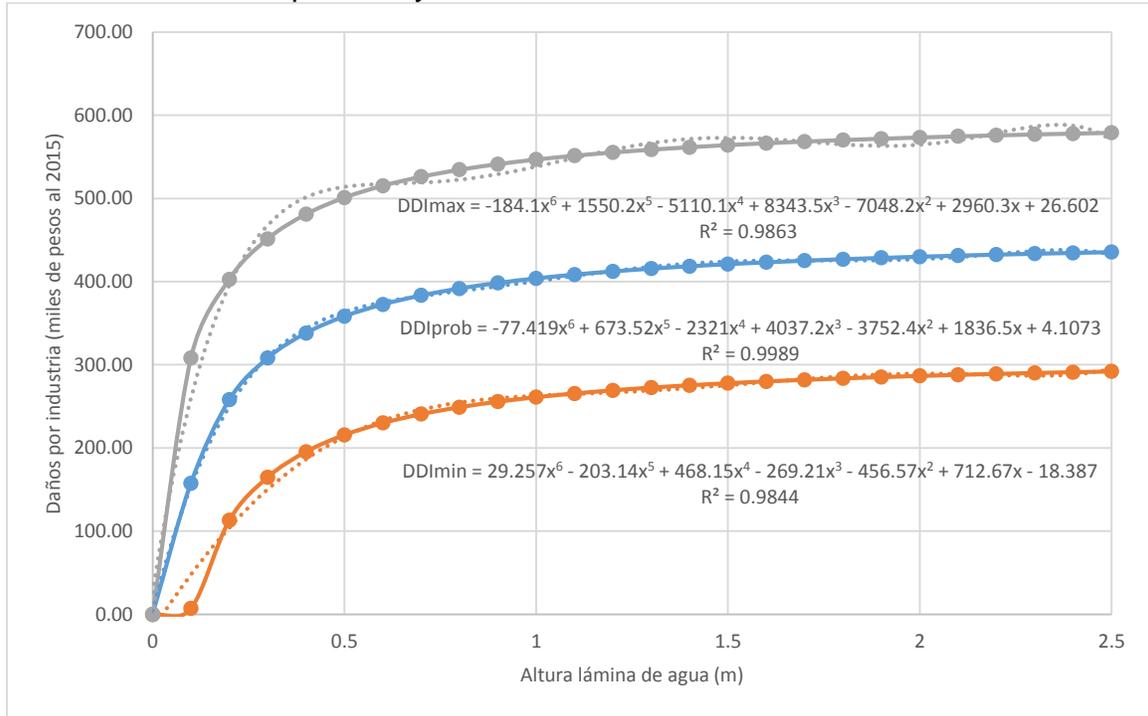


Tabla 4.30  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de pinturas y recubrimientos

Actividad económica 325510, Fabricación de pinturas y recubrimientos	Micro industria (miles de pesos)	Industria grande (miles de pesos)	Industria grande (miles de pesos)
Número de figura	4.29	4.30	4.31
Inversión total por industria (miles de pesos)	16.09	486.00	1,129.72
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	71.23	2,151.09	5,128.24
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	357.94	10,809.75	25,127.29
Total (miles de pesos 2008)	445.26	13,446.84	31,257.22
Total (miles de pesos 2015)	605.71	18,292.53	42,521.04

**Figura 4.29**  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de pinturas y recubrimientos. Micro industria



**Figura 4.30**  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de pinturas y recubrimientos. Industria grande

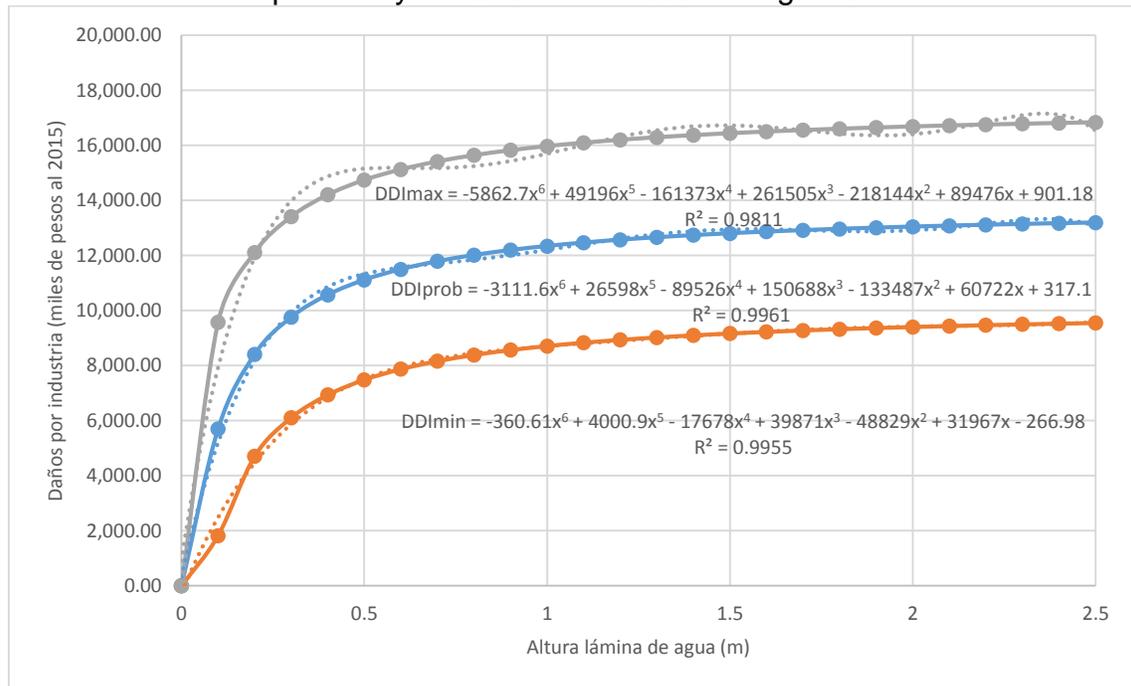


Figura 4.31  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de pinturas y recubrimientos. Industria grande

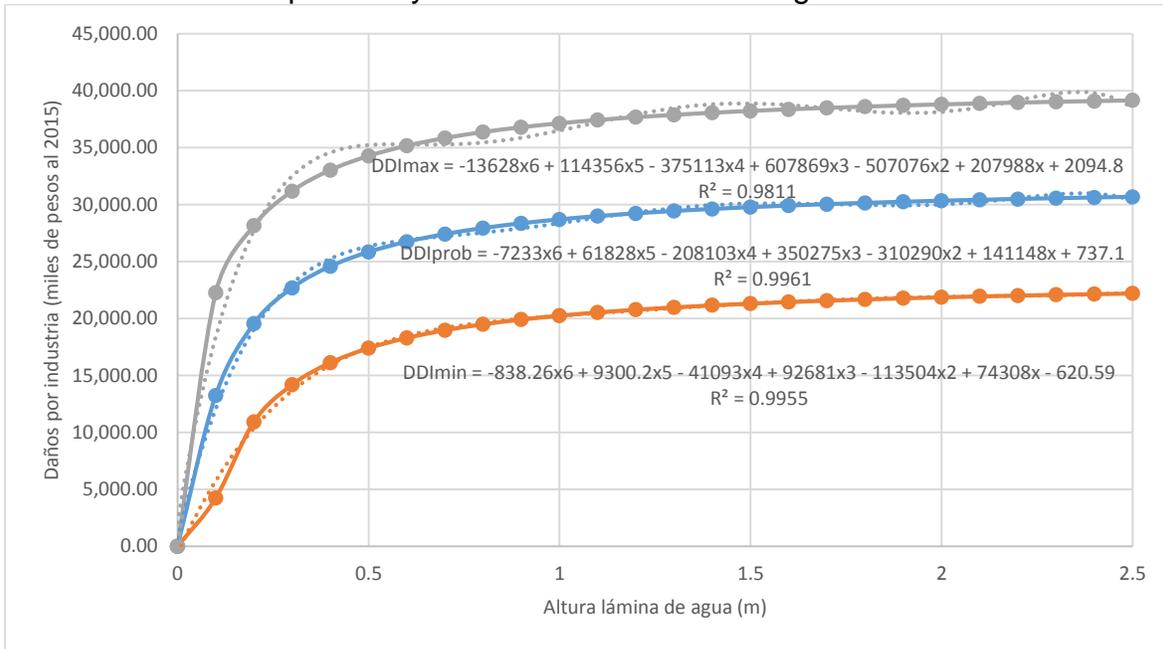
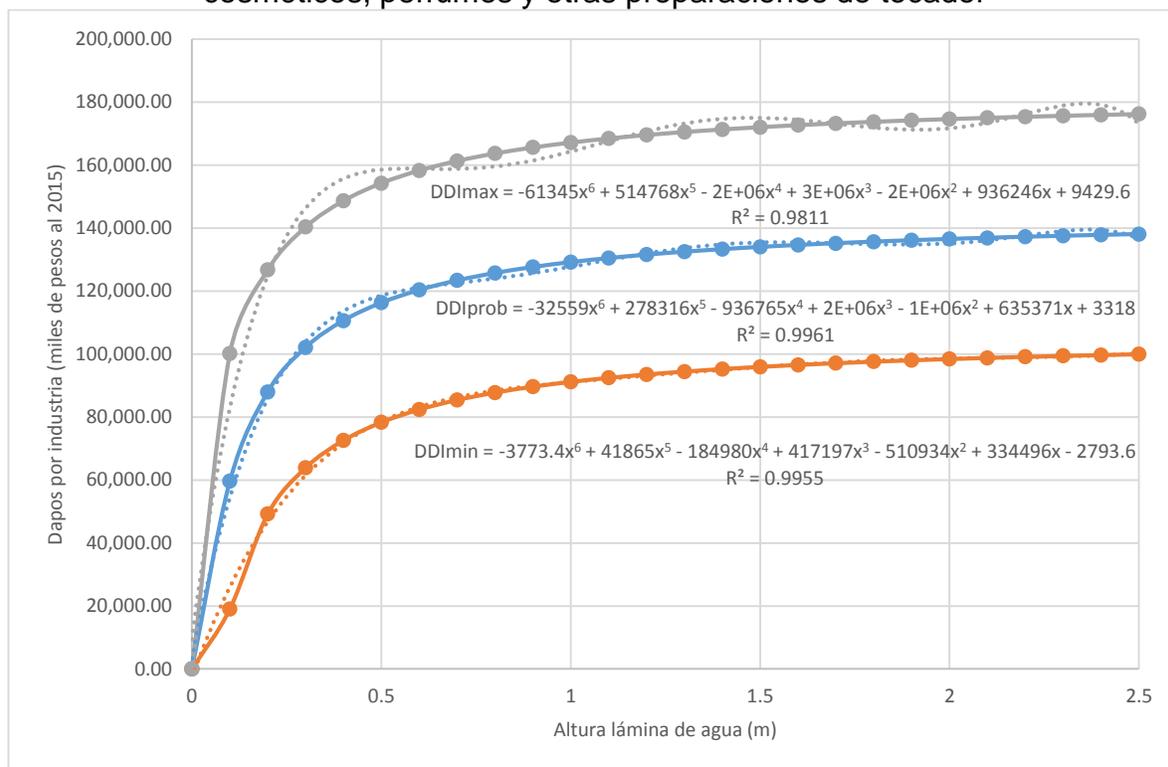


Tabla 4.31  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador

Actividad económica 325620, Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador	Industria grande (miles de pesos)
Número de figura	4.32
Inversión total por industria (miles de pesos)	12,106.70
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	15,903.42
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	112,692.59
Total (miles de pesos 2008)	140,702.71
Total (miles de pesos 2015)	191,406.22

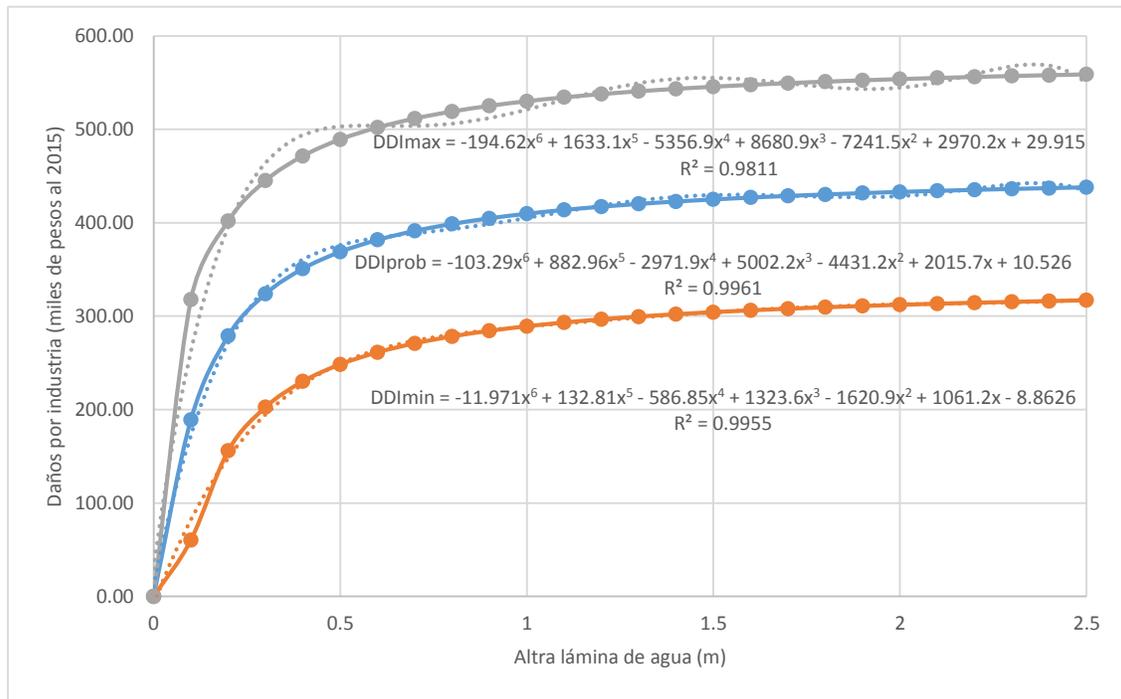
**Figura 4.32**  
**Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador**



**Tabla 4.32**  
**VARIABLES ECONÓMICAS PARA LA ACTIVIDAD ECONÓMICA, FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS**

Actividad económica 325999, Fabricación de otros productos químicos	Micro industria (miles de pesos)	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.33	4.34
Inversión total por industria (miles de pesos)	0.00	0.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	10.67	54.00
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	435.71	2,205.22
Total (miles de pesos 2008)	446.38	2,259.21
Total (miles de pesos 2015)	607.24	3,073.34

**Figura 4.33**  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos químicos. Micro industria



**Figura 4.34**  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos químicos. Industria pequeña

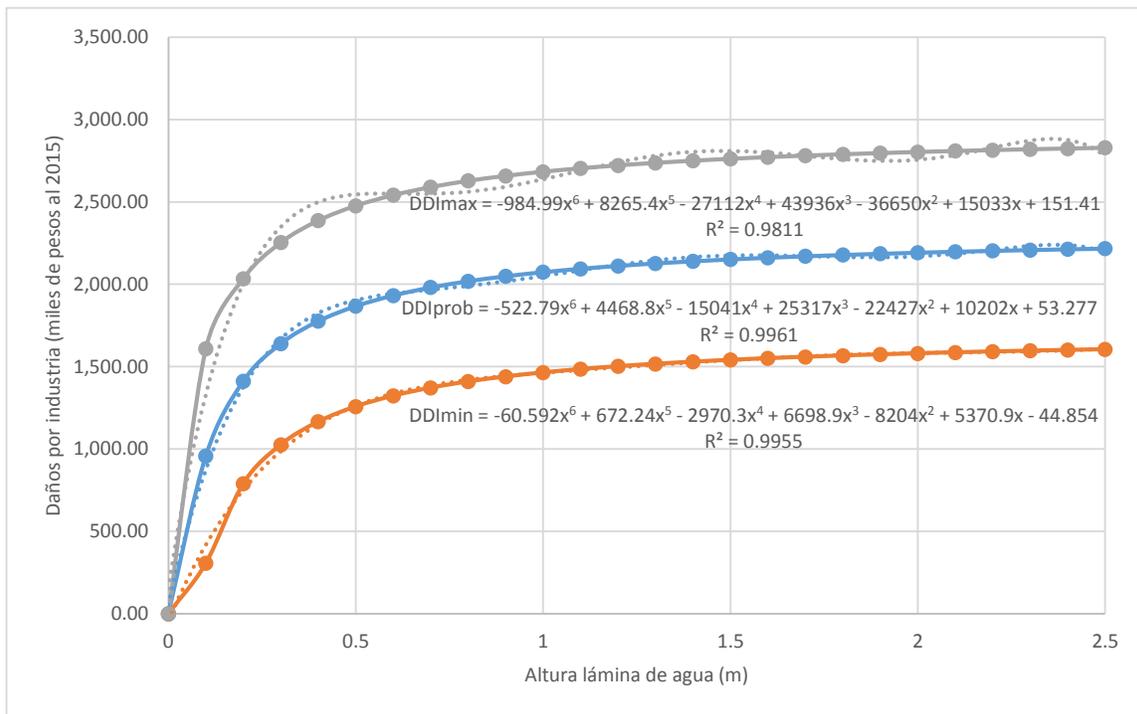
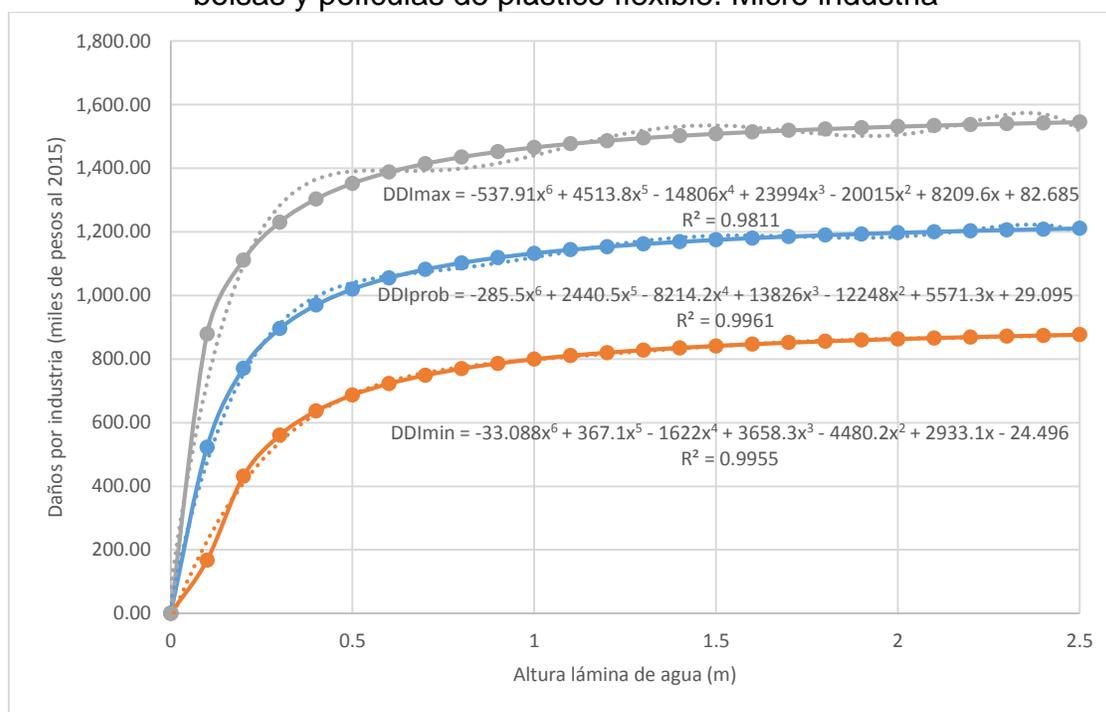


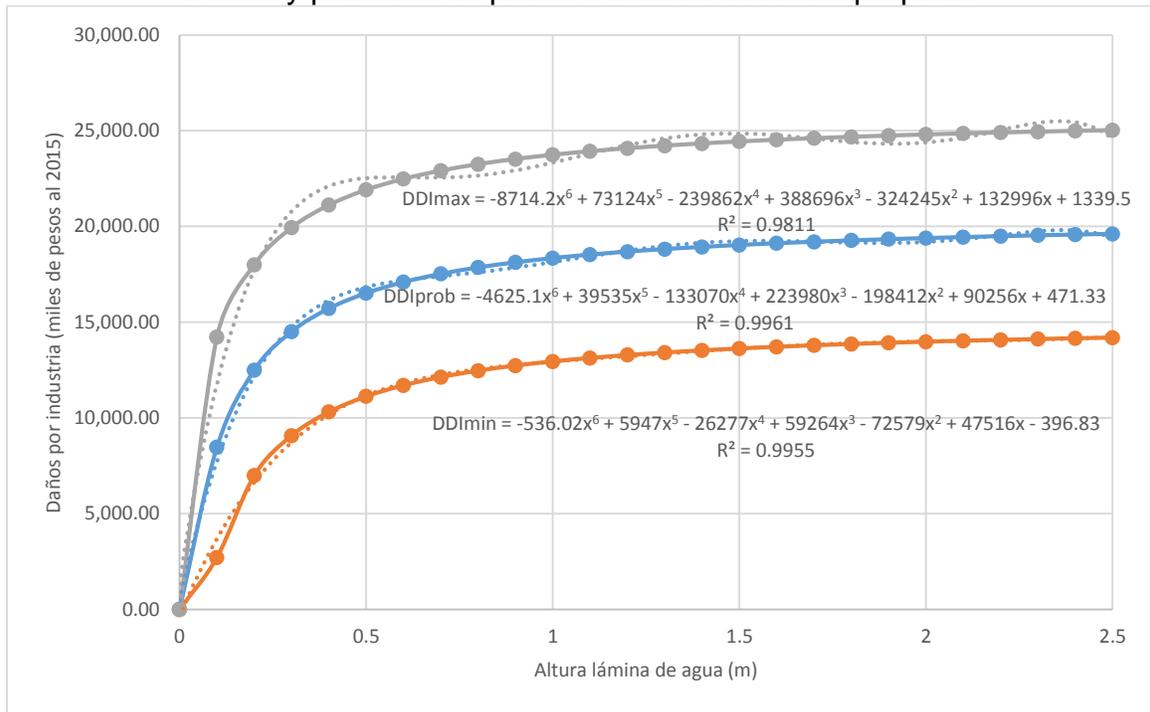
Tabla 4.33  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible

Actividad económica 326110, Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible	Micro industria (miles de pesos)	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.35	4.36
Inversión total por industria (miles de pesos)	169.22	2,741.40
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	144.71	2,344.28
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	919.84	14,901.46
Total (miles de pesos 2008)	1,233.77	19,987.14
Total (miles de pesos 2015)	1,678.38	27,189.69

Figura 4.35  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible. Micro industria



**Figura 4.36**  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible. Industria pequeña



**Tabla 4.34**  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de tubería, conexiones y tubos para embalaje

Actividad económica 326120, Fabricación de tubería, conexiones y tubos para embalaje	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.37
Inversión total por industria (miles de pesos)	8,647.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	6,864.50
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	16,409.00
Total (miles de pesos 2008)	31,920.50
Total (miles de pesos 2015)	43,423.34

Figura 4.37  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de tubería, conexiones y tubos para embalaje

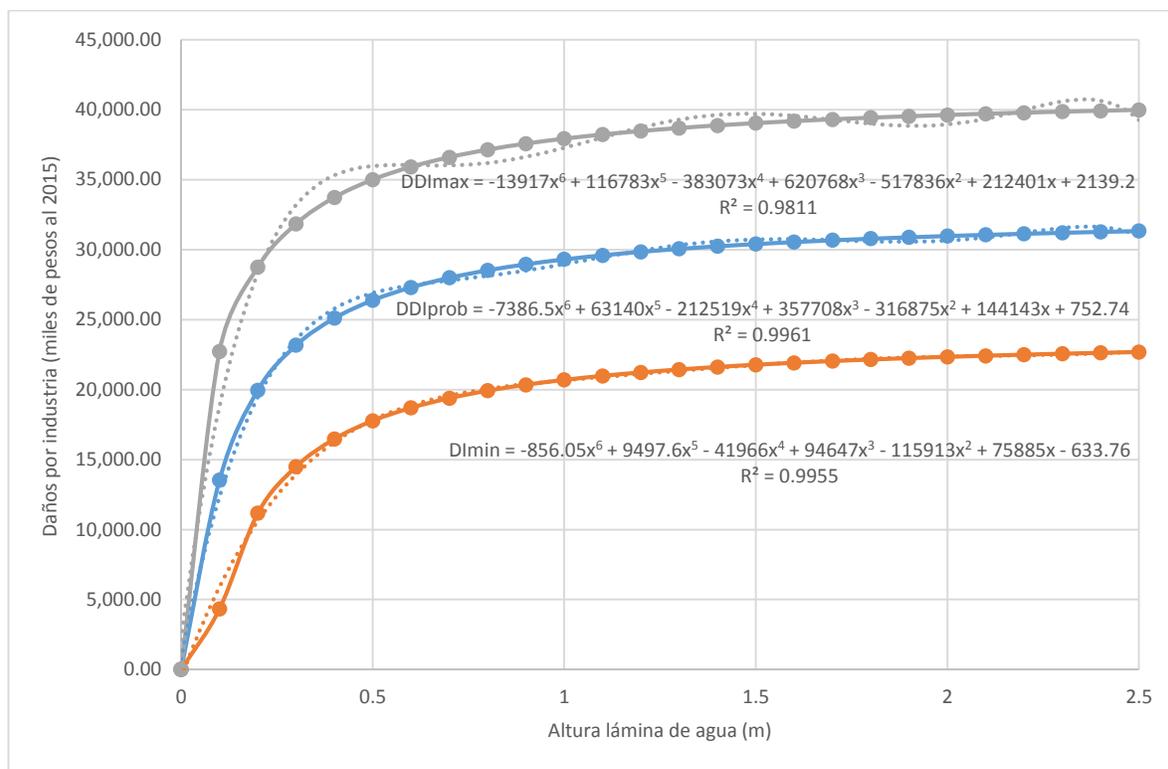
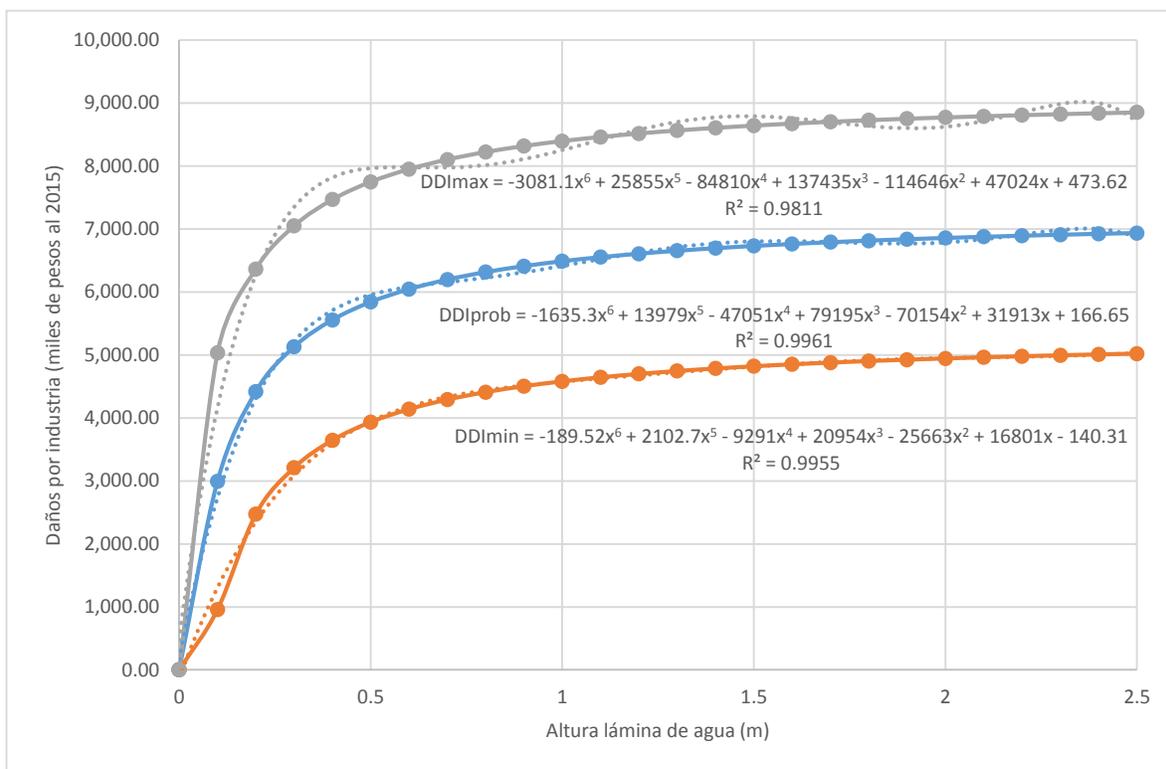


Tabla 4.35  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de autopartes de plástico con y sin reforzamiento

Actividad económica 326192, Fabricación de autopartes de plástico con y sin reforzamiento	Micro industria (miles de pesos)
Número de figura	4.38
Inversión total por industria (miles de pesos)	535.54
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	809.47
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	5,722.01
Total (miles de pesos 2008)	7,067.02
Total (miles de pesos 2015)	9,613.69

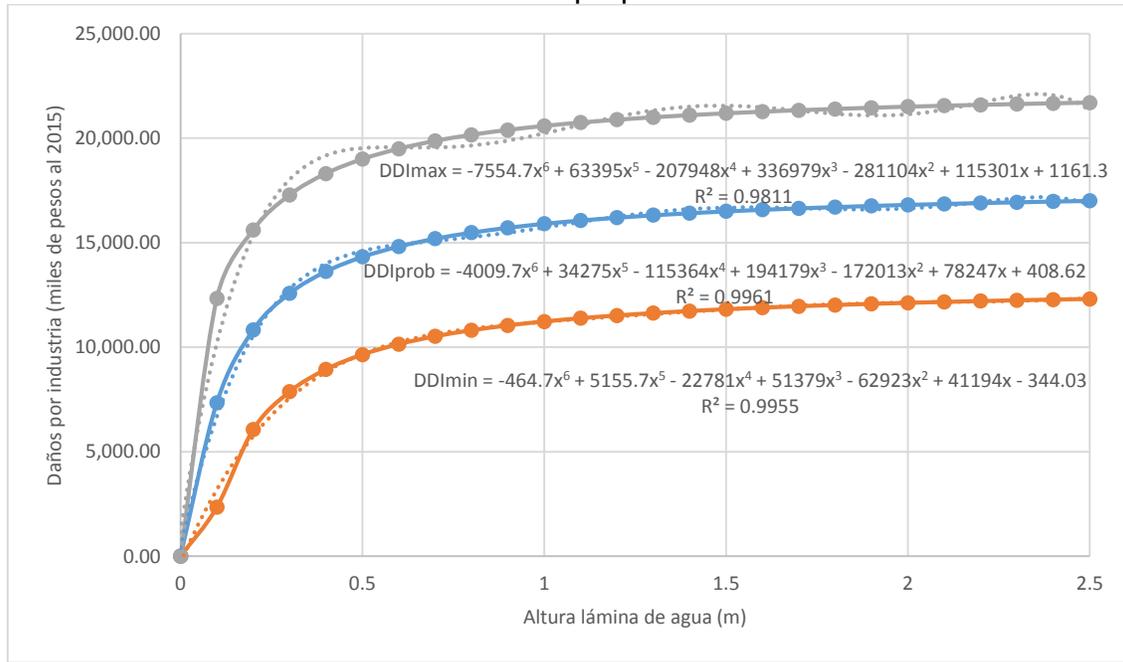
**Figura 4.38**  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de autopartes de plástico con y sin reforzamiento



**Tabla 4.36**  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento

Actividad económica 326193, Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento	Industria pequeña (miles de pesos)	Industria grande (miles de pesos)
Número de figura	4.39	4.40
Inversión total por industria (miles de pesos)	4,730.94	66,348.61
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	4,197.09	58,861.63
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	12,596.87	176,663.43
Total (miles de pesos 2008)	21,524.91	243,012.04
Total (miles de pesos 2015)	23,572.05	330,583.64

**Figura 4.39**  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento. Industria pequeña



**Figura 4.40**  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento. Industria grande

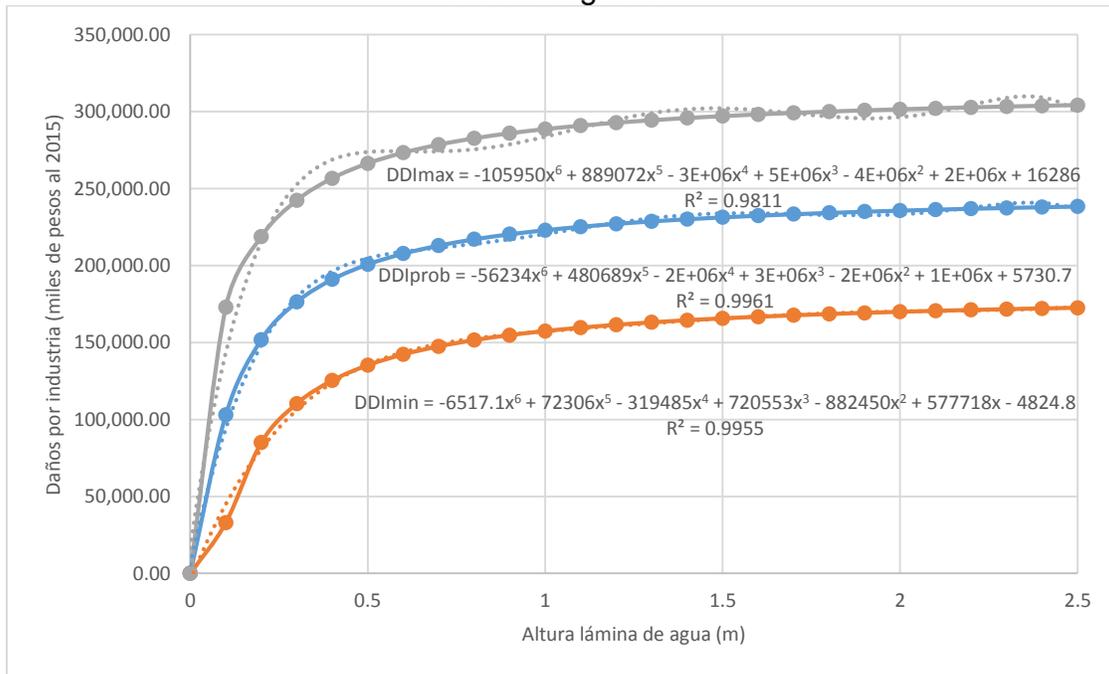


Tabla 4.37  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de otros productos de plástico con reforzamiento

Actividad económica 326198, Fabricación de otros productos de plástico con reforzamiento	Micro industria (miles de pesos)
Número de figura	4.41
Inversión total por industria (miles de pesos)	7.01
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	256.24
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	729.01
Total (miles de pesos 2008)	992.27
Total (miles de pesos 2015)	1,349.84

Figura 4.41  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos de plástico con reforzamiento

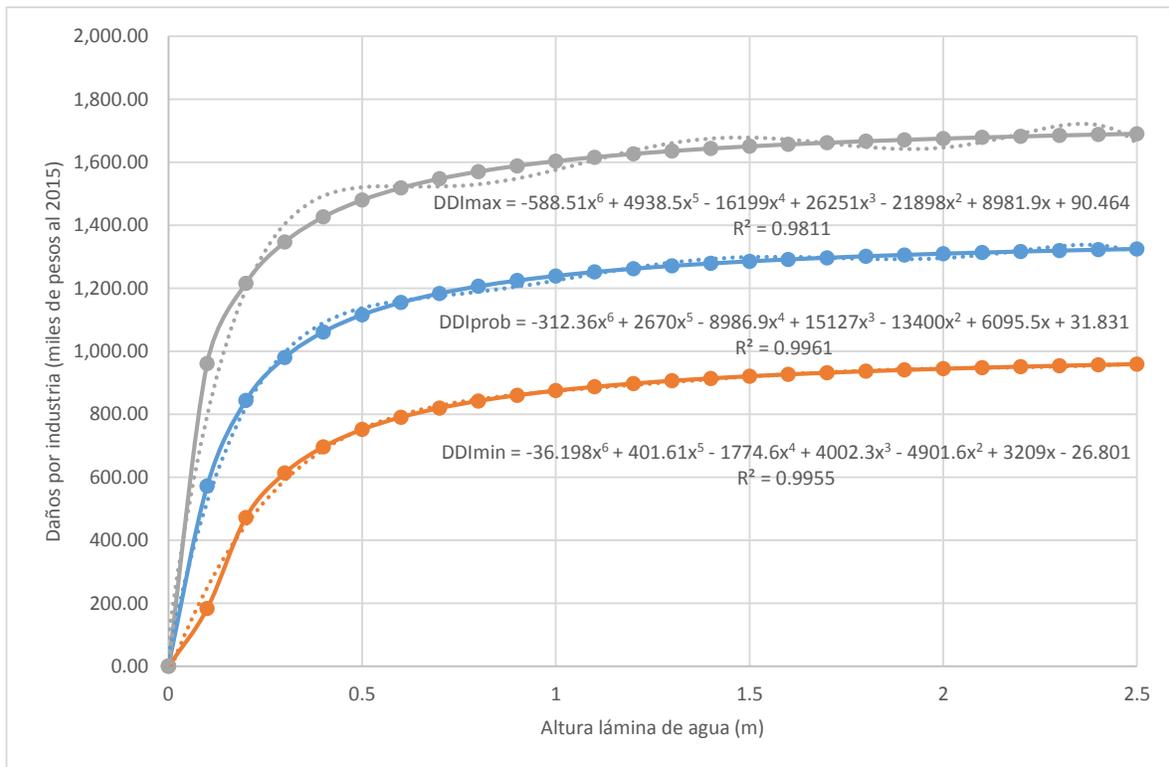


Tabla 4.38  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de otros productos de plástico sin reforzamiento

Actividad económica 326199, Fabricación de otros productos de plástico sin reforzamiento	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.42
Inversión total por industria (miles de pesos)	185.19
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	104.86
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	1,828.72
Total (miles de pesos 2008)	2,118.77
Total (miles de pesos 2015)	2,882.29

Figura 4.42  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos de plástico sin reforzamiento

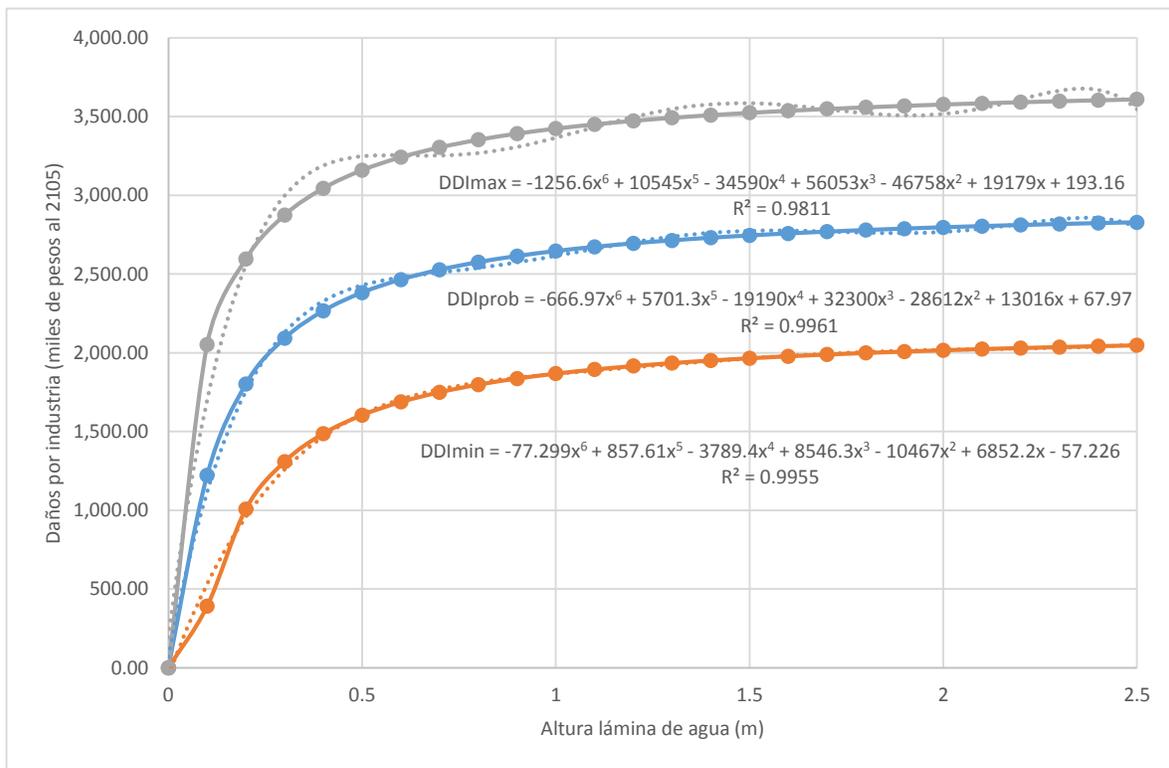


Tabla 4.39  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de otros productos de hule

Actividad económica 326290, Fabricación de otros productos de hule	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.43
Inversión total por industria (miles de pesos)	212.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	1,809.00
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	8,476.00
Total (miles de pesos 2008)	10,497.00
Total (miles de pesos 2015)	14,279.69

Figura 4.43  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otros productos de hule

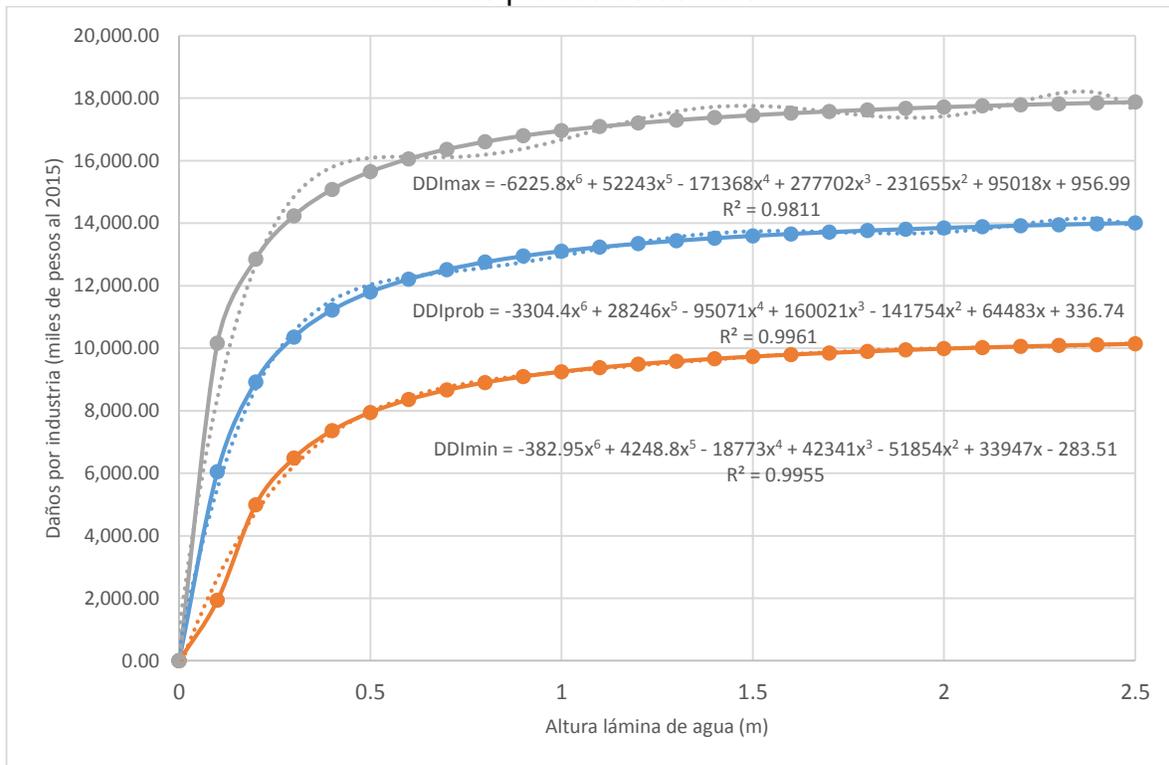


Tabla 4.40  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de muebles de baño

Actividad económica 327112,Fabricación de muebles de baño	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.44
Inversión total por industria (miles de pesos)	137.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	215.50
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	0.00
Total (miles de pesos 2008)	352.50
Total (miles de pesos 2015)	479.53

Figura 4.44  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de muebles de baño

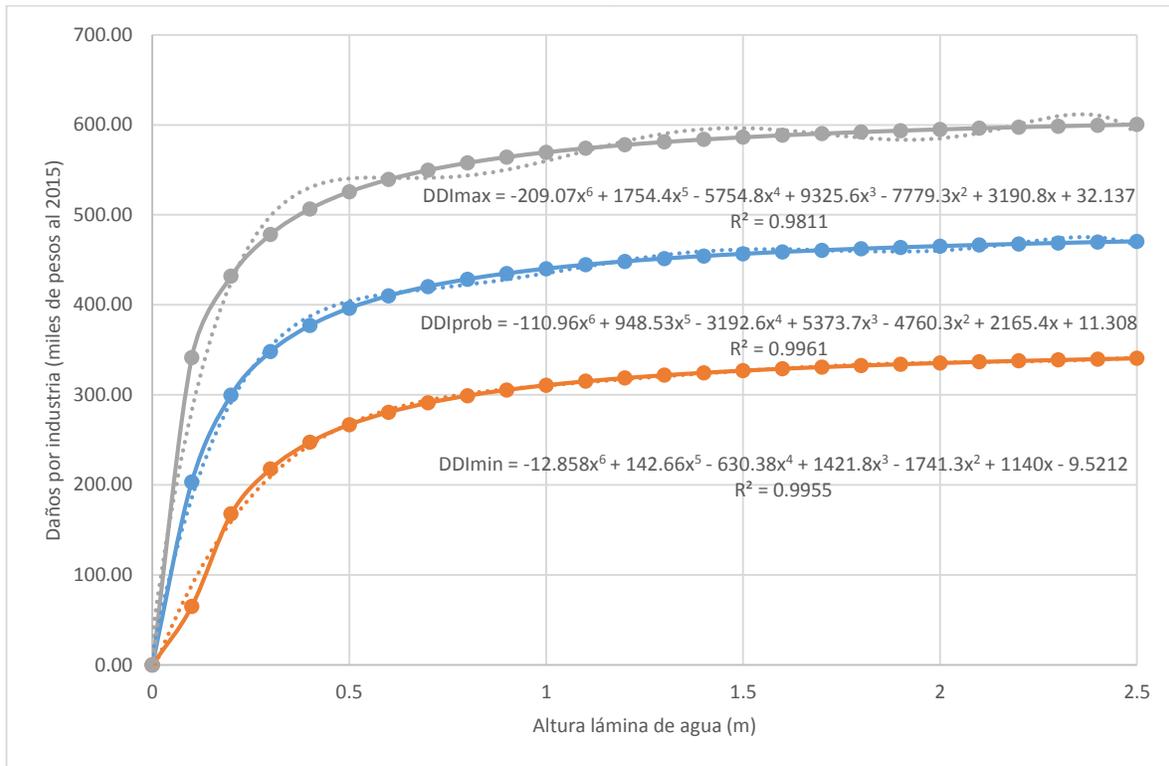


Tabla 4.41  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de ladrillos no refractarios

Actividad económica 327121, Fabricación de ladrillos no refractarios	Micro industria (miles de pesos)
Número de figura	4.45
Inversión total por industria (miles de pesos)	0.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	2.50
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	601.75
Total (miles de pesos 2008)	604.25
Total (miles de pesos 2015)	822.00

Figura 4.45  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de ladrillos no refractarios

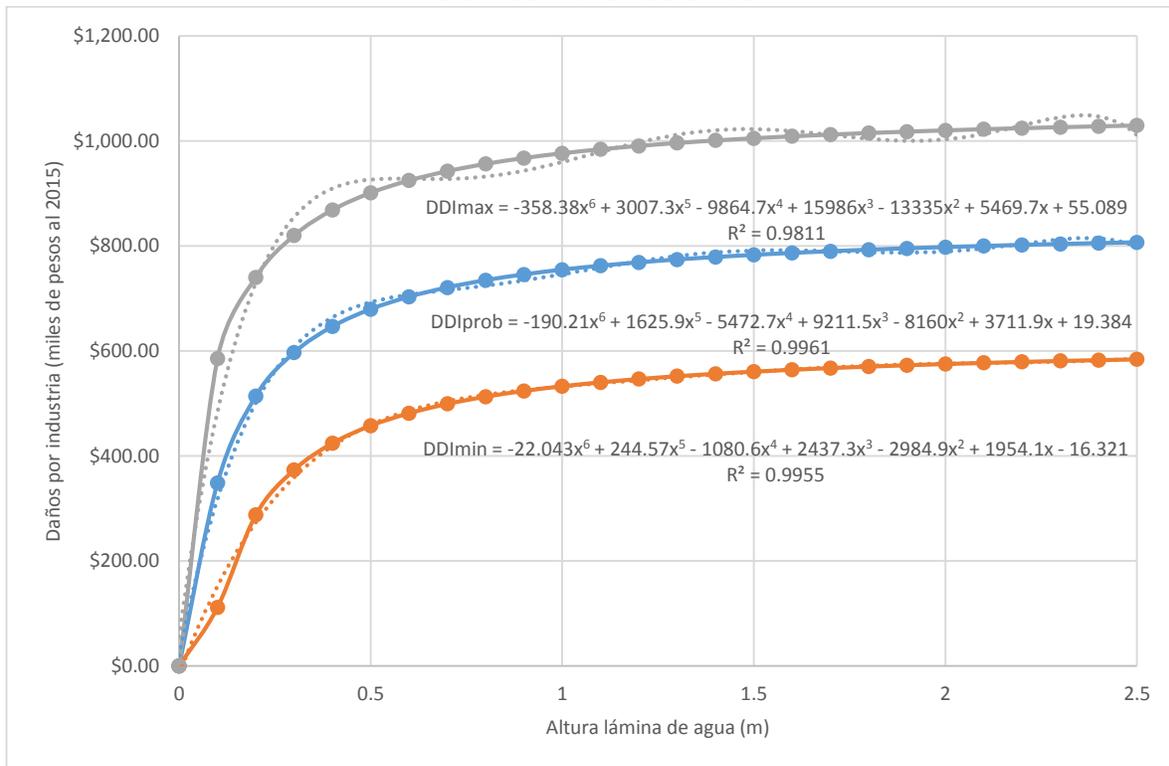


Tabla 4.42  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de envases y  
 ampollitas de vidrio

Actividad económica 327213, Fabricación de envases y ampollitas de vidrio	Industria grande (miles de pesos)
Número de figura	4.46
Inversión total por industria (miles de pesos)	89,823.64
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	66,910.27
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	313,888.73
Total (miles de pesos 2008)	470,622.64
Total (miles de pesos 2015)	640,215.81

Figura 4.46  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de envases y ampollitas de vidrio

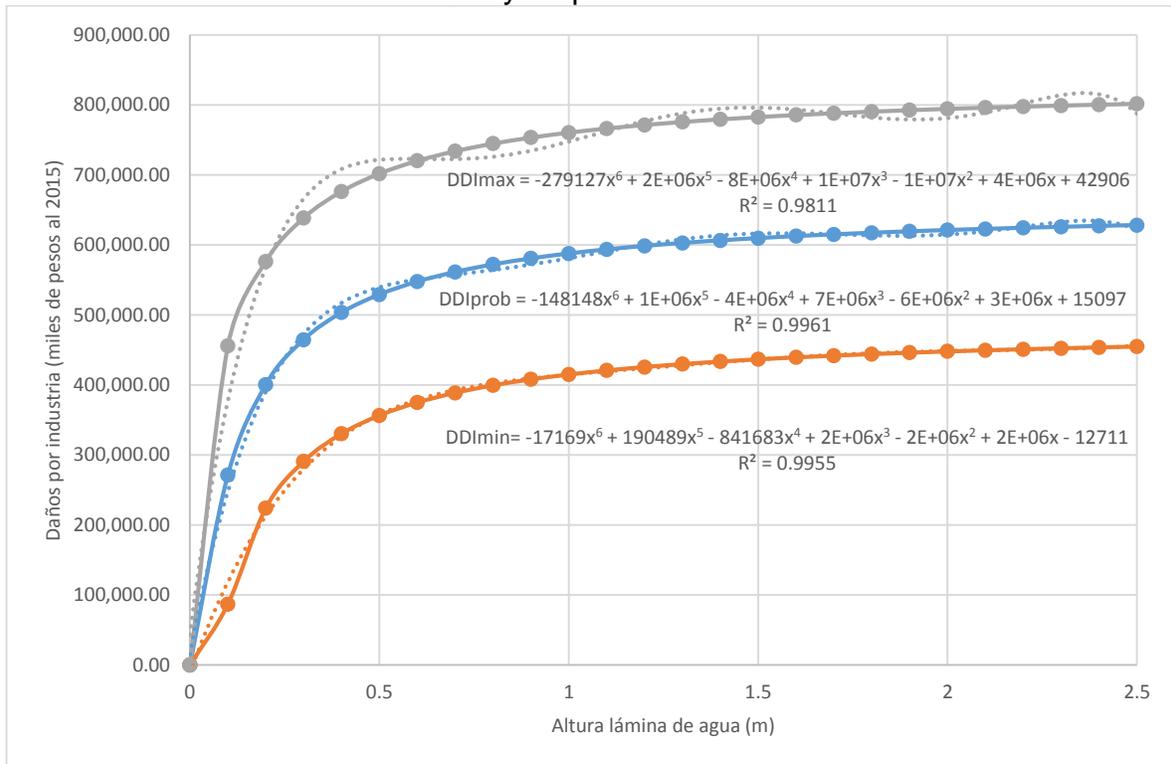


Tabla 4.43  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de fibra de vidrio

Actividad económica 327214, Fabricación de fibra de vidrio	Micro industria (miles de pesos)
Número de figura	4.47
Inversión total por industria (miles de pesos)	0.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	10.39
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	0.00
Total (miles de pesos 2008)	10.39
Total (miles de pesos 2015)	14.13

Figura 4.47  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de fibra de vidrio

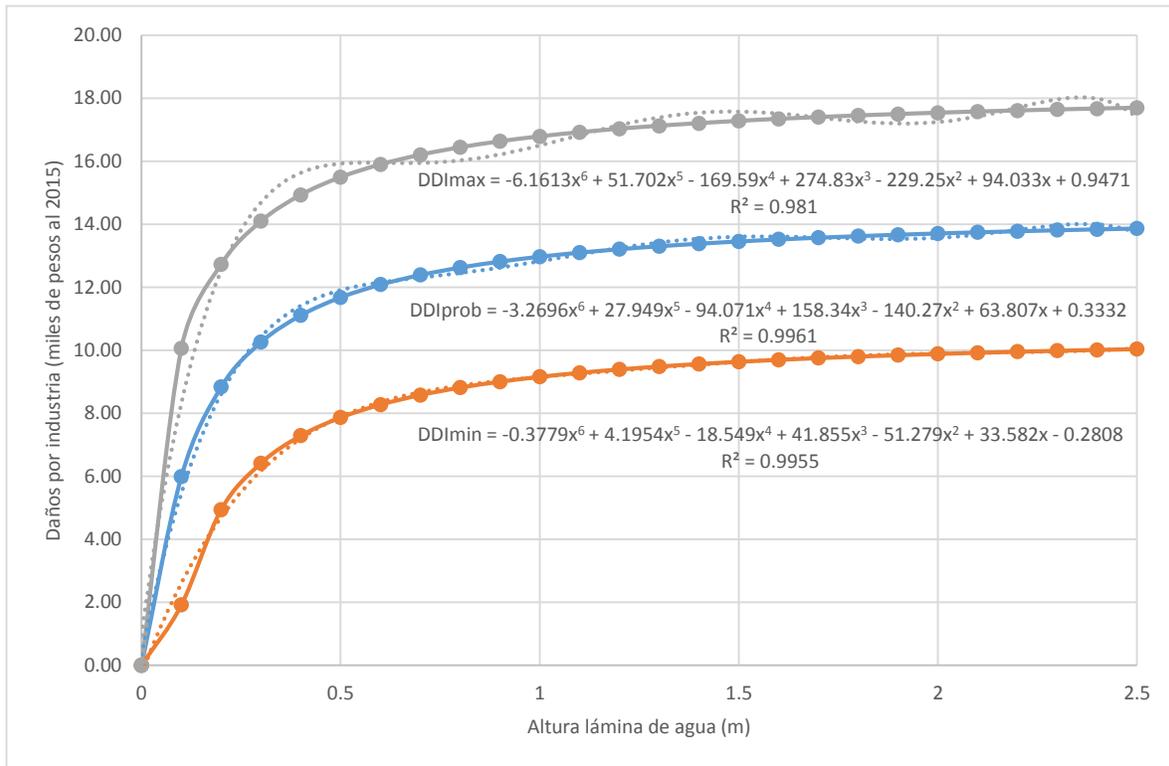


Tabla 4.44  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de concreto

Actividad económica 327320, Fabricación de concreto	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.48
Inversión total por industria (miles de pesos)	231.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	340.00
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	7,545.00
Total (miles de pesos 2008)	8,116.00
Total (miles de pesos 2015)	11,040.67

Figura 4.48  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de concreto

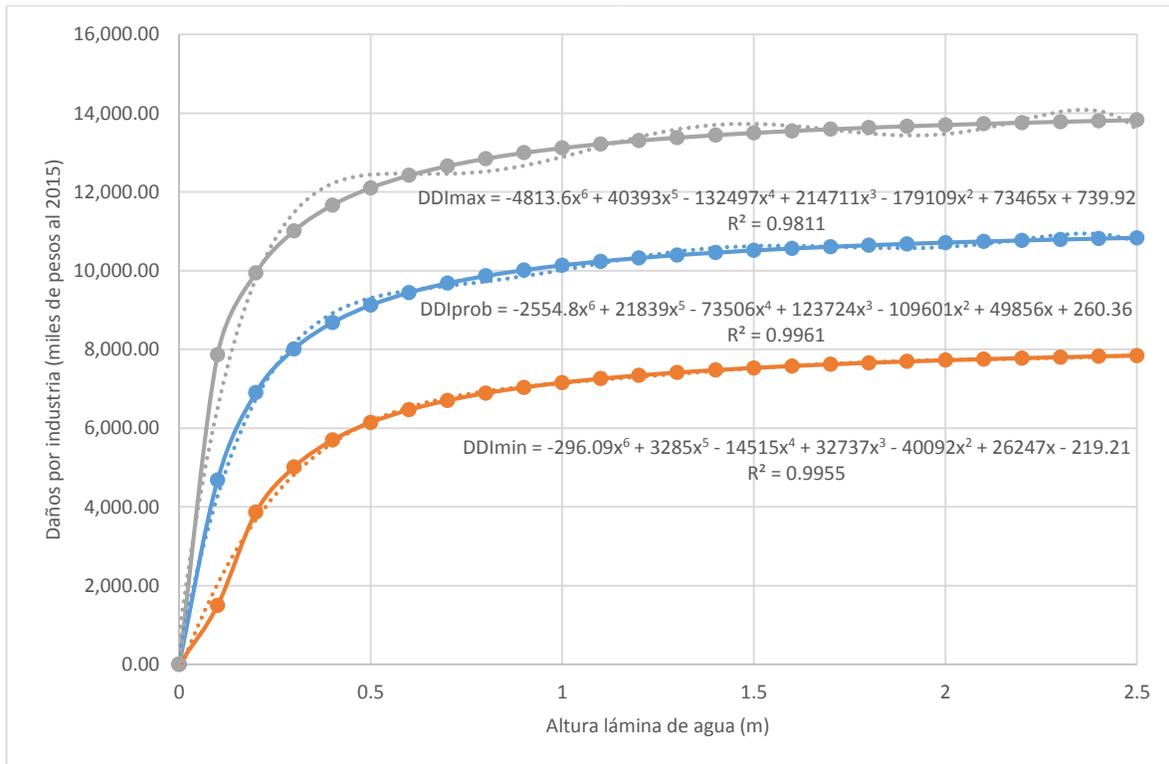


Tabla 4.45  
 Variables económicas para la actividad económica, Moldeo por fundición de  
 piezas metálicas no ferrosas

Actividad económica 331520, Moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.49
Inversión total por industria (miles de pesos)	0.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	71.30
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	1,192.75
Total (miles de pesos 2008)	1,264.06
Total (miles de pesos 2015)	1,719.57

Figura 4.49  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas

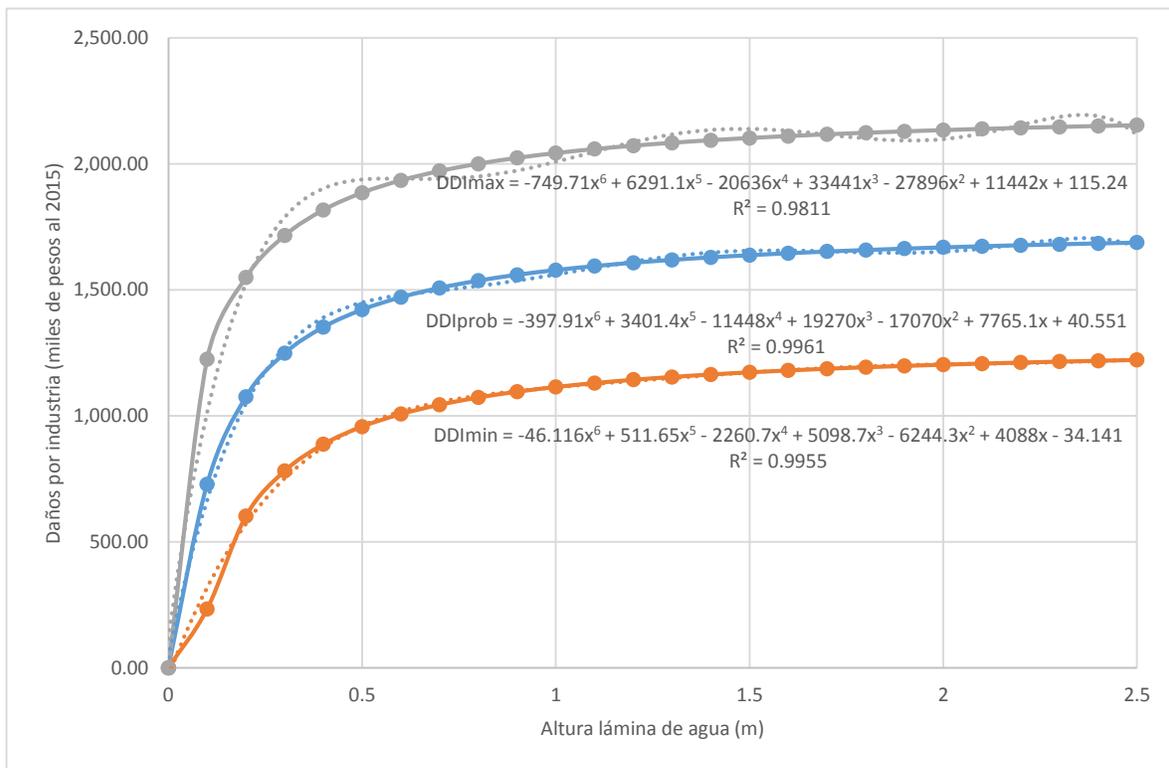


Tabla 4.46  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de estructuras metálicas

Actividad económica 332310, Fabricación de estructuras metálicas	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.50
Inversión total por industria (miles de pesos)	1,912.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	12,117.00
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	3,162.00
Total (miles de pesos 2008)	17,191.00
Total (miles de pesos 2015)	23,385.93

Figura 4.50  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de estructuras metálicas

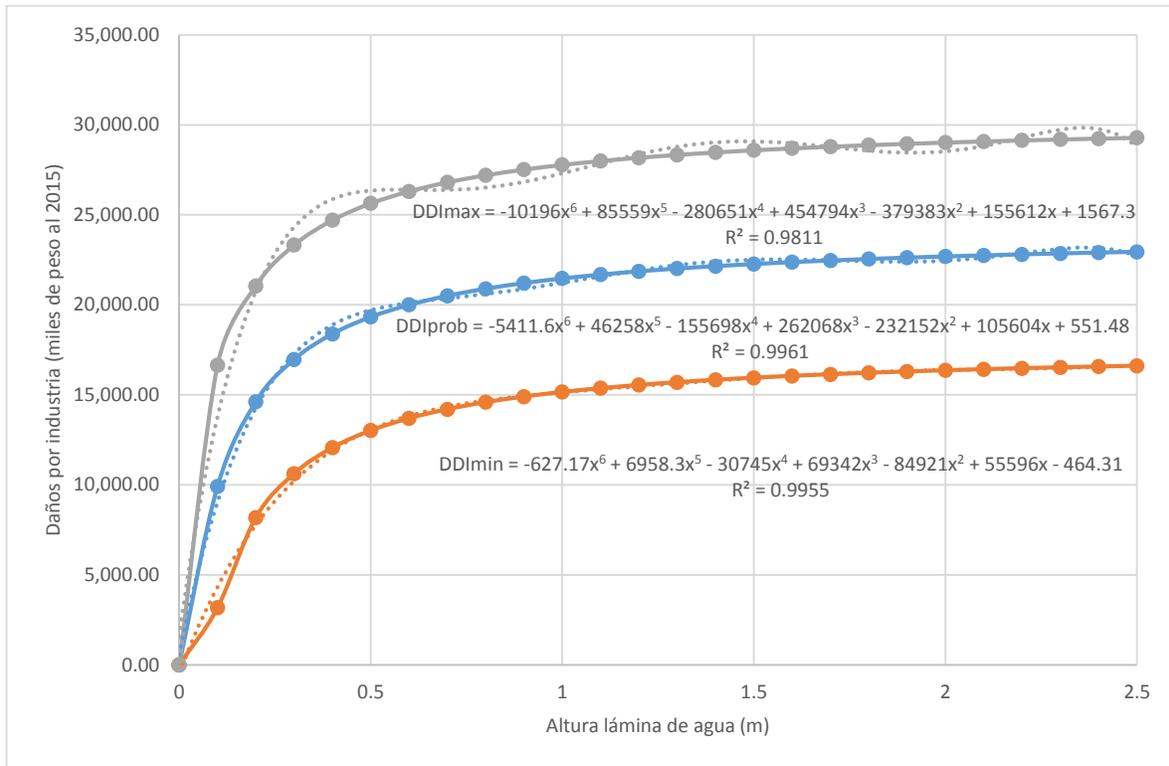


Tabla 4.47  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de productos de herrería

Actividad económica 332320, Fabricación de productos de herrería	Micro industria (miles de pesos)	Industria pequeña (miles de pesos)
Número de figura	4.51	4.52
Inversión total por industria (miles de pesos)	188.56	1,614.28
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	681.15	5,831.34
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	619.21	5,301.05
Total (miles de pesos 2008)	1,488.93	12,746.68
Total (miles de pesos 2015)	2,025.48	17,340.06

Figura 4.51  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de productos de herrería. Micro industria

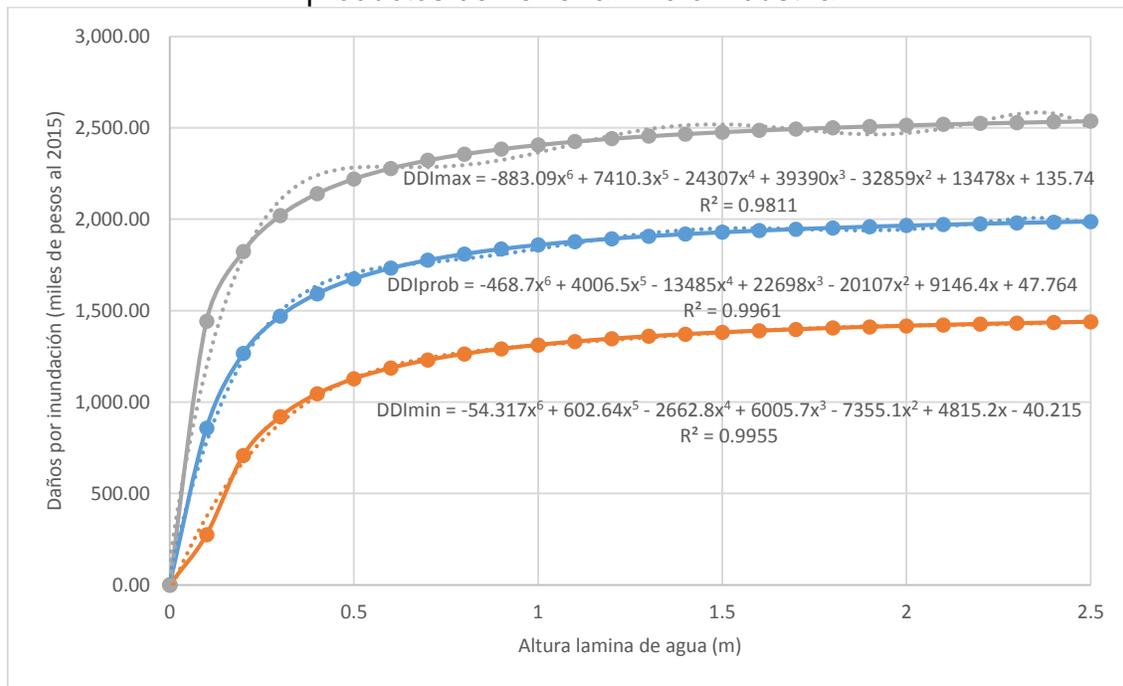


Figura 4.52  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de productos de herrería. Industria pequeña

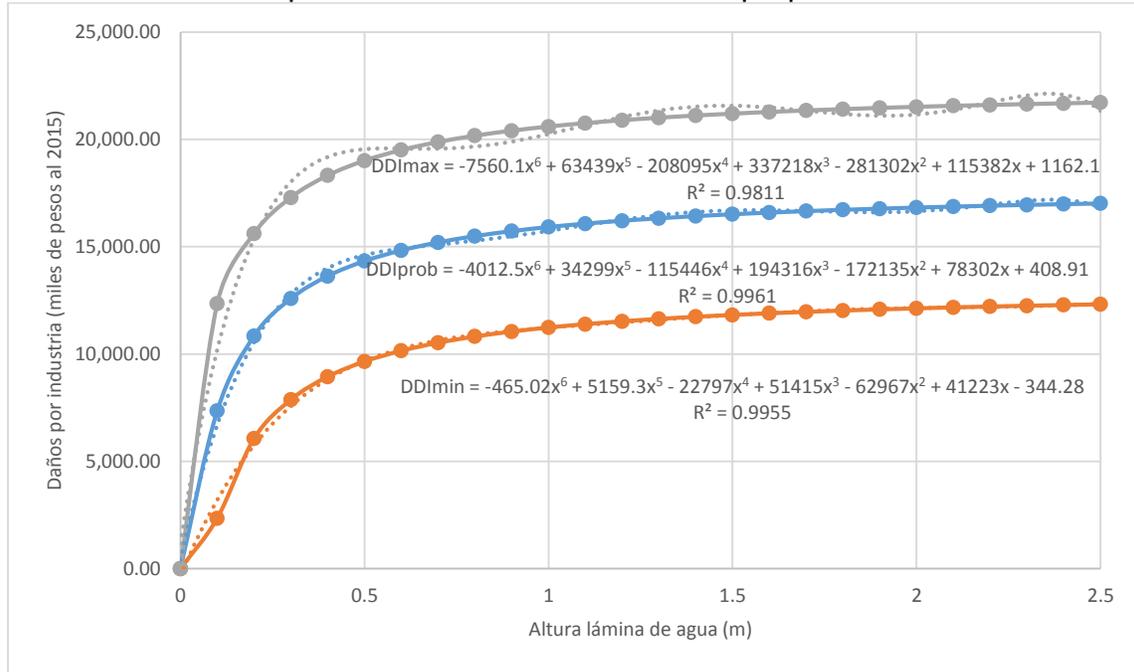


Tabla 4.48  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de envases metálicos de calibre ligero

Actividad económica 332430, Fabricación de envases metálicos de calibre ligero	Industria grande (miles de pesos)
Número de figura	4.53
Inversión total por industria (miles de pesos)	3,913.00
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	13,685.00
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	70,860.00
Total (miles de pesos 2008)	88,458.00
Total (miles de pesos 2015)	120,334.65

Figura 4.53  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de envases metálicos de calibre ligero

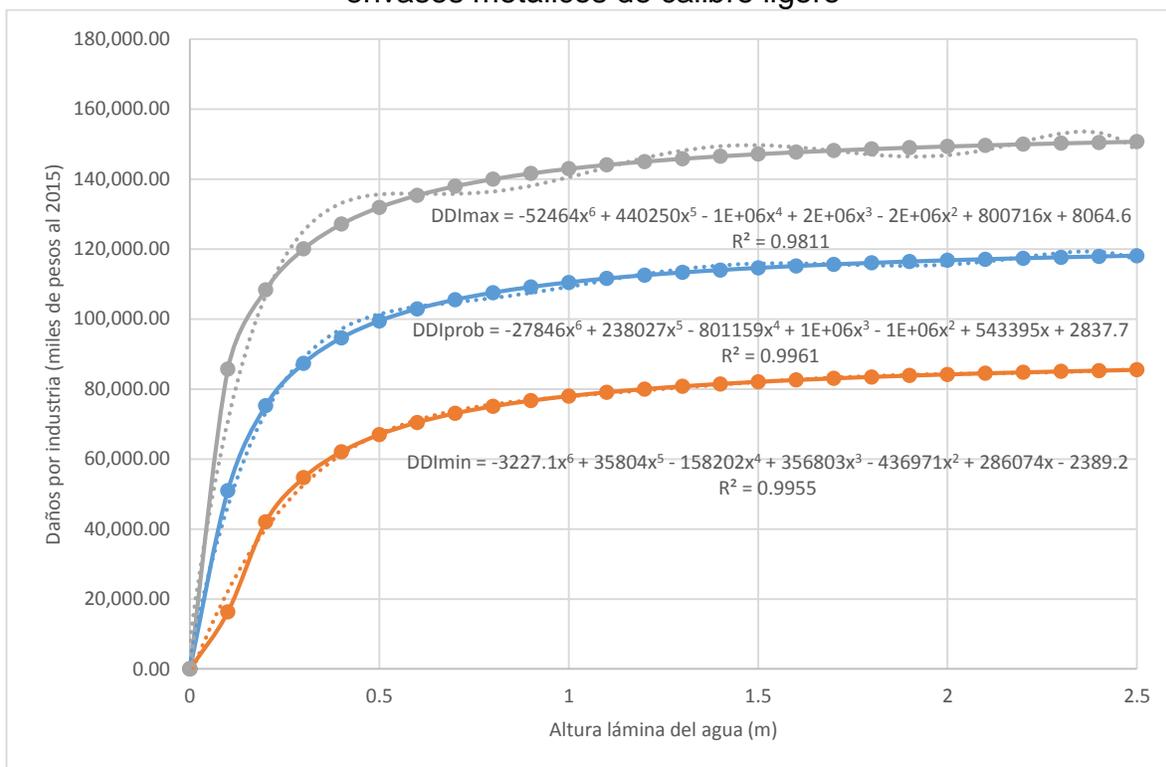


Tabla 4.49  
Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de herrajes y cerraduras

Actividad económica 332510, Fabricación de herrajes y cerraduras	Industria pequeña (miles de pesos)	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.54	4.55
Inversión total por industria (miles de pesos)	251.00	2,148.77
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	1,153.94	9,878.88
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	4,079.50	34,924.50
Total (miles de pesos 2008)	5,484.44	46,952.15
Total (miles de pesos 2015)	7,460.81	63,871.79

Figura 4.54  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de herrajes y cerraduras. Industria pequeña

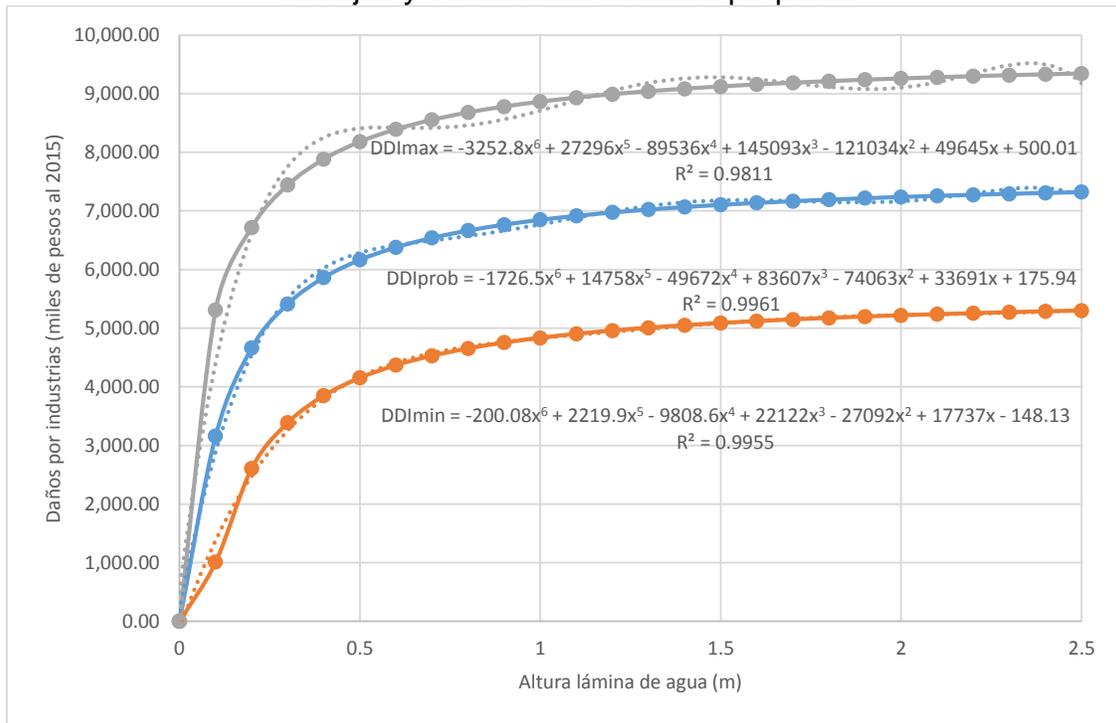


Figura 4.55  
Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de herrajes y cerraduras. Industria mediana

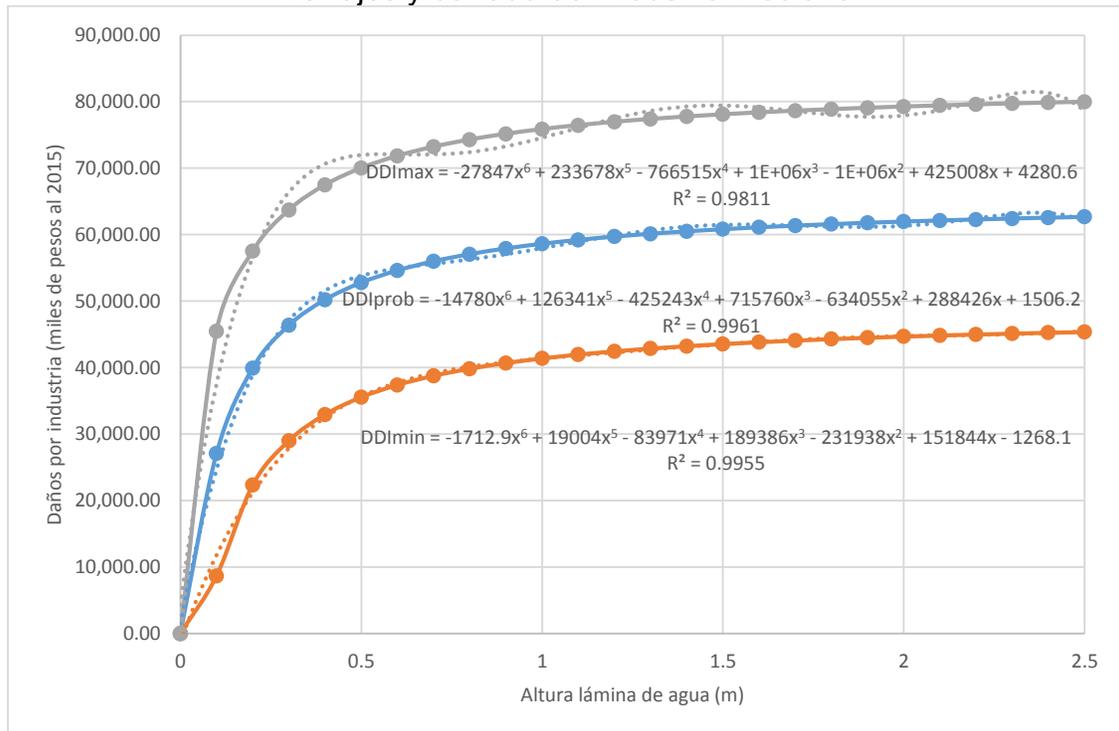


Tabla 4.50  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general

Actividad económica 332710, Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.56
Inversión total por industria (miles de pesos)	950.23
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	1,353.28
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	10,007.18
Total (miles de pesos 2008)	12,310.69
Total (miles de pesos 2015)	16,746.97

Figura 4.56  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general

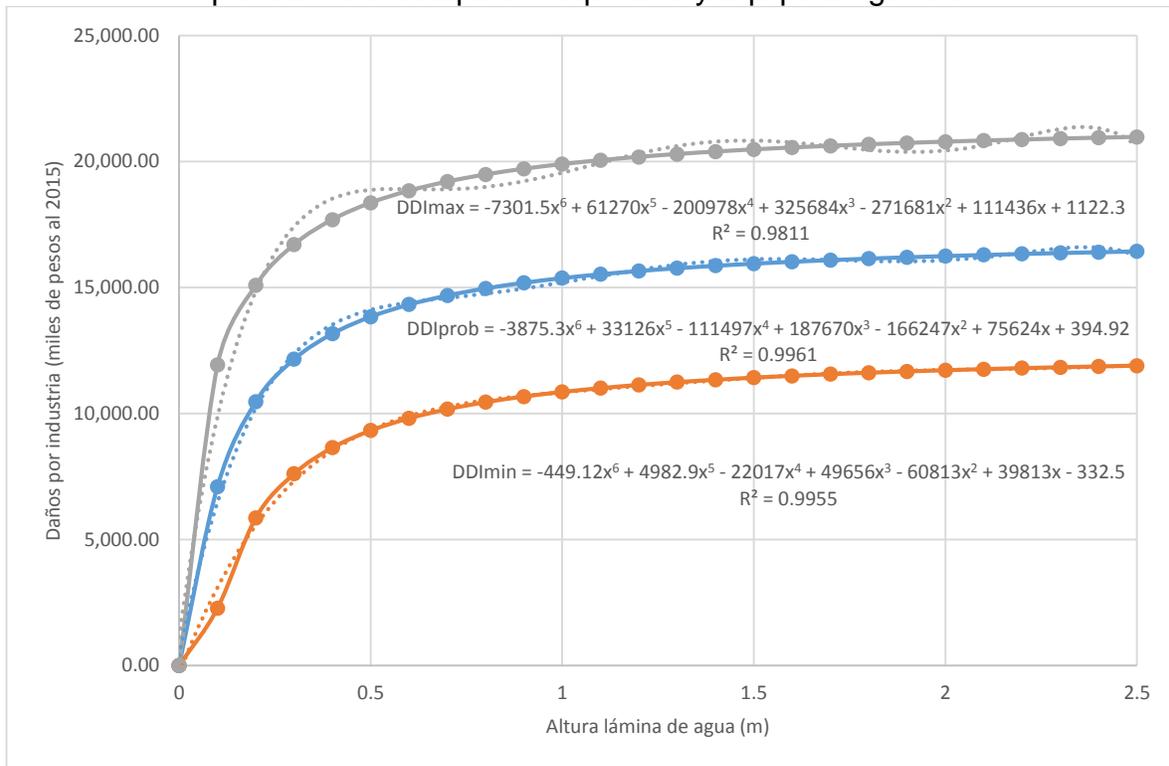


Tabla 4.51  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de tornillos, tuercas, remaches y similares

Actividad económica 332720, Fabricación de tornillos, tuercas, remaches y similares	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.57
Inversión total por industria (miles de pesos)	512.54
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	10,989.82
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	56,959.89
Total (miles de pesos 2008)	68,462.24
Total (miles de pesos 2015)	93,133.23

Figura 4.57  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de tornillos, tuercas, remaches y similares

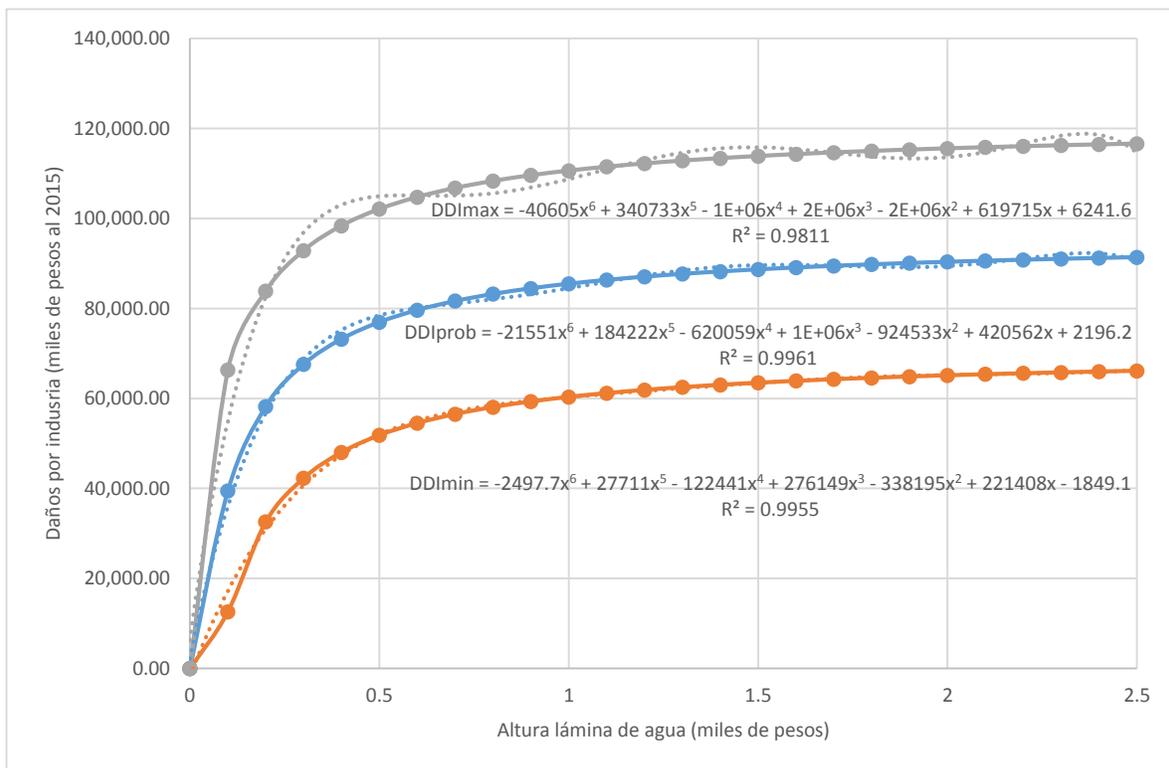
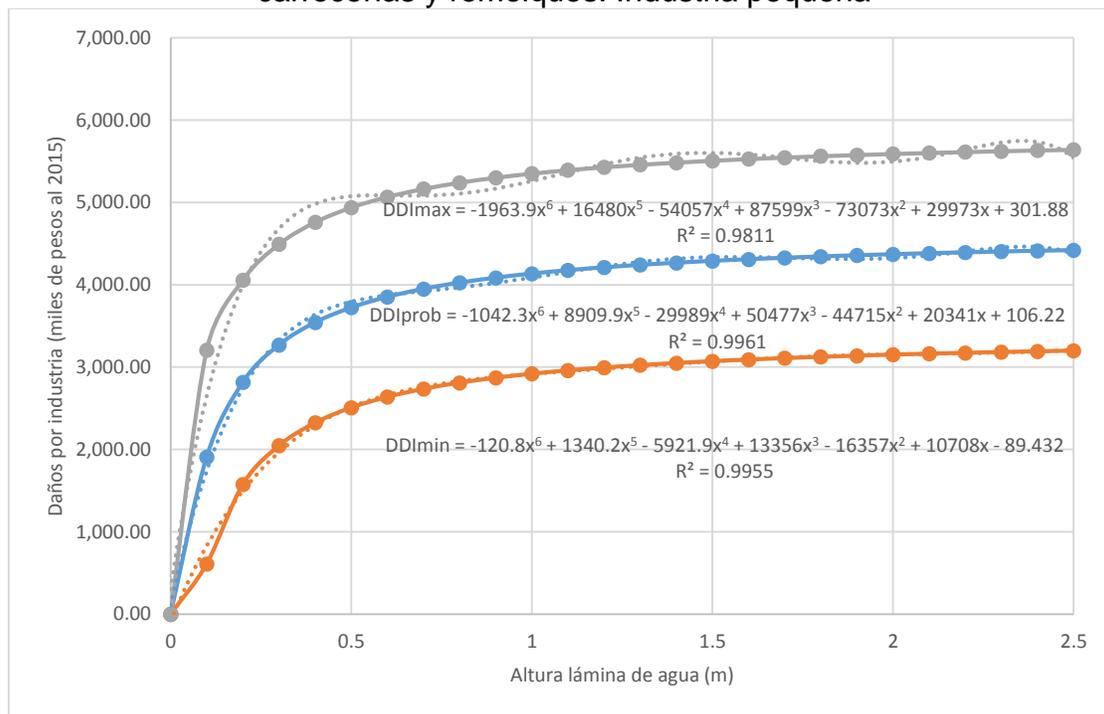


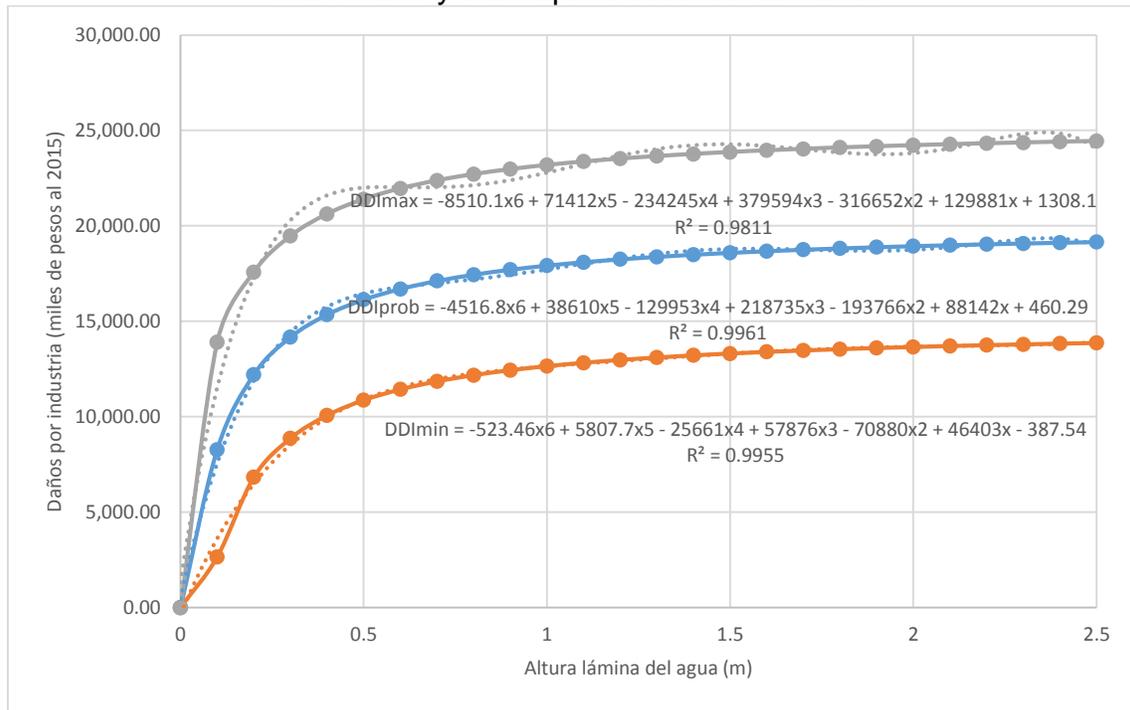
Tabla 4.52  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de carrocerías y remolques

Actividad económica 336210, Fabricación de carrocerías y remolques	Industria pequeña (miles de pesos)	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.58	4.59
Inversión total por industria (miles de pesos)	171.62	743.71
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	2,019.95	8,753.11
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	1,119.61	4,851.65
Total (miles de pesos 2008)	3,311.18	14,348.47
Total (miles de pesos 2015)	4,504.40	19,519.07

Figura 4.58  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de carrocerías y remolques. Industria pequeña



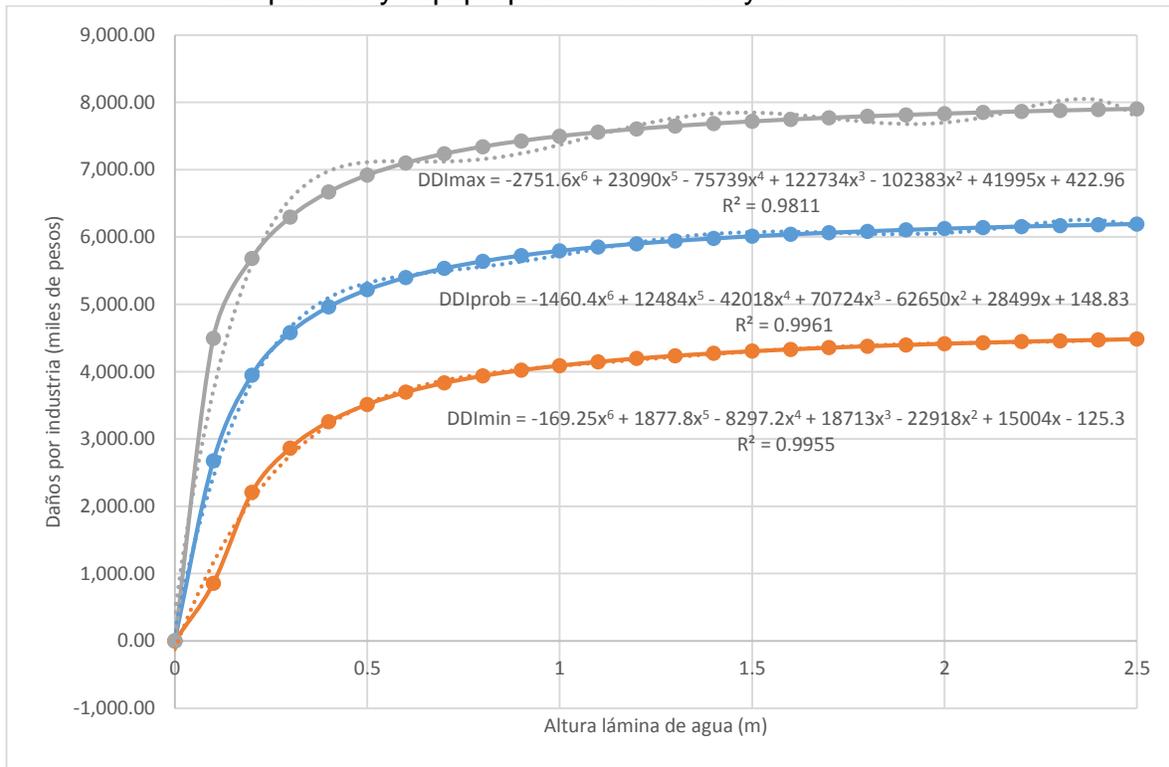
**Figura 4.59**  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de carrocerías y remolques. Industria mediana



**Tabla 4.53**  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de maquinaria y equipo para la industria y de las bebidas

Actividad económica 333291, Fabricación de maquinaria y equipo para la industria alimentaria y de las bebidas	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.60
Inversión total por industria (miles de pesos)	329.04
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	3,676.96
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	633.30
Total (miles de pesos 2008)	4,639.31
Total (miles de pesos 2015)	6,311.12

**Figura 4.60**  
**Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de maquinaria y equipo para la industria y de las bebidas**



**Tabla 4.54**  
**Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotores**

Actividad económica 336310, Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotrices	Micro industria (miles de pesos)	Industria grande (miles de pesos)	Industria grande (miles de pesos)	Industria grande (miles de pesos)
Número de figura	4.61	4.62	4.62	4.62
Inversión total por industria (miles de pesos)	201.74	68,996.50	68,996.50	68,996.50
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	240.69	82,317.20	82,317.20	82,317.20
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	1,370.13	468,583.25	468,583.25	468,583.25
Total (miles de pesos 2008)	1,812.56	619,896.96	619,896.96	619,896.96
Total (miles de pesos 2015)	2,465.74	843,282.49	843,282.49	843,282.49

Figura 4.61

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotores. Micro Industria

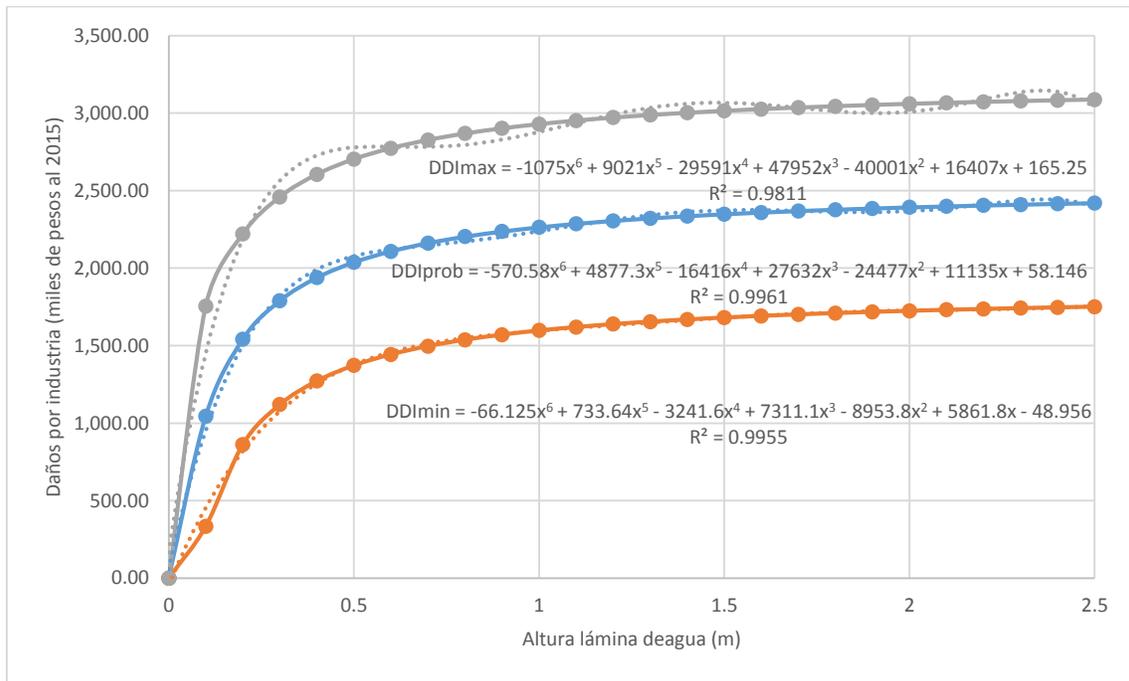


Figura 4.62

Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotores. Industria grande

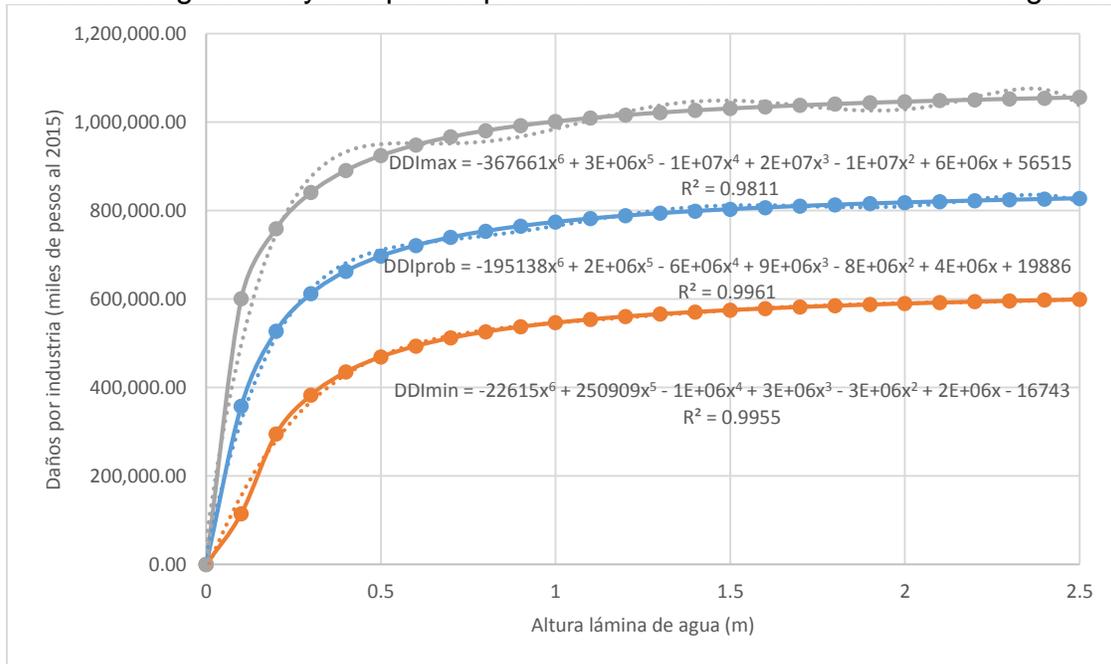
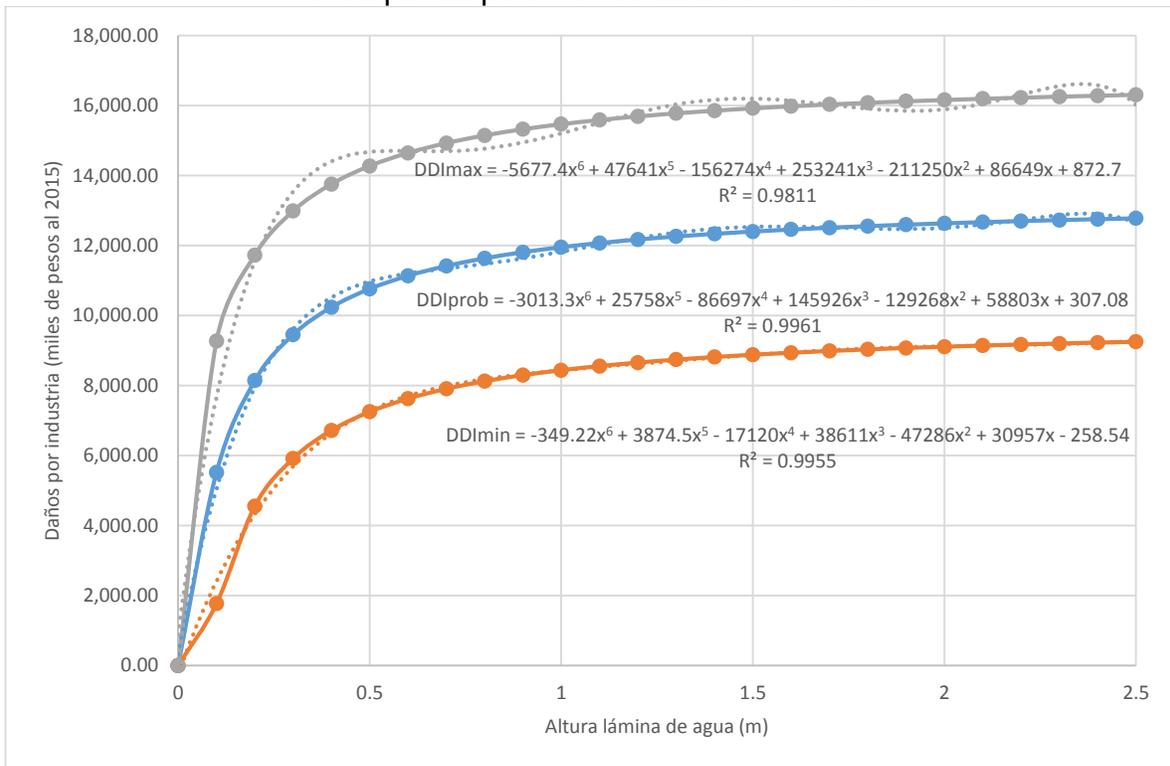


Tabla 4.55  
 Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de otras partes para vehículos automotrices

Actividad económica 336390, Fabricación de otras partes para vehículos automotrices	Industria pequeña (miles de pesos)
	4.63
Inversión total por industria (miles de pesos)	45.38
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	2,104.43
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	7,422.58
Total (miles de pesos 2008)	9,572.39
Total (miles de pesos 2015)	13,021.89

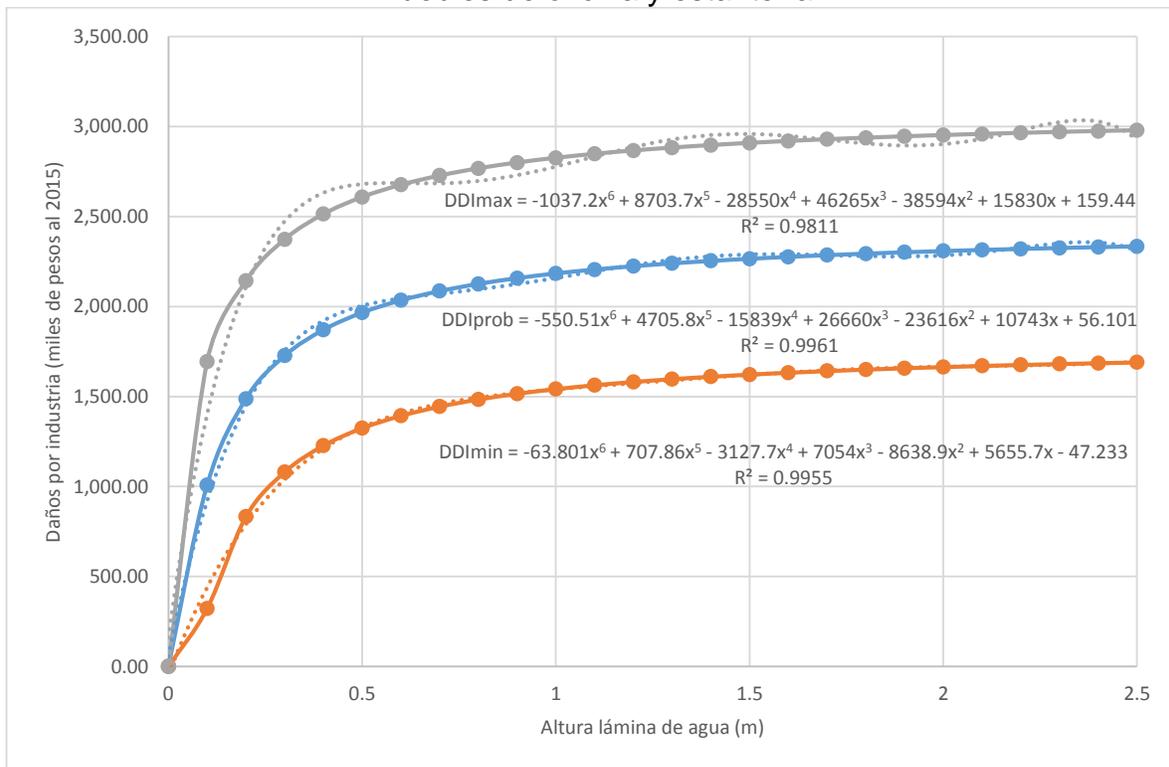
Figura 4.63  
 Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de otras partes para vehículos automotrices



**Tabla 4.56**  
**Variables económicas para la actividad económica, Fabricación de muebles de oficina y estantería**

Actividad económica 337210, Fabricación de muebles de oficina y estantería	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.64
Inversión total por industria (miles de pesos)	243.73
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	1,192.41
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	312.67
Total (miles de pesos 2008)	1,748.81
Total (miles de pesos 2015)	2,379.01

**Figura 4.64**  
**Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de muebles de oficina y estantería**



**Tabla 4.57**  
**VARIABLES ECONÓMICAS PARA LA ACTIVIDAD ECONÓMICA, FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS Y ACCESORIOS PARA ESCRITURA, PINTURA, DIBUJO Y ACTIVIDADES DE OFICINA**

Actividad económica 339940, Fabricación de artículos y accesorios para escritura, pintura, dibujo y actividades de oficina	Industria mediana (miles de pesos)
Número de figura	4.65
Inversión total por industria (miles de pesos)	3,284.61
Promedio de inventario por industria (miles de pesos)	70,526.06
Acervo total de activos fijos por industria (miles de pesos)	38,553.50
Total (miles de pesos 2008)	112,364.18
Total (miles de pesos 2015)	152,855.63

**Figura 4.65**  
**Curva de daños potenciales por inundación en zonas industriales. Fabricación de artículos y accesorios para escritura, pintura, dibujo y actividades de oficina**

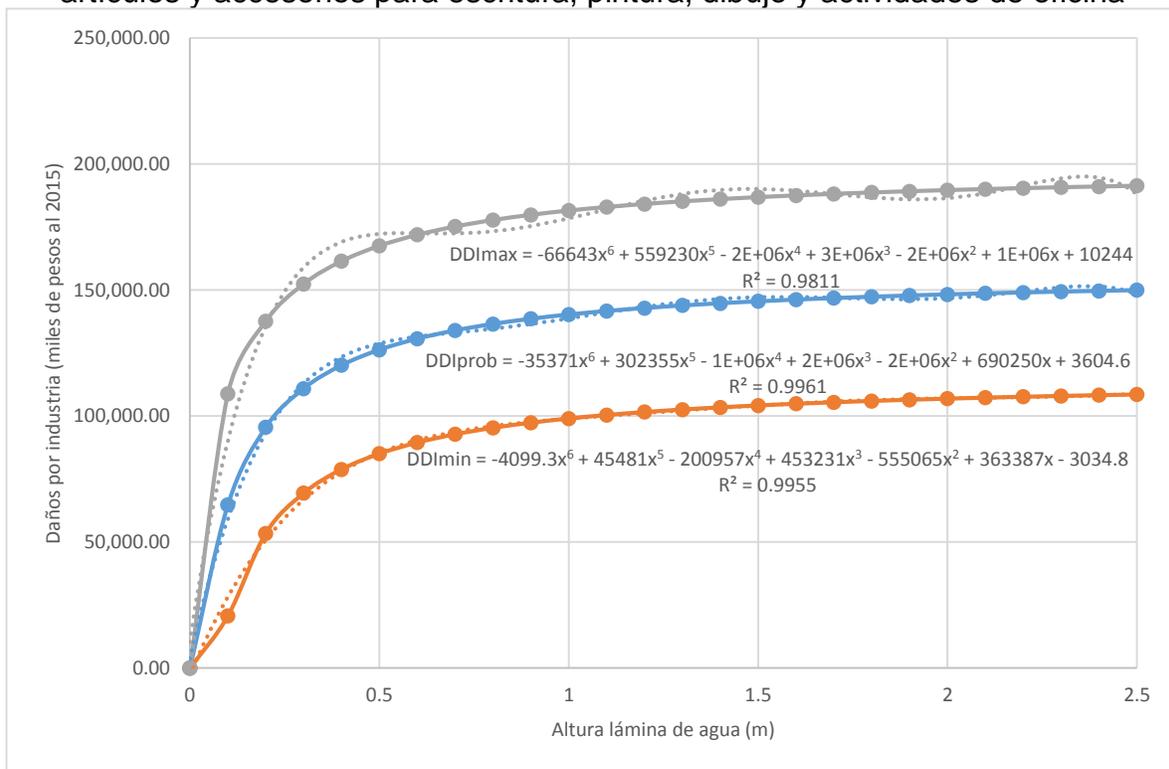


Tabla 4.58  
Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en las industrias localizadas en el Parque Industrial Lerma

Código	Actividad Económica	Unidades económicas Parque Industrial Lerma	Tamaño de industria	Ecuaciones
311212	Elaboración de harina de trigo	1	IM	DDI <sub>max</sub> = -363331x <sup>6</sup> + 3E+06x <sup>5</sup> - 1E+07x <sup>4</sup> + 2E+07x <sup>3</sup> - 1E+07x <sup>2</sup> + 6E+06x + 55849
				DDI <sub>prob</sub> = -192840x <sup>6</sup> + 2E+06x <sup>5</sup> - 6E+06x <sup>4</sup> + 9E+06x <sup>3</sup> - 8E+06x <sup>2</sup> + 4E+06x + 19652
				DDI <sub>min</sub> = -22349x <sup>6</sup> + 247954x <sup>5</sup> - 1E+06x <sup>4</sup> + 2E+06x <sup>3</sup> - 3E+06x <sup>2</sup> + 2E+06x - 16546
311214	Elaboración de harina de otros productos agrícolas	1	IM	DDI <sub>max</sub> = -521.06x <sup>6</sup> + 4405.7x <sup>5</sup> - 14608x <sup>4</sup> + 24062x <sup>3</sup> - 20623x <sup>2</sup> + 8895x + 376.36
				DDI <sub>prob</sub> = -607.88x <sup>6</sup> + 5129.3x <sup>5</sup> - 16956x <sup>4</sup> + 27796x <sup>3</sup> - 23620x <sup>2</sup> + 10006x - 221.63
				DDI <sub>min</sub> = -694.69x <sup>6</sup> + 5852.9x <sup>5</sup> - 19305x <sup>4</sup> + 31531x <sup>3</sup> - 26617x <sup>2</sup> + 11117x - 819.61
311513	Elaboración de derivados y fermentos lácteos	1	IM	DDI <sub>max</sub> = -33470x <sup>6</sup> + 280856x <sup>5</sup> - 921270x <sup>4</sup> + 1E+06x <sup>3</sup> - 1E+06x <sup>2</sup> + 510814x + 5144.8
				DDI <sub>prob</sub> = -17764x <sup>6</sup> + 151849x <sup>5</sup> - 511097x <sup>4</sup> + 860268x <sup>3</sup> - 762067x <sup>2</sup> + 346657x + 1810.3
				DDI <sub>min</sub> = -2058.7x <sup>6</sup> + 22841x <sup>5</sup> - 100925x <sup>4</sup> + 227622x <sup>3</sup> - 278764x <sup>2</sup> + 182500x - 1524.2
311812	Panificación tradicional	1	IP	DDI <sub>max</sub> = -1883.4x <sup>6</sup> + 15804x <sup>5</sup> - 51841x <sup>4</sup> + 84008x <sup>3</sup> - 70078x <sup>2</sup> + 28744x + 289.5
				DDI <sub>prob</sub> = -999.61x <sup>6</sup> + 8544.7x <sup>5</sup> - 28760x <sup>4</sup> + 48408x <sup>3</sup> - 42882x <sup>2</sup> + 19507x + 101.87
		1	IP	DDI <sub>min</sub> = -115.85x <sup>6</sup> + 1285.3x <sup>5</sup> - 5679.1x <sup>4</sup> + 12808x <sup>3</sup> - 15686x <sup>2</sup> + 10269x - 85.767
				DDI <sub>max</sub> = -1883.4x <sup>6</sup> + 15804x <sup>5</sup> - 51841x <sup>4</sup> + 84008x <sup>3</sup> - 70078x <sup>2</sup> + 28744x + 289.5
		1	IP	DDI <sub>prob</sub> = -999.61x <sup>6</sup> + 8544.7x <sup>5</sup> - 28760x <sup>4</sup> + 48408x <sup>3</sup> - 42882x <sup>2</sup> + 19507x + 101.87
				DDI <sub>min</sub> = -115.85x <sup>6</sup> + 1285.3x <sup>5</sup> - 5679.1x <sup>4</sup> + 12808x <sup>3</sup> - 15686x <sup>2</sup> + 10269x - 85.767
311992	Elaboración de levadura	1	IM	DDI <sub>max</sub> = -3639.2x <sup>6</sup> + 30538x <sup>5</sup> - 100171x <sup>4</sup> + 162327x <sup>3</sup> - 135411x <sup>2</sup> + 55541x + 559.4
				DDI <sub>prob</sub> = -1931.5x <sup>6</sup> + 16511x <sup>5</sup> - 55572x <sup>4</sup> + 93538x <sup>3</sup> - 82861x <sup>2</sup> + 37692x + 196.84
				DDI <sub>min</sub> = -223.85x <sup>6</sup> + 2483.6x <sup>5</sup> - 10974x <sup>4</sup> + 24750x <sup>3</sup> - 30310x <sup>2</sup> + 19843x - 165.72
312112	Purificación y embotellado de agua	1	MI	DDI <sub>max</sub> = -57.281x <sup>6</sup> + 480.67x <sup>5</sup> - 1576.7x <sup>4</sup> + 2555x <sup>3</sup> - 2131.4x <sup>2</sup> + 874.23x + 8.805
				DDI <sub>prob</sub> = -30.401x <sup>6</sup> + 259.87x <sup>5</sup> - 874.67x <sup>4</sup> + 1472.2x <sup>3</sup> - 1304.2x <sup>2</sup> + 593.26x + 3.0979
		1	MI	DDI <sub>min</sub> = -3.52x <sup>6</sup> + 39.063x <sup>5</sup> - 172.64x <sup>4</sup> + 389.42x <sup>3</sup> - 476.98x <sup>2</sup> + 312.3x - 2.6092
				DDI <sub>max</sub> = -271.42x <sup>6</sup> + 2277.6x <sup>5</sup> - 7470.9x <sup>4</sup> + 12107x <sup>3</sup> - 10099x <sup>2</sup> + 4142.4x + 41.721
		1	MI	DDI <sub>min</sub> = -16.695x <sup>6</sup> + 185.23x <sup>5</sup> - 818.43x <sup>4</sup> + 1845.9x <sup>3</sup> - 2260.6x <sup>2</sup> + 1480x - 12.36
				DDI <sub>prob</sub> = -144.06x <sup>6</sup> + 1231.4x <sup>5</sup> - 4144.7x <sup>4</sup> + 6976.2x <sup>3</sup> - 6179.9x <sup>2</sup> + 2811.2x + 14.68
313210	Fabricación de telas anchas de trama	1	IP	DDI <sub>max</sub> = -2225.6x <sup>6</sup> + 18676x <sup>5</sup> - 61262x <sup>4</sup> + 99274x <sup>3</sup> - 82813x <sup>2</sup> + 33968x + 342.11
				DDI <sub>prob</sub> = -1181.3x <sup>6</sup> + 10097x <sup>5</sup> - 33986x <sup>4</sup> + 57205x <sup>3</sup> - 50675x <sup>2</sup> + 23052x + 120.38
		1	IP	DDI <sub>min</sub> = -136.9x <sup>6</sup> + 1518.9x <sup>5</sup> - 6711.2x <sup>4</sup> + 15136x <sup>3</sup> - 18537x <sup>2</sup> + 12136x - 101.35
				DDI <sub>max</sub> = -4397x <sup>6</sup> + 36897x <sup>5</sup> - 121029x <sup>4</sup> + 196127x <sup>3</sup> - 163607x <sup>2</sup> + 67107x + 675.88
		1	IP	DDI <sub>prob</sub> = -2333.7x <sup>6</sup> + 19949x <sup>5</sup> - 67144x <sup>4</sup> + 113015x <sup>3</sup> - 100114x <sup>2</sup> + 45541x + 237.82
				DDI <sub>min</sub> = -270.46x <sup>6</sup> + 3000.7x <sup>5</sup> - 13259x <sup>4</sup> + 29903x <sup>3</sup> - 36622x <sup>2</sup> + 23975x - 200.23
1	IP	DDI <sub>max</sub> = -4397x <sup>6</sup> + 36897x <sup>5</sup> - 121029x <sup>4</sup> + 196127x <sup>3</sup> - 163607x <sup>2</sup> + 67107x + 675.88		
		DDI <sub>prob</sub> = -2333.7x <sup>6</sup> + 19949x <sup>5</sup> - 67144x <sup>4</sup> + 113015x <sup>3</sup> - 100114x <sup>2</sup> + 45541x + 237.82		
1	IP	DDI <sub>min</sub> = -270.46x <sup>6</sup> + 3000.7x <sup>5</sup> - 13259x <sup>4</sup> + 29903x <sup>3</sup> - 36622x <sup>2</sup> + 23975x - 200.23		
		DDI <sub>min</sub> = -270.46x <sup>6</sup> + 3000.7x <sup>5</sup> - 13259x <sup>4</sup> + 29903x <sup>3</sup> - 36622x <sup>2</sup> + 23975x - 200.23		

		1	IM	$DDI_{max} = -8196.8x^6 + 68783x^5 - 225622x^4 + 365620x^3 - 304995x^2 + 125100x + 1260$ $DDI_{prob} = -4350.5x^6 + 37188x^5 - 125170x^4 + 210683x^3 - 186633x^2 + 84898x + 443.35$ $DDI_{min} = -504.19x^6 + 5593.9x^5 - 24717x^4 + 55745x^3 - 68270x^2 + 44695x - 373.27$
314110	Fabricación de alfombras y tapetes	1	1M	$DDI_{max} = -2466.1x^6 + 20694x^5 - 67881x^4 + 110000x^3 - 91761x^2 + 37638x + 379.07$ $DDI_{prob} = -1308.9x^6 + 11188x^5 - 37658x^4 + 63386x^3 - 56150x^2 + 25542x + 133.39$ $DDI_{min} = -151.69x^6 + 1683x^5 - 7436.3x^4 + 16771x^3 - 20540x^2 + 13447x - 112.3$
		1	IP	$DDI_{max} = -6762.1x^6 + 56744x^5 - 186131x^4 + 301625x^3 - 251612x^2 + 103204x + 1039.4$ $DDI_{prob} = -3589x^6 + 30679x^5 - 103261x^4 + 173807x^3 - 153966x^2 + 70038x + 365.75$ $DDI_{min} = -415.94x^6 + 4614.8x^5 - 20391x^4 + 45988x^3 - 56321x^2 + 36872x - 307.94$
315192	Fabricación de ropa exterior de punto	1	IM	$DDI_{max} = -29303x^6 + 245889x^5 - 806569x^4 + 1E+06x^3 - 1E+06x^2 + 447217x + 4504.2$ $DDI_{prob} = -15552x^6 + 132943x^5 - 447464x^4 + 753163x^3 - 667188x^2 + 303497x + 1584.9$ $DDI_{min} = -1802.4x^6 + 19997x^5 - 88359x^4 + 199282x^3 - 244058x^2 + 159778x - 1334.4$
		1	IG	$DDI_{max} = -137997x^6 + 1E+06x^5 - 4E+06x^4 + 6E+06x^3 - 5E+06x^2 + 2E+06x + 21212$ $DDI_{prob} = -73243x^6 + 626083x^5 - 2E+06x^4 + 4E+06x^3 - 3E+06x^2 + 1E+06x + 7464$ $DDI_{min} = -8488.3x^6 + 94176x^5 - 416120x^4 + 938500x^3 - 1E+06x^2 + 752461x - 6284.2$
315223	Confección en serie de uniformes	1	IG	$DDI_{max} = -29973x^6 + 251518x^5 - 825032x^4 + 1E+06x^3 - 1E+06x^2 + 457453x + 4607.3$ $DDI_{prob} = -15908x^6 + 135986x^5 - 457707x^4 + 770403x^3 - 682460x^2 + 310445x + 1621.2$ $DDI_{min} = -1843.7x^6 + 20455x^5 - 90382x^4 + 203844x^3 - 249644x^2 + 163436x - 1364.9$
315229	Confección en serie de otra ropa exterior de materiales textiles	1	IG	$DDI_{max} = -69415x^6 + 582487x^5 - 2E+06x^4 + 3E+06x^3 - 3E+06x^2 + 1E+06x + 10670$ $DDI_{prob} = -36842x^6 + 314929x^5 - 1E+06x^4 + 2E+06x^3 - 2E+06x^2 + 718956x + 3754.5$ $DDI_{min} = -4269.8x^6 + 47372x^5 - 209315x^4 + 472080x^3 - 578149x^2 + 378499x - 3161.1$
315999	Confección de otros accesorios y prendas de vestir no clasificados en otra parte	1	IG	$DDI_{max} = -44.907x^6 + 376.84x^5 - 1236.1x^4 + 2003.1x^3 - 1671x^2 + 685.38x + 6.903$ $DDI_{prob} = -23.834x^6 + 203.73x^5 - 685.73x^4 + 1154.2x^3 - 1022.5x^2 + 465.11x + 2.4288$ $DDI_{min} = -2.7602x^6 + 30.63x^5 - 135.36x^4 + 305.32x^3 - 373.96x^2 + 244.84x - 2.0455$
316110	Curtido y acabado de cuero y piel	1	IM	$DDI_{max} = -13264x^6 + 111306x^5 - 365107x^4 + 591656x^3 - 493551x^2 + 202440x + 2038.9$ $DDI_{prob} = -7040.1x^6 + 60179x^5 - 202552x^4 + 340932x^3 - 302014x^2 + 137383x + 717.44$ $DDI_{min} = -815.9x^6 + 9052.2x^5 - 39997x^4 + 90209x^3 - 110477x^2 + 72326x - 604.04$
316211	Fabricación de calzado con corte de piel y cuero	1	IG	$DDI_{max} = -19706x^6 + 165361x^5 - 542419x^4 + 878989x^3 - 733240x^2 + 300754x + 3029.1$ $DDI_{prob} = -10459x^6 + 89405x^5 - 300920x^4 + 506503x^3 - 448685x^2 + 204102x + 1065.9$ $DDI_{min} = -1212.1x^6 + 13448x^5 - 59422x^4 + 134017x^3 - 164129x^2 + 107451x - 897.39$
321210	Fabricación de laminados y aglutinados de madera	1	IM	$DDI_{max} = -26764x^6 + 224587x^5 - 736695x^4 + 1E+06x^3 - 995863x^2 + 408474x + 4114$ $DDI_{prob} = -14205x^6 + 121426x^5 - 408700x^4 + 687916x^3 - 609389x^2 + 277205x + 1447.6$ $DDI_{min} = -1646.3x^6 + 18265x^5 - 80705x^4 + 182018x^3 - 222915x^2 + 145937x - 1218.8$
322220	Fabricación de bolsas de papel y productos celulósicos recubiertos y tratados	1	MI	$DDI_{max} = -430.08x^6 + 3609x^5 - 11838x^4 + 19184x^3 - 16003x^2 + 6564x + 66.111$ $DDI_{prob} = -228.27x^6 + 1951.3x^5 - 6567.6x^4 + 11054x^3 - 9792.6x^2 + 4454.6x + 23.263$ $DDI_{min} = -26.455x^6 + 293.51x^5 - 1296.9x^4 + 2925x^3 - 3582.1x^2 + 2345.1x - 19.585$
		1	IM	$DDI_{max} = -12989x^6 + 108993x^5 - 357519x^4 + 579359x^3 - 483293x^2 + 198233x + 1996.5$ $DDI_{prob} = -6893.8x^6 + 58928x^5 - 198343x^4 + 333846x^3 - 295737x^2 + 134528x + 702.53$ $DDI_{min} = -798.94x^6 + 8864x^5 - 39166x^4 + 88334x^3 - 108181x^2 + 70823x - 591.48$
323119	Impresión de formas continuas y otros impresos	1	MI	$DDI_{max} = -78.879x^6 + 661.91x^5 - 2171.2x^4 + 3518.4x^3 - 2935x^2 + 1203.9x + 12.125$ $DDI_{prob} = -41.865x^6 + 357.87x^5 - 1204.5x^4 + 2027.4x^3 - 1796x^2 + 816.98x + 4.2664$

				$DDI_{min} = -4.8514x^6 + 53.826x^5 - 237.84x^4 + 536.42x^3 - 656.96x^2 + 430.1x - 3.5922$
325130	Fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos	1	IP	$DDI_{max} = -3219.6x^6 + 27017x^5 - 88620x^4 + 143609x^3 - 119796x^2 + 49137x + 494.89$ $DDI_{prob} = -1708.8x^6 + 14607x^5 - 49164x^4 + 82752x^3 - 73306x^2 + 33346x + 174.14$ $DDI_{min} = -198.04x^6 + 2197.2x^5 - 9708.3x^4 + 21896x^3 - 26815x^2 + 17555x - 146.61$
		1	MI	$DDI_{max} = -2478.9x^6 + 20801x^5 - 68232x^4 + 110570x^3 - 92236x^2 + 37832x + 381.04$ $DDI_{prob} = -1315.7x^6 + 11246x^5 - 37853x^4 + 63714x^3 - 56441x^2 + 25674x + 134.08$ $DDI_{min} = -152.47x^6 + 1691.7x^5 - 7474.7x^4 + 16858x^3 - 20646x^2 + 13516x - 112.88$
325190	Fabricación de otros productos químicos básicos orgánicos	1	IP	$DDI_{max} = -20327x^6 + 170568x^5 - 559501x^4 + 906669x^3 - 756331x^2 + 310225x + 3124.5$ $DDI_{prob} = -10788x^6 + 92220x^5 - 310397x^4 + 522454x^3 - 462815x^2 + 210530x + 1099.4$ $DDI_{min} = -1250.3x^6 + 13872x^5 - 61293x^4 + 138238x^3 - 169298x^2 + 110835x - 925.65$
		1	IP	$DDI_{max} = -20327x^6 + 170568x^5 - 559501x^4 + 906669x^3 - 756331x^2 + 310225x + 3124.5$ $DDI_{prob} = -10788x^6 + 92220x^5 - 310397x^4 + 522454x^3 - 462815x^2 + 210530x + 1099.4$ $DDI_{min} = -1250.3x^6 + 13872x^5 - 61293x^4 + 138238x^3 - 169298x^2 + 110835x - 925.65$
325211	Fabricación de resinas sintéticas	1	IP	$DDI_{max} = -31678x^6 + 265820x^5 - 871946x^4 + 1E+06x^3 - 1E+06x^2 + 483466x + 4869.3$ $DDI_{prob} = -16813x^6 + 143719x^5 - 483734x^4 + 814211x^3 - 721267x^2 + 328098x + 1713.4$ $DDI_{min} = -1948.5x^6 + 21618x^5 - 95521x^4 + 215435x^3 - 263840x^2 + 172729x - 1442.6$
325412	Fabricación de preparaciones farmacéuticas	1	IP	$DDI_{max} = -304833x^6 + 3E+06x^5 - 8E+06x^4 + 1E+07x^3 - 1E+07x^2 + 5E+06x + 46857$ $DDI_{prob} = -161792x^6 + 1E+06x^5 - 5E+06x^4 + 8E+06x^3 - 7E+06x^2 + 3E+06x + 16488$ $DDI_{min} = -18751x^6 + 208032x^5 - 919198x^4 + 2E+06x^3 - 3E+06x^2 + 2E+06x - 13882$
		1	MI	$DDI_{max} = -184.1x^6 + 1550.2x^5 - 5110.1x^4 + 8343.5x^3 - 7048.2x^2 + 2960.3x + 26.602$ $DDI_{prob} = -77.419x^6 + 673.52x^5 - 2321x^4 + 4037.2x^3 - 3752.4x^2 + 1836.5x + 4.1073$ $DDI_{min} = 29.257x^6 - 203.14x^5 + 468.15x^4 - 269.21x^3 - 456.57x^2 + 712.67x - 18.387$
325510	Fabricación de pinturas y recubrimientos	1	IG	$DDI_{max} = -5862.7x^6 + 49196x^5 - 161373x^4 + 261505x^3 - 218144x^2 + 89476x + 901.18$ $DDI_{prob} = -3111.6x^6 + 26598x^5 - 89526x^4 + 150688x^3 - 133487x^2 + 60722x + 317.1$ $DDI_{min} = -360.61x^6 + 4000.9x^5 - 17678x^4 + 39871x^3 - 48829x^2 + 31967x - 266.98$
		1	IG	$DDI_{max} = -13628x^6 + 114356x^5 - 375113x^4 + 607869x^3 - 507076x^2 + 207988x + 2094.8$ $DDI_{prob} = -7233x^6 + 61828x^5 - 208103x^4 + 350275x^3 - 310290x^2 + 141148x + 737.1$ $DDI_{min} = -838.26x^6 + 9300.2x^5 - 41093x^4 + 92681x^3 - 113504x^2 + 74308x - 620.59$
325620	Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador	1	IG	$DDI_{max} = -61345x^6 + 514768x^5 - 2E+06x^4 + 3E+06x^3 - 2E+06x^2 + 936246x + 9429.6$ $DDI_{prob} = -32559x^6 + 278316x^5 - 936765x^4 + 2E+06x^3 - 1E+06x^2 + 635371x + 3318$ $DDI_{min} = -3773.4x^6 + 41865x^5 - 184980x^4 + 417197x^3 - 510934x^2 + 334496x - 2793.6$
325999	Fabricación de otros productos químicos	1	MI	$DDI_{max} = -194.62x^6 + 1633.1x^5 - 5356.9x^4 + 8680.9x^3 - 7241.5x^2 + 2970.2x + 29.915$ $DDI_{prob} = -103.29x^6 + 882.96x^5 - 2971.9x^4 + 5002.2x^3 - 4431.2x^2 + 2015.7x + 10.526$ $DDI_{min} = -11.971x^6 + 132.81x^5 - 586.85x^4 + 1323.6x^3 - 1620.9x^2 + 1061.2x - 8.8626$
		1	IP	$DDI_{max} = -984.99x^6 + 8265.4x^5 - 27112x^4 + 43936x^3 - 36650x^2 + 15033x + 151.41$ $DDI_{prob} = -522.79x^6 + 4468.8x^5 - 15041x^4 + 25317x^3 - 22427x^2 + 10202x + 53.277$ $DDI_{min} = -60.592x^6 + 672.24x^5 - 2970.3x^4 + 6698.9x^3 - 8204x^2 + 5370.9x - 44.854$
326110	Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible	1	MI	$DDI_{max} = -537.91x^6 + 4513.8x^5 - 14806x^4 + 23994x^3 - 20015x^2 + 8209.6x + 82.685$ $DDI_{prob} = -285.5x^6 + 2440.5x^5 - 8214.2x^4 + 13826x^3 - 12248x^2 + 5571.3x + 29.095$ $DDI_{min} = -33.088x^6 + 367.1x^5 - 1622x^4 + 3658.3x^3 - 4480.2x^2 + 2933.1x - 24.496$
		1	IP	$DDI_{max} = -8714.2x^6 + 73124x^5 - 239862x^4 + 388696x^3 - 324245x^2 + 132996x + 1339.5$

				$DDI_{\text{prob}} = -4625.1x^6 + 39535x^5 - 133070x^4 + 223980x^3 - 198412x^2 + 90256x + 471.33$ $DDI_{\text{min}} = -536.02x^6 + 5947x^5 - 26277x^4 + 59264x^3 - 72579x^2 + 47516x - 396.83$
326120	Fabricación de tubería y conexiones, y tubos para embalaje	1	IM	$DDI_{\text{max}} = -13917x^6 + 116783x^5 - 383073x^4 + 620768x^3 - 517836x^2 + 212401x + 2139.2$ $DDI_{\text{prob}} = -7386.5x^6 + 63140x^5 - 212519x^4 + 357708x^3 - 316875x^2 + 144143x + 752.74$ $DDI_{\text{min}} = -856.05x^6 + 9497.6x^5 - 41966x^4 + 94647x^3 - 115913x^2 + 75885x - 633.76$
326192	Fabricación de autopartes de plástico con y sin reforzamiento	1	MI	$DDI_{\text{max}} = -3081.1x^6 + 25855x^5 - 84810x^4 + 137435x^3 - 114646x^2 + 47024x + 473.62$ $DDI_{\text{prob}} = -1635.3x^6 + 13979x^5 - 47051x^4 + 79195x^3 - 70154x^2 + 31913x + 166.65$ $DDI_{\text{min}} = -189.52x^6 + 2102.7x^5 - 9291x^4 + 20954x^3 - 25663x^2 + 16801x - 140.31$
326193	Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento	1	IP	$DDI_{\text{max}} = -7554.7x^6 + 63395x^5 - 207948x^4 + 336979x^3 - 281104x^2 + 115301x + 1161.3$ $DDI_{\text{prob}} = -4009.7x^6 + 34275x^5 - 115364x^4 + 194179x^3 - 172013x^2 + 78247x + 408.62$ $DDI_{\text{min}} = -464.7x^6 + 5155.7x^5 - 22781x^4 + 51379x^3 - 62923x^2 + 41194x - 344.03$
		1	IG	$DDI_{\text{max}} = -105950x^6 + 889072x^5 - 3E+06x^4 + 5E+06x^3 - 4E+06x^2 + 2E+06x + 16286$ $DDI_{\text{prob}} = -56234x^6 + 480689x^5 - 2E+06x^4 + 3E+06x^3 - 2E+06x^2 + 1E+06x + 5730.7$ $DDI_{\text{min}} = -6517.1x^6 + 72306x^5 - 319485x^4 + 720553x^3 - 882450x^2 + 577718x - 4824.8$
326198	Fabricación de otros productos de plástico con reforzamiento	1	MI	$DDI_{\text{max}} = -588.51x^6 + 4938.5x^5 - 16199x^4 + 26251x^3 - 21898x^2 + 8981.9x + 90.464$ $DDI_{\text{prob}} = -312.36x^6 + 2670x^5 - 8986.9x^4 + 15127x^3 - 13400x^2 + 6095.5x + 31.831$ $DDI_{\text{min}} = -36.198x^6 + 401.61x^5 - 1774.6x^4 + 4002.3x^3 - 4901.6x^2 + 3209x - 26.801$
326199	Fabricación de otros productos de plástico sin reforzamiento	1	IP	$DDI_{\text{max}} = -1256.6x^6 + 10545x^5 - 34590x^4 + 56053x^3 - 46758x^2 + 19179x + 193.16$ $DDI_{\text{prob}} = -666.97x^6 + 5701.3x^5 - 19190x^4 + 32300x^3 - 28612x^2 + 13016x + 67.97$ $DDI_{\text{min}} = -77.299x^6 + 857.61x^5 - 3789.4x^4 + 8546.3x^3 - 10467x^2 + 6852.2x - 57.226$
326290	Fabricación de otros productos de hule	1	IP	$DDI_{\text{max}} = -6225.8x^6 + 52243x^5 - 171368x^4 + 277702x^3 - 231655x^2 + 95018x + 956.99$ $DDI_{\text{prob}} = -3304.4x^6 + 28246x^5 - 95071x^4 + 160021x^3 - 141754x^2 + 64483x + 336.74$ $DDI_{\text{min}} = -382.95x^6 + 4248.8x^5 - 18773x^4 + 42341x^3 - 51854x^2 + 33947x - 283.51$
327112	Fabricación de muebles de baño	1	IP	$DDI_{\text{max}} = -209.07x^6 + 1754.4x^5 - 5754.8x^4 + 9325.6x^3 - 7779.3x^2 + 3190.8x + 32.137$ $DDI_{\text{prob}} = -110.96x^6 + 948.53x^5 - 3192.6x^4 + 5373.7x^3 - 4760.3x^2 + 2165.4x + 11.308$ $DDI_{\text{min}} = -12.858x^6 + 142.66x^5 - 630.38x^4 + 1421.8x^3 - 1741.3x^2 + 1140x - 9.5212$
327121	Fabricación de ladrillos no refractarios	1	MI	$DDI_{\text{max}} = -358.38x^6 + 3007.3x^5 - 9864.7x^4 + 15986x^3 - 13335x^2 + 5469.7x + 55.089$ $DDI_{\text{prob}} = -190.21x^6 + 1625.9x^5 - 5472.7x^4 + 9211.5x^3 - 8160x^2 + 3711.9x + 19.384$ $DDI_{\text{min}} = -22.043x^6 + 244.57x^5 - 1080.6x^4 + 2437.3x^3 - 2984.9x^2 + 1954.1x - 16.321$
327213	Fabricación de envases y ampollitas de vidrio	1	IG	$DDI_{\text{max}} = -279127x^6 + 2E+06x^5 - 8E+06x^4 + 1E+07x^3 - 1E+07x^2 + 4E+06x + 42906$ $DDI_{\text{prob}} = -148148x^6 + 1E+06x^5 - 4E+06x^4 + 7E+06x^3 - 6E+06x^2 + 3E+06x + 15097$ $DDI_{\text{min}} = -17169x^6 + 190489x^5 - 841683x^4 + 2E+06x^3 - 2E+06x^2 + 2E+06x - 12711$
327214	Fabricación de fibra de vidrio	1	MI	$DDI_{\text{max}} = -6.1613x^6 + 51.702x^5 - 169.59x^4 + 274.83x^3 - 229.25x^2 + 94.033x + 0.9471$ $DDI_{\text{prob}} = -3.2696x^6 + 27.949x^5 - 94.071x^4 + 158.34x^3 - 140.27x^2 + 63.807x + 0.3332$ $DDI_{\text{min}} = -0.3779x^6 + 4.1954x^5 - 18.549x^4 + 41.855x^3 - 51.279x^2 + 33.582x - 0.2808$
327320	Fabricación de concreto	1	IP	$DDI_{\text{max}} = -4813.6x^6 + 40393x^5 - 132497x^4 + 214711x^3 - 179109x^2 + 73465x + 739.92$ $DDI_{\text{prob}} = -2554.8x^6 + 21839x^5 - 73506x^4 + 123724x^3 - 109601x^2 + 49856x + 260.36$ $DDI_{\text{min}} = -296.09x^6 + 3285x^5 - 14515x^4 + 32737x^3 - 40092x^2 + 26247x - 219.21$
331520	Moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas	1	IP	$DDI_{\text{max}} = -749.71x^6 + 6291.1x^5 - 20636x^4 + 33441x^3 - 27896x^2 + 11442x + 115.24$ $DDI_{\text{prob}} = -397.91x^6 + 3401.4x^5 - 11448x^4 + 19270x^3 - 17070x^2 + 7765.1x + 40.551$ $DDI_{\text{min}} = -46.116x^6 + 511.65x^5 - 2260.7x^4 + 5098.7x^3 - 6244.3x^2 + 4088x - 34.141$

332310	Fabricación de estructuras metálicas	1	IP	DDI <sub>max</sub> = -10196x <sup>6</sup> + 85559x <sup>5</sup> - 280651x <sup>4</sup> + 454794x <sup>3</sup> - 379383x <sup>2</sup> + 155612x + 1567.3 DDI <sub>prob</sub> = -5411.6x <sup>6</sup> + 46258x <sup>5</sup> - 155698x <sup>4</sup> + 262068x <sup>3</sup> - 232152x <sup>2</sup> + 105604x + 551.48 DDI <sub>min</sub> = -627.17x <sup>6</sup> + 6958.3x <sup>5</sup> - 30745x <sup>4</sup> + 69342x <sup>3</sup> - 84921x <sup>2</sup> + 55596x - 464.31
332320	Fabricación de productos de herrería	1	MI	DDI <sub>max</sub> = -883.09x <sup>6</sup> + 7410.3x <sup>5</sup> - 24307x <sup>4</sup> + 39390x <sup>3</sup> - 32859x <sup>2</sup> + 13478x + 135.74 DDI <sub>prob</sub> = -468.7x <sup>6</sup> + 4006.5x <sup>5</sup> - 13485x <sup>4</sup> + 22698x <sup>3</sup> - 20107x <sup>2</sup> + 9146.4x + 47.764 DDI <sub>min</sub> = -54.317x <sup>6</sup> + 602.64x <sup>5</sup> - 2662.8x <sup>4</sup> + 6005.7x <sup>3</sup> - 7355.1x <sup>2</sup> + 4815.2x - 40.215
		1	IP	DDI <sub>max</sub> = -7560.1x <sup>6</sup> + 63439x <sup>5</sup> - 208095x <sup>4</sup> + 337218x <sup>3</sup> - 281302x <sup>2</sup> + 115382x + 1162.1 DDI <sub>prob</sub> = -4012.5x <sup>6</sup> + 34299x <sup>5</sup> - 115446x <sup>4</sup> + 194316x <sup>3</sup> - 172135x <sup>2</sup> + 78302x + 408.91 DDI <sub>min</sub> = -465.02x <sup>6</sup> + 5159.3x <sup>5</sup> - 22797x <sup>4</sup> + 51415x <sup>3</sup> - 62967x <sup>2</sup> + 41223x - 344.28
332430	Fabricación de envases metálicos de calibre ligero	1	IG	DDI <sub>max</sub> = -52464x <sup>6</sup> + 440250x <sup>5</sup> - 1E+06x <sup>4</sup> + 2E+06x <sup>3</sup> - 2E+06x <sup>2</sup> + 800716x + 8064.6 DDI <sub>prob</sub> = -27846x <sup>6</sup> + 238027x <sup>5</sup> - 801159x <sup>4</sup> + 1E+06x <sup>3</sup> - 1E+06x <sup>2</sup> + 543395x + 2837.7 DDI <sub>min</sub> = -3227.1x <sup>6</sup> + 35804x <sup>5</sup> - 158202x <sup>4</sup> + 356803x <sup>3</sup> - 436971x <sup>2</sup> + 286074x - 2389.2
332510	Fabricación de herrajes y cerraduras	1	IP	DDI <sub>max</sub> = -3252.8x <sup>6</sup> + 27296x <sup>5</sup> - 89536x <sup>4</sup> + 145093x <sup>3</sup> - 121034x <sup>2</sup> + 49645x + 500.01 DDI <sub>prob</sub> = -1726.5x <sup>6</sup> + 14758x <sup>5</sup> - 49672x <sup>4</sup> + 83607x <sup>3</sup> - 74063x <sup>2</sup> + 33691x + 175.94 DDI <sub>min</sub> = -200.08x <sup>6</sup> + 2219.9x <sup>5</sup> - 9808.6x <sup>4</sup> + 22122x <sup>3</sup> - 27092x <sup>2</sup> + 17737x - 148.13
		1	IM	DDI <sub>max</sub> = -27847x <sup>6</sup> + 233678x <sup>5</sup> - 766515x <sup>4</sup> + 1E+06x <sup>3</sup> - 1E+06x <sup>2</sup> + 425008x + 4280.6 DDI <sub>prob</sub> = -14780x <sup>6</sup> + 126341x <sup>5</sup> - 425243x <sup>4</sup> + 715760x <sup>3</sup> - 634055x <sup>2</sup> + 288426x + 1506.2 DDI <sub>min</sub> = -1712.9x <sup>6</sup> + 19004x <sup>5</sup> - 83971x <sup>4</sup> + 189386x <sup>3</sup> - 231938x <sup>2</sup> + 151844x - 1268.1
332710	Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general	1	IM	DDI <sub>max</sub> = -7301.5x <sup>6</sup> + 61270x <sup>5</sup> - 200978x <sup>4</sup> + 325684x <sup>3</sup> - 271681x <sup>2</sup> + 111436x + 1122.3 DDI <sub>prob</sub> = -3875.3x <sup>6</sup> + 33126x <sup>5</sup> - 111497x <sup>4</sup> + 187670x <sup>3</sup> - 166247x <sup>2</sup> + 75624x + 394.92 DDI <sub>min</sub> = -449.12x <sup>6</sup> + 4982.9x <sup>5</sup> - 22017x <sup>4</sup> + 49656x <sup>3</sup> - 60813x <sup>2</sup> + 39813x - 332.5
332720	Fabricación de tornillos, tuercas, remaches y similares	1	IM	DDI <sub>max</sub> = -40605x <sup>6</sup> + 340733x <sup>5</sup> - 1E+06x <sup>4</sup> + 2E+06x <sup>3</sup> - 2E+06x <sup>2</sup> + 619715x + 6241.6 DDI <sub>prob</sub> = -21551x <sup>6</sup> + 184222x <sup>5</sup> - 620059x <sup>4</sup> + 1E+06x <sup>3</sup> - 924533x <sup>2</sup> + 420562x + 2196.2 DDI <sub>min</sub> = -2497.7x <sup>6</sup> + 27711x <sup>5</sup> - 122441x <sup>4</sup> + 276149x <sup>3</sup> - 338195x <sup>2</sup> + 221408x - 1849.1
333291	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria alimentaria y de las bebidas	1	IM	DDI <sub>max</sub> = -2751.6x <sup>6</sup> + 23090x <sup>5</sup> - 75739x <sup>4</sup> + 122734x <sup>3</sup> - 102383x <sup>2</sup> + 41995x + 422.96 DDI <sub>prob</sub> = -1460.4x <sup>6</sup> + 12484x <sup>5</sup> - 42018x <sup>4</sup> + 70724x <sup>3</sup> - 62650x <sup>2</sup> + 28499x + 148.83 DDI <sub>min</sub> = -169.25x <sup>6</sup> + 1877.8x <sup>5</sup> - 8297.2x <sup>4</sup> + 18713x <sup>3</sup> - 22918x <sup>2</sup> + 15004x - 125.3
336210	Fabricación de carrocerías y remolques	1	IP	DDI <sub>max</sub> = -1963.9x <sup>6</sup> + 16480x <sup>5</sup> - 54057x <sup>4</sup> + 87599x <sup>3</sup> - 73073x <sup>2</sup> + 29973x + 301.88 DDI <sub>prob</sub> = -1042.3x <sup>6</sup> + 8909.9x <sup>5</sup> - 29989x <sup>4</sup> + 50477x <sup>3</sup> - 44715x <sup>2</sup> + 20341x + 106.22 DDI <sub>min</sub> = -120.8x <sup>6</sup> + 1340.2x <sup>5</sup> - 5921.9x <sup>4</sup> + 13356x <sup>3</sup> - 16357x <sup>2</sup> + 10708x - 89.432
		1	IM	DDI <sub>max</sub> = -8510.1x <sup>6</sup> + 71412x <sup>5</sup> - 234245x <sup>4</sup> + 379594x <sup>3</sup> - 316652x <sup>2</sup> + 129881x + 1308.1 DDI <sub>prob</sub> = -4516.8x <sup>6</sup> + 38610x <sup>5</sup> - 129953x <sup>4</sup> + 218735x <sup>3</sup> - 193766x <sup>2</sup> + 88142x + 460.29 DDI <sub>min</sub> = -523.46x <sup>6</sup> + 5807.7x <sup>5</sup> - 25661x <sup>4</sup> + 57876x <sup>3</sup> - 70880x <sup>2</sup> + 46403x - 387.54
336310	Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotrices	1	MI	DDI <sub>max</sub> = -1075x <sup>6</sup> + 9021x <sup>5</sup> - 29591x <sup>4</sup> + 47952x <sup>3</sup> - 40001x <sup>2</sup> + 16407x + 165.25 DDI <sub>prob</sub> = -570.58x <sup>6</sup> + 4877.3x <sup>5</sup> - 16416x <sup>4</sup> + 27632x <sup>3</sup> - 24477x <sup>2</sup> + 11135x + 58.146 DDI <sub>min</sub> = -66.125x <sup>6</sup> + 733.64x <sup>5</sup> - 3241.6x <sup>4</sup> + 7311.1x <sup>3</sup> - 8953.8x <sup>2</sup> + 5861.8x - 48.956
		1	IG	DDI <sub>max</sub> = -367661x <sup>6</sup> + 3E+06x <sup>5</sup> - 1E+07x <sup>4</sup> + 2E+07x <sup>3</sup> - 1E+07x <sup>2</sup> + 6E+06x + 56515 DDI <sub>prob</sub> = -195138x <sup>6</sup> + 2E+06x <sup>5</sup> - 6E+06x <sup>4</sup> + 9E+06x <sup>3</sup> - 8E+06x <sup>2</sup> + 4E+06x + 19886 DDI <sub>min</sub> = -22615x <sup>6</sup> + 250909x <sup>5</sup> - 1E+06x <sup>4</sup> + 3E+06x <sup>3</sup> - 3E+06x <sup>2</sup> + 2E+06x - 16743
		1	IG	DDI <sub>max</sub> = -367661x <sup>6</sup> + 3E+06x <sup>5</sup> - 1E+07x <sup>4</sup> + 2E+07x <sup>3</sup> - 1E+07x <sup>2</sup> + 6E+06x + 56515 DDI <sub>prob</sub> = -195138x <sup>6</sup> + 2E+06x <sup>5</sup> - 6E+06x <sup>4</sup> + 9E+06x <sup>3</sup> - 8E+06x <sup>2</sup> + 4E+06x + 19886

				$DDI_{min} = -22615x^6 + 250909x^5 - 1E+06x^4 + 3E+06x^3 - 3E+06x^2 + 2E+06x - 16743$
		1	IG	$DDI_{max} = -367661x^6 + 3E+06x^5 - 1E+07x^4 + 2E+07x^3 - 1E+07x^2 + 6E+06x + 56515$ $DDI_{prob} = -195138x^6 + 2E+06x^5 - 6E+06x^4 + 9E+06x^3 - 8E+06x^2 + 4E+06x + 19886$
				$DDI_{min} = -22615x^6 + 250909x^5 - 1E+06x^4 + 3E+06x^3 - 3E+06x^2 + 2E+06x - 16743$
336390	Fabricación de otras partes para vehículos automotrices	1	IP	$DDI_{max} = -5677.4x^6 + 47641x^5 - 156274x^4 + 253241x^3 - 211250x^2 + 86649x + 872.7$ $DDI_{prob} = -3013.3x^6 + 25758x^5 - 86697x^4 + 145926x^3 - 129268x^2 + 58803x + 307.08$
				$DDI_{min} = -349.22x^6 + 3874.5x^5 - 17120x^4 + 38611x^3 - 47286x^2 + 30957x - 258.54$
337210	Fabricación de muebles de oficina y estantería	1	IM	$DDI_{max} = -1037.2x^6 + 8703.7x^5 - 28550x^4 + 46265x^3 - 38594x^2 + 15830x + 159.44$ $DDI_{prob} = -550.51x^6 + 4705.8x^5 - 15839x^4 + 26660x^3 - 23616x^2 + 10743x + 56.101$
				$DDI_{min} = -63.801x^6 + 707.86x^5 - 3127.7x^4 + 7054x^3 - 8638.9x^2 + 5655.7x - 47.233$
339940	Fabricación de artículos y accesorios para escritura, pintura, dibujo y actividades de oficina	1	IM	$DDI_{max} = -66643x^6 + 559230x^5 - 2E+06x^4 + 3E+06x^3 - 2E+06x^2 + 1E+06x + 10244$ $DDI_{prob} = -35371x^6 + 302355x^5 - 1E+06x^4 + 2E+06x^3 - 2E+06x^2 + 690250x + 3604.6$
				$DDI_{min} = -4099.3x^6 + 45481x^5 - 200957x^4 + 453231x^3 - 555065x^2 + 363387x - 3034.8$

Donde MI: Micro industria

IP: Industria pequeña

IM: Industria mediana

IG: Industria grande

#### 4.4 Conclusiones

La estimación de daños económicos causados por inundación está tomando importancia así como el desarrollo de los riesgos de inundación está tomando interés en los gobiernos tanto de países desarrollados como en países en vías de desarrollo (Baró, 2010 y Merz et al. 2010).

La implementación de las curvas de daños permite conocer cuáles son los daños ocasionados por una inundación dependiendo de una determinada altura de lámina del agua. De acuerdo con Baró (2010).

El objetivo principal de esta investigación se cumplió al poder implementar una metodología que nos permita valorar los daños económicos tangibles directos por inundación en zonas industriales aplicable para la República Mexicana.

Cabe destacar que esta metodología es aplicable para estudios con una visión regional, es decir que si se quisiera realizar una valoración para una industria en específico, se deben considerar las variables que se tomaron en cuenta pero en tiempo real, por lo que la metodología propuesta es un modelo que nos permite obtener una aproximación de los daños causados por inundaciones en zonas industriales y que nos permite tomar decisiones para la aplicación de medidas estructurales y no estructurales.

Con respecto a los objetivos específicos definidos al inicio de la investigación, se obtuvo una caracterización de la zona de estudio a través de instancias gubernamentales como el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), lo cual permite identificar las industrias a analizar, así como las variables que se tomaron en cuenta para realizar las curvas de daños

Por lo que este modelo permite:

El análisis del costo beneficio respecto a las medidas estructurales y no estructurales a considerar en términos preventivos y de reducción de riesgo.

Así como un análisis más objetivo y aterrizado de las pólizas de seguros y la aplicación del Fondo Pyme.

Facilita un mejor ordenamiento y planificación del territorio en términos de uso de suelo.

También la aplicación de este modelo puede ayudar a la formulación de recomendaciones que orienten el diseño de medidas preventivas, orientadas a la mitigación o abatimiento de los picos de crecidas. Así como el costo máximo y mínimo ocasionado por una inundación para una altura de lámina alcanzada de agua.

La estimación de las pérdidas económicas utilizando las curvas de daños potenciales por inundación en México, debe ser ampliada además de los trabajos de Baró (2010) y Vazquez (2013) quienes han hecho un aporte importante aplicando las curvas de daños para valorar las pérdidas económicas en el sector vivienda, agricultura y comercio, pero debe ser completada con otras curvas que permitan el cálculo de daños en otros sectores económicos como el industrial con el objeto de obtener una cuantificación más precisa de las afectaciones.

## **Resultados**

### **Artículo**



Alicante, 28 de mayo de 2015

ÁNGEL IVÁN CHIBALLOS  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

Estimado autor,

Mediante la presente carta le comunico la recepción en este Instituto Interuniversitario de su trabajo titulado *Estimación de pérdidas económicas directas provocadas por inundación. Aplicación de las curvas inundación-daños en países en desarrollo* (número de registro 23, de fecha 20.05.2015), realizado en colaboración con José Emilio Baró Suárez y Carlos Díaz-Delgado y que han presentado para su posible publicación en INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS (ISSN 0213-4691, e-ISSN 1989-9890).

Su trabajo ya se encuentra en proceso de evaluación, por dos árbitros externos (*referees*) que realizarán la evaluación anónima por el sistema de *doble ciego*. En caso de discrepancia, el Consejo de Redacción podrá someterlo a un tercer dictamen. Una vez se disponga de estos informes, se le comunicará a Vd. -como primer firmante- desde este Instituto.

Aprovecho la ocasión para indicarle que los artículos de esta publicación se pueden consultar íntegramente, en formato pdf y a texto completo en la dirección web de la revista: <http://www.investigacionesgeograficas.com>

Un cordial saludo,

Francisco José Torres Alfosea  
Secretario de INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS  
C/E: [francisco.torres@ua.es](mailto:francisco.torres@ua.es)

# ESTIMACIÓN DE PERDIDAS ECONÓMICAS DIRECTAS PROVOCADAS POR INUNDACIÓN. APLICACIÓN DE LAS CURVAS INUNDACIÓN-DAÑOS EN PAÍSES EN DESARROLLO

Angel Ivan Ceballos Bernal, José Emilio Baró Suárez, Carlos Díaz-Delgado,  
*Universidad Autónoma del Estado México*

## RESUMEN

Las inundaciones son los desastres causados por fenómenos naturales que más daños provocan a diferentes sectores, como son el sector de la vivienda, comercial, agrícola, turístico e industrial, este último es un sector que sufre importantes daños, pero que no ha sido estudiado ya que se consideraba un sector poco vulnerable y con capacidad de adaptación ante desastres naturales. La implementación de una metodología para calcular los daños directos tangibles en función de la altura de lámina de agua alcanzada vs daños económicos, permite tener datos de las pérdidas económicas causadas por inundaciones. Este artículo muestra el estado del arte e identifica las investigaciones referentes al cálculo de daños provocados por inundación.

Palabras clave: inundación, desastres naturales, riesgo por inundación, daños por inundación.

## ABSTRACT

The floods are disasters caused by natural phenomena that cause more damage in different sectors, like house, commercial, agriculture, tourism and industrial sectors, one of the sector which has been affected is the industrial sector that has not been studied since it was considered a bit vulnerable sector for their economic characteristics and resilience to disasters, so little is known about the economic damage caused by flooding in industrial areas. The implementation of a methodology for calculating direct tangible damage depending on

the high water vs economic damage, It will have data of economic flood damage. So in this article shows the state of the art and identifies research concerning the calculation of damage caused by flooding.

Key words: Flood, natural hazard, risk of flood, damage of flood, assessment damage of natural hazard

## 1. INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son uno de los fenómenos meteorológicos de mayores impactos en la sociedad, por sus características en cuanto a la dimensión espacial y temporal del fenómeno. Este riesgo natural origina un tercio del total las catástrofes naturales que se producen alrededor del mundo en cuanto a pérdidas económicas, y son la causa de al menos más de la mitad de las víctimas humanas (Lopardo y Seoane, 2000).

Cuando se produce un evento extremo de inundación se plantea, especialmente por las autoridades, la necesidad de conocer los daños tanto de atención como de reparación (Francisco y Fernando, 2003). Dependiendo de la intensidad y duración de una anomalía en la lluvia, así como el grado de vulnerabilidad de una sociedad o ecosistema, los impactos del clima pueden variar de imperceptibles a catastróficos (Magaña et al., 2004), y las medidas que tradicionalmente se han adoptado para mitigar los daños han sido principalmente de tipo estructural, lo que implica importantes costos económicos, que no han sido confrontados en el marco de un análisis costo-beneficio. Ello es debido, como indican Baró et al, (2007a) para el caso de México, a que no se cuenta con una metodología adaptada a este tipo de análisis que permita la estimación de daños económicos potenciales provocados por inundación, especialmente en países en vías de desarrollo.

## **2. Análisis coste-beneficio para el cálculo de daños por inundaciones. Estado de la cuestión**

Para entender el origen de los desastres naturales se debe tener en cuenta el factor riesgo como una combinación de la amenaza y de la vulnerabilidad (Magaña et al. 2004). Los desastres, entendidos en un sentido amplio como procesos o eventos con resultados o efectos de connotación negativa que, sobre cierto umbral económico-social y/o de percepción, afectan parte o la totalidad del medio ambiente natural o del construido y su funcionalidad, se pueden dividir en tanto resultado de procesos evolutivos, interferencias e interacciones recíprocas (Francisco y Fernando, 2003).

Se ha observado un incremento global considerando el número de inundaciones durante los últimos 20 años dentro del contexto del calentamiento térmico planetario, los recientes informes dados a conocer del Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC) por sus siglas en inglés, confirman que el riesgo de inundaciones incrementarán en frecuencia e intensidad en eventos de precipitación, sumando factores como asentamientos humanos, modificación del cauce de ríos y cambio de usos del suelo son responsables del incremento del riesgo de inundaciones (Coninx and Bachus 2007). Las pérdidas económicas por desastres naturales en el 2014 de acuerdo al Annual Global Climate and Catastrophe Report, fueron encabezadas por inundaciones, ciclones tropicales y tormentas que representan el 72% de las pérdidas globales. Siendo las inundaciones que ocurrieron en la región de Kashmir en septiembre de ese año las que provocaron más daños, con unas cifras superiores a los 18 billones de dólares en la India y Pakistan. En mayo, se registraron lluvias que dejaron inundaciones importantes a lo largo de los Balcanes en sureste de Europa. Así como inundaciones ocurridas en el Reino Unido, China y Estados Unidos (Annual Global Climate and Catastrophe Report, 2014).

En el año 2013 las inundaciones que causaron más daños económicos se presentaron en Alemania con unas pérdidas económicas de 16.5 billones de dólares, seguidas por Canadá con unas pérdidas económicas de 4.7 billones de dólares (Swiss re, 2014).

Considerando estos antecedentes se han realizado diversos estudios los cuales la mayor parte corresponden a los países desarrollados y se refieren, sobre todo, al tema de adaptación y

mitigación de los impactos del cambio climático, como son los trabajos de Lindh, (1992), Georgas y Perissoratis (1992), Kashiwagi (1994).

Al hablar de un desastre por inundación en una sociedad, se espera que se lleve a cabo una gama de consecuencias, como lo son daños económicos, sociales, políticos, psicológicos, ecológicos y daños ambientales, por lo que es importante definir una clasificación de los daños provocados por inundación, como lo siguieren autores como Jonkman, (2007), Nascimento et al. (2007), Smith and Greenaway, (1994) y Parker et al. (1987), quienes clasifican los daños por inundación en daños tangibles y daños intangibles, que pueden ser directos e indirectos, esta clasificación se divide por sectores que pueden ser de viviendas, comercio y servicios, industrial, equipamiento público y servicios, infraestructura, patrimonio y el sector cultural e histórico.

Y de acuerdo con Messner y Meyer, (2005) y Merz, (2010) la valoración de los daños por inundación puede clasificarse en diferentes escalas espaciales:

-*Micro-escala*, donde la valoración de los daños está basada en elementos individuales que representan un riesgo. Por ejemplo, con el fin de estimar el daño a una comunidad en caso de un determinado escenario de inundación, los daños pueden calcularse por cada elemento afectado (edificios, infraestructura, etc.).

-*Meso-escala*, donde la valoración de los daños se basa en datos espaciales. Las unidades espaciales de datos más usadas son las unidades de uso de suelo, por ejemplo, para áreas residenciales o zonas industriales.

-Y *Macro-escala*; en este caso, el cálculo de los potenciales daños se lleva a cabo para el nivel de los municipios. Las principales fuentes de datos para esta evaluación son las estadísticas oficiales.

De acuerdo con Rose (2004), el costo de daños directos se pueden cuantificar con mayor facilidad que los costos indirectos ya que los efectos de la inundación consideran variables de tiempo que pueden ir desde meses a años. Los daños intangibles directos e indirectos de acuerdo a Nascimento et al. (2007) comprenden un alto grado de complejidad para poder cuantificarlos económicamente, ya que considera factores como la pérdida de vidas humanas,

estrés psicológico, estados de ansiedad, daños a la salud a largo plazo, interrupción de servicios, entre otros.

### **3. Aplicación de las curvas de daños**

La aplicación de las curvas de daños es un método utilizado normalmente en países desarrollados pero en países en vías de desarrollo es particularmente nuevo. De acuerdo con Booyesen, et al. (1999), la mejor forma de calcular los daños por inundación es con el uso de las curvas de daños – inundación. Con las que es posible desarrollar una función estándar de inundación-daños para algunos usos de suelo.

Nascimento, et al, (2007) en su estudio de daños causados por inundación en Brasil, hizo una clasificación bastante detallada de los daños para cada sector (vivienda, comercios y servicios, industrial, equipamiento público y servicios, infraestructura y patrimonio cultural e histórico), dividiendo los daños en daños tangibles y daños intangibles, cada uno subdividido en daños directos y daños indirectos para cada uno de los sectores.

Esta clasificación se ha utilizado por Baró et al. (2012) para cuantificar los daños potenciales tangibles provocados por inundaciones en zonas habitacionales y zonas agrícolas.

Díaz-Delgado y Vega, (2001) utilizan también esta clasificación para realizar un análisis de las inundaciones en la subcuenca del río Tejapla, donde determinan las zonas de inundación identificadas por la información de la elevación de los niveles máximos de agua obtenidos de los perfiles calculados con el programa HEC-RAS por Vega (1999).

Vázquez, (2013) desarrolla un modelo que permite cuantificar los daños provocados por una inundación en zonas comerciales, la cual se aplicó en las zonas inundables de la cuenca alta del río Lerma en el Estado de México, estimando los daños económicos para la temporalidad 2009-2011.

(Booyesen, et al. 1999) hacen uso también de las curvas de daños para calcular los daños tangibles e intangibles provocados por inundaciones en zonas industriales, y aplica estas curvas en Verreniging, Sudáfrica como respuesta a las inundaciones que se presentaron a finales de 1995 y principios de 1996 y que causaron grandes destrucciones a la sociedad y en zonas industriales, donde determina el potencial de los daños por inundación en zonas

industriales. En esta investigación incluye la identificación de las industrias que están expuestas al riesgo de inundación utilizando la herramienta de mapas hidrológicos para determinar cuáles industrias están situadas en un área inundable así como determinar la profundidad de la lámina del agua. Pero hace énfasis en que no es posible desarrollar una función estándar de curvas de daños-altura de lámina de agua para las industrias. La mejor opción es completar cuestionarios para cada una de las industrias afectadas por la inundación para calcular los daños económicos.

Por lo que Salzano y Cozzani (2012) proponen que el procedimiento convencional para la evaluación cuantitativa de riesgos de instalaciones industriales o áreas industriales, así como la planeación del uso de la tierra en relación a los principales peligros deberían incluir escenarios de accidentes o desastres generados por factores externos de riesgos. Olsen et al. (1998) proponen que la evaluación económica de los daños por inundaciones debe ser realizada por regiones más que por áreas individuales de inundación, ya que las actividades económicas de una llanura de inundación dada están conectadas con las actividades que se llevan a cabo en otra llanura de inundación y con áreas no afectadas por la inundación.

De acuerdo a Penning-Rowsell y Catterton (1997) hay dos métodos básicos para el cálculo de daños en industrias por inundación. El primer método consiste en proyectar el daño de inundaciones históricas para obtener la profundidad estándar / daños económicos, el problema con esta primer método es que no siempre existe esta información histórica.

El segundo método es hacer uso del conocimiento que los gerentes de las industrias tienen de como las empresas han sido afectadas por inundaciones Smit and Greenaway, (1994). La principal desventaja de este método es que los daños son estimados sin la ocurrencia de una inundación, y que la información es por lo tanto de una naturaleza hipotética.

También el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se ha vuelto un soporte para la modelación de aguas superficiales y en el análisis de daños por inundaciones (Baró et al. 2010), los SIG unidos a modelos de simulación hidrológica se utilizan para el almacenamiento de datos, cálculo de parámetros de entrada, tratamiento de datos y proceso de los datos de salida. Así que la aplicación del SIG se ha vuelto un factor importante para evaluar los impactos de los daños producidos por inundaciones, un ejemplo son los trabajos de Brimmicombe and Bartlett (1996), Boyle et al. (1998) y Renyi and Nan (2002), Merz et

al. (2004) en los cuales se utiliza un modelo de elevación digital de la superficie del suelo y otro de la superficie de la lámina del agua producida por la inundación que permiten calcular la extensión y la profundidad de la inundación.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), propone una metodología para valorar los daños económicos por desastres naturales para los sectores de vivienda, salud, energía, agua potable y saneamiento, transporte y comunicaciones, industria y comercio y daños en el medio ambiente, en su manual “*Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres, Tomo I, II, III Y IV*”, con el fin de determinar los daños ambientales, en los sistemas de zonas de vida (CEPAL, 2003).

Por lo que la valoración de daños ha ganado más importancia dentro del contexto de la toma de decisiones en la gestión del riesgo de inundación. De acuerdo con Merz e tal., (2010) la valoración de daños es importante por:

- *Evaluación de la vulnerabilidad de las inundaciones.* Los elementos de riesgo en las áreas propensas de inundación varían en su vulnerabilidad de inundación de acuerdo a la zona. El conocimiento acerca de la vulnerabilidad de los elementos de riesgo es necesario para detectar las medidas de reducción de riesgo apropiadas, por ejemplo, desarrollar un plan de emergencia e implementar simulacros de emergencia.
- *Mapas de riesgos de inundación.* Los mapas de riesgo de inundación son un elemento esencial para la gestión de riesgos de inundación y comunicación. Así mismo los mapas de inundación son frecuentemente limitados por los mapas de riesgo.
- *Óptimas decisiones en las medidas de mitigación de inundaciones.* La seguridad ante inundaciones requiere de grandes inversiones. Por lo tanto se debe asegurar que estas inversiones sean bien utilizadas económicamente. Esto implica que el riesgo de inundación actual debe ser estimado, las opciones de reducción de riesgo deben ser determinadas y los beneficios y costos de diferentes opciones deben de ser cuantificadas y comparadas.
- *Análisis de comparación de riesgos.* En un contexto más amplio, la reducción de riesgo por inundación es competencia de varias áreas administrativas que se ocupan de la reducción de riesgos. Por ejemplo, un municipio puede ser propenso a diferentes

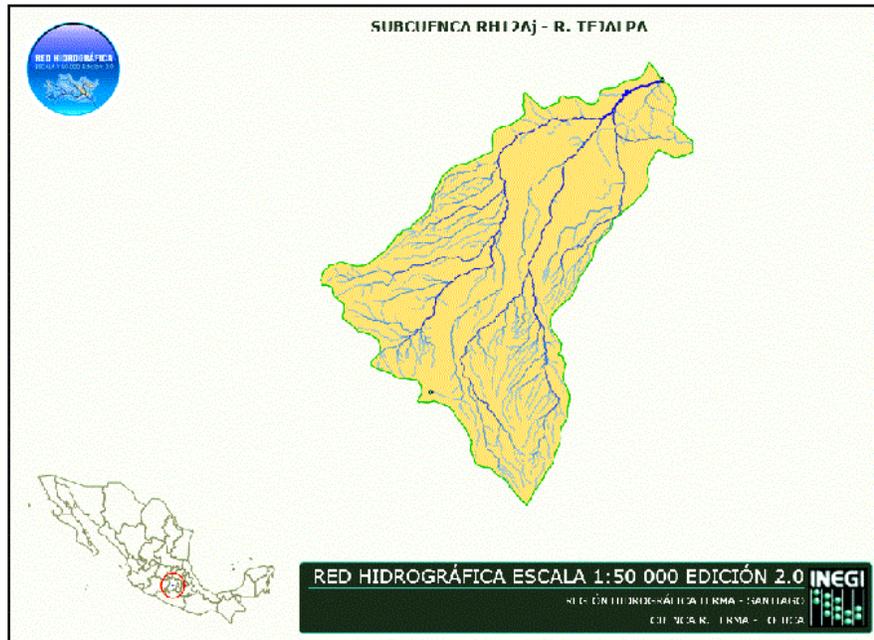
riesgos naturales. La comparación cuantitativa de los diferentes riesgos dentro de una comunidad o una región, como son riesgos por inundación, tormentas de viento o terremotos.

- *Valoraciones financieras para el sector de re-aseguros.* Para el cálculo de la prima de seguros y para garantizar la solvencia, tienen que ser calculados los daños económicos esperados y la pérdida máxima probable de la cartera de las aseguradoras.
- *Evaluaciones financieras durante y después de las inundaciones.* En el caso de los eventos de inundación, los gobiernos necesitan evaluar los daños por inundación, con el fin de tomar las decisiones presupuestarias acerca de las indemnizaciones por los daños causados.

#### **4. Aplicación de método de evaluación de daños en la subcuenca del río Tejalpa, ubicada en la cuenca alta del río Lerma, México.**

Un caso de estudio exitoso en un país en vías de desarrollo y en específico en México, es el de Baró et al. (2012), quien aplicó y adaptó esta metodología para cuantificar los daños potenciales tangibles provocados por inundaciones en zonas habitacionales y zonas agrícolas en la subcuenca del río Tejalpa, localizada en el curso alto del río Lerma, México, mediante el uso de curvas altura de inundación-daños para el caso de zonas urbanizadas y de curvas de duración de la inundación-daños para el caso de zonas agrícolas, metodología empleada para la República Mexicana ya que toma como base un conjunto de datos disponibles para todo el país y que pueden obtenerse a través de dependencias federales, estatales y municipales.

Mapa 1. Localización Subcuenca del Río Tejalpa



Para este estudio los daños potenciales tangibles se dividieron en directos e indirectos para cada uno de los sectores, siendo los primeros, los que se producen por contacto con el agua o su inmersión, y los indirectos son aquellos causados por la interrupción del tráfico, pérdidas de salarios y beneficios en los negocios, etcétera (James y Lee, 1971).

En el caso de las zonas urbanizadas toma en cuenta el índice de marginación (IM) y los bienes contenidos en las viviendas que han sido clasificadas en una base de datos por áreas geoadministrativas básicas (AGEB's), obteniendo un total de 183 Unidades Geográficas (UG): dentro de las cuales se contabilizaron 125 AGEB's con un IM muy alto, 126 con IM alto, 106 con IM medio, 65 con IM bajo y 29 con IM muy bajo.

Con esta información y con la obtenida en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se elaboró una base de datos en función en función del IM, el número de identificación de la AGEB, número de viviendas habitadas, y de bienes existentes, concretamente, radios, radiograbadoras, televisiones, videos, licuadoras, refrigeradores, lavadoras, teléfonos, calentadores, automóviles y computadoras, mobiliario de cocina, comedor, sala y recámara, ropa y calzado y se obtuvo una familia de curvas de daños tangibles potenciales provocados por inundación que muestran el costo máximo, mínimo y probable para una altura de lámina de agua alcanzada en una vivienda.

En la siguiente tabla se muestran los daños en salarios mínimos (SM) para cada una de las AGEB afectadas en la zona de estudio para un periodo de retorno de 10, 20, 50 y 100 años, donde los daños oscilan para un periodo de retorno de 10 años en 5,279,766 SM como costo mínimo, 5,995,270 SM como costo máximo y 5,890,489 SM como costo más probable.

Tabla 1

Daños totales económicos potenciales directos en zonas habitacionales para diferentes períodos de retorno (SM salarios mínimos)						
T (años)	Localidad	AGEB	Lámina de agua (m)	Costo mínimo	Costo máximo	Costo más probable
				DDHmin No.( S.M.)	DDHmax No. (S.M.)	DDHmp No. (S.M.)
10	Calixtlahuaca	175-2	1.3	72,992	93,414	90,423
	San Miguel Zinacantepec	008-3	1.08	2,772,390	3,077,112	3,032,488
		007-9	1.08	1,668,135	1,851,485	1,824,635
		010-0	0.37	256,779	324,676	314,733
		011-5	0.9	416,003	531,119	514,261
		005-A	0.58	93,465	117,465	113,949
	TOTAL			5,279,766	5,995,270	5,890,489
20	Calixtlahuaca	175-2	1.48	76,047	97,390	94,264
	San Miguel Zinacantepec	008-3	1.12	2,807,422	3,111,660	3,070,522
		007-9	1.12	1,689,214	1,874,679	1,847,520
		010-0	0.39	395,144	500,041	484,679
		011-5	0.96	301,316	384,874	372,637
		014-5	1.24	26,085	28,941	28,522
	San Fco Tlacilcalpan	014-5	1.24	26,085	28,941	28,522
TOTAL			5,395,136	6,127,161	6,019,959	
50	Calixtlahuaca	175-2	1.53	92,589	118,594	114,786
	San Miguel Zinacantepec	008-3	1.17	2,849,493	3,161,955	3,116,198
		007-9	1.17	1,714,527	1,902,534	1,875,003
		010-0	0.42	417,663	529,116	512,794
		011-5	0.99	317,219	405,273	392,377
		014-5	1.29	39,917	44,283	43,643
	TOTAL			5,655,281	6,443,177	6,327,788
100	Calixtlahuaca	175-2	1.57	105,133	134,677	130,350
	San Miguel Zinacantepec	008-3	1.2	2,873,881	3,188,791	3,142,676
		007-9	1.2	1,729,202	1,918,682	1,890,934
		010-0	0.44	429,938	545,017	528,164
		011-5	1.04	322,745	412,469	399,330
		014-5	1.34	53,605	59,461	58,603
San Fco Tlacilcalpan	014-5	1.34	53,605	59,461	58,603	

San Juan de las Huertas	005-A	0.65	317,612	399,286	387,311
TOTAL			5,832,114	6,658,383	6,537,369

Fuente: Baró et al. (2012)

Para el caso de zonas agrícolas se identificaron los diferentes cultivos de la zona, siendo los cultivos de maíz grano bajo riego, maíz forrajero bajo riego, maíz grano temporal y maíz forrajero temporal los que se localizaron en la zona de estudio, además se consideraron datos como disminución o pérdida de la cosecha, la duración de la inundación, la época en que se produce la inundación, así como el área que ocupa el cultivo. La evaluación de los daños se realiza a partir del ingreso de los agricultores, el cual se ve afectado una vez producida una inundación

La aplicación de esta metodología en la subcuenca del río Tejalpa permitió cuantificar los daños en zonas habitacionales y agrícolas, siendo los daños habitacionales las de mayor porcentaje con un 94% del total de los daños y un 6% de los daños para zonas agrícolas.

## 5. Conclusiones

La estimación de daños económicos causados por inundación está tomando importancia así como el desarrollo de los riesgos de inundación está tomando interés en los gobiernos tanto de países desarrollados como en países en vías de desarrollo (Baró, 2010) y (Merz et al. 2010). Ya que las inundaciones pueden causar grandes estragos a la sociedad por lo que necesitan ser prevenidos, el modelo para el cálculo de daños provocados por desastres naturales es un elemento crucial para la toma de decisiones así como el desarrollo de políticas en el campo del desarrollo de desastres naturales y los planes de adaptación ante el cambio climático (Merz et al. 2010) y (Coninx and Bachus, 2007).

La implementación de las curvas de daños permite conocer cuáles son los daños ocasionados por una inundación dependiendo de una determinada altura de lámina del agua. De acuerdo con Baró, (2010) este modelo permitirá:

- El análisis del costo beneficio respecto a las medidas estructurales y no estructurales a considerar en términos preventivos y de reducción de riesgo.
- Permitirá un análisis más objetivo y aterrizado de las pólizas de seguros.
- Facilitará un mejor ordenamiento y planificación del territorio en términos de uso de suelo.

También la aplicación de este modelo puede ayudar a la formulación de recomendaciones que orienten el diseño de medidas preventivas, orientadas a la mitigación o abatimiento de los picos de crecidas. Así como el costo máximo y mínimo ocasionado por una inundación para una altura de lámina alcanzada de agua.

La estimación de las pérdidas económicas utilizando las curvas de daños potenciales por inundación en México, debe ser ampliada además de los trabajos de Baró, (2010) y Vazquéz, (2013) quienes han hecho un aporte importante aplicando las curvas de daños para valorar las pérdidas económicas en el sector vivienda, agricultura y comercio, pero debe ser completada con otras curvas que permitan el cálculo de daños en otros sectores económicos como el industrial con el objeto de obtener una cuantificación más precisa de las afectaciones.

## **BIBLIOGRAFÍA**

AON Benfield Analytics (2015) Annual Global Climate and Catastrophe Report 2014, Impact forecasting. [http://thoughtleadership.aonbenfield.com/Documents/20150113\\_ab\\_if\\_annual\\_climate\\_catastrophe\\_report.pdf](http://thoughtleadership.aonbenfield.com/Documents/20150113_ab_if_annual_climate_catastrophe_report.pdf)

BARÓ, J.E., DÍAZ-DELGADO, C., CALDERÓN, G., ESTELLER, V., CADENA, E., FRANCO R., (2012). *Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación*. Ed México Universidad Autónoma del Estado de México.

BARÓ, J.E., (2010) Conceptualización, desarrollo y validación de una metodología para la valoración económica de los daños potenciales tangibles provocados por una inundación. Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México

BARÓ, J. E., DÍAZ-DELGADO, C., ESTELLER, V., CALDERÓN, G., (2007): “Curvas de daños provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de México, Parte I. Propuesta metodológica”, en *Ingeniería Hidráulica en México*. XXII(1). 91-103

BOOYSEN, H. J., VILJOEN, M. F., DE VILLIERS, GDUT. (1999): “Methodology for the calculation of industrial flood damage and its application to an industry in Vereeniging”, in *Water SA*, Vol. 25, núm.1, January Journal ISSN 0378-4738

BRIMICOBÉ, A. J., BARTLETT, J. M., (1996): “Linking geographical information system with hydraulic simulation modelling for flood risk assessment: the Hong-Kong approach” in *GIS and Environmental Modeling* M.F. Goodchild, ed Oxford University Press New York 165-168

BOYLE, S.J., TSANIS, I.K., KANAROGLOU, P.S., (1998): “Developing Geographic Information Systems for land use impacts assessment in flooding conditions”, in *Journal of Water Resources Planning and Management*. 123:89-98

CEPAL, COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (2003) *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres, Tomo III*. Cepal-Banco Mundial

CONINX I., BACHUS K., (2007): “Integrating social vulnerability to floods in a climate change context”, in *Higher Institute for Labours Studies*, Catholic University of Leuven, Park-straat 47, B-3000 Leuven

DEHAYS, J., (2002): “Fenómenos naturales, concentración urbana y desastres en América Latina”, en *Perfiles Latinoamericanos*, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. México, núm.20, junio, 2002, pp. 177-206.

FRANCISCO J., FERNANDO A., (2003): “En torno a los desastres naturales: Tipología, conceptos y reflexiones” en *Revista INVI*, Vol. 18, núm. 47, mayo, 2003, pp 15-31. Universidad de Chile, Chile

GEORGAS D., Y C. PERISSORATIS, (1992): “Implications of future climatic changes on the Inner Thermaikos Gulf.” In *Climatic Chance and the Mediterranean*

DÍAZ-DELGADO, C. Y VEGA, G., (2001): “Análisis de gran visión de las inundaciones en la Cuenca Alta del Río Lerma: caso de la Sub cuenca del Río Tejalpa, Estado de México, México”, en: *Ingeniería Hidráulica en México XVI* (1) 73-86.

IPPC INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, (2001): Climate change 2001. Impacts, Adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the intergovernmental Panel of Climate change- WNO-UNEP

JAMES, L. D., AND LEE, R. R. (1971): *Economics of Water Resources Planning*. Ed McGraw-Hill. New York, 615 pp.

JONKMAN, S.N. (2007): Loss of life estimation in flood risk assessment, Ph.D. thesis, Delft University, The Netherlands.

KASHIWAGI, T. (1994) Mitigation options, Industry. IPCC Working Group II: subgroup A.

LINDH, G., (1992): “Hydrological and water resources impact of climate chances”, in *Climatic Chance and the Mediterranean*, pp 58-93.

LOPARDO, R. Y A., SEOANE, R., (2000): “Algunas reflexiones sobre crecidas e inundaciones”, en *Ingeniería del agua*.

MERZ, B., KREIBICH, H., SCHWARZE, R., THIEKEN, A., (2010): “Assessment of economic flood damage” in *Natural Hazard and Earth System Sciences*, 10: 1697-1724

MERZ, B., KREIBICH, H., THIEKEN, A., SCHMIDTKE, R., (2004): “Estimation uncertainty of direct monetary flood damage to buildings”, in *Natural Hazard and Earth System Sciences*, 4: 153-163

MESSNER F., MEYER V. (2005): “Flood damage, vulnerability and risk perception – challenges for flood damage research” in *UFZ Discussion Paper* 13/2005, 24 p.

NASCIMENTO, N., MACHADO M.L., BAPTISTA, M., DE PAULA E SILVA, A. (2007): “The assessment of damage caused by floods in the Brazilian context”, in *Urban Water Journal*, 483: 195-210

OLSEN, J.R., BELGIN, P.A., LAMBERT. J.H., HAIMES, Y.C. (1998): “Input Output economic evaluation of system of levees”, in *Journal of Water Resources Planning and Management*, 124(5)237-245

PARKER, D. J., GREEN, C. H., AND THOMPSON, P. M. (1987): “Urban flood protection benefits: A project appraisal guide”, in *Gower Technical Press*, Aldershot.

PENNING-ROUSELL, E.C., CHATTERTON, J.B. (1997): “The benefits of flood alleviation. A manual of assessment techniques”, in *U.K. Belhaven Technical Press*

RENYI, L., NAN, L. (2002): “Flood area and damage estimation in Zhejiang, China”, in *Journal of Environmental Management*. 66: 1-8

ROSE, A. (2004): “Economic Principles, Issues, and Research Priorities in Natural Hazard Loss Estimation”, in *Modeling the Spatial Economic Impacts of Natural Hazards*, ed: Okuyama, Y. and Chang, S., Springer, Heidelberg, 13–36, 2004.

SALZANO, E., COZZANI, V., (2012); “Introducing external hazard factors in quantitative risk analysis” en *Revista de Ingeniería*, núm. 37, julio-diciembre, 2012, pp. 55-56.

SWISS RE, (2014): Natural Catastrophes and Man-made disasters in 2013: large losses from flood and hail; Haiyan hits the Philippines. [http://www.swissre.com/media/news\\_releases/nr\\_20140326\\_sigma\\_insured\\_losses\\_in\\_2013.html](http://www.swissre.com/media/news_releases/nr_20140326_sigma_insured_losses_in_2013.html)

SMITH, D. I. AND GREENAWAY, M. A. (1994): “Tropical Storm Surge, Damage Assessment and Emergency Planning: A Pilot Study for Mackay, Queensland”, in *Resource and Environmental Studies*. Australian National University, Canberra, Australia, Centre for Resource and Environmental Studies, , Number 8, ID- NDR Project 9/92.

VÁZQUEZ, I. (2013) Modelo para la estimación de costos de daños directos por inundación en establecimientos comerciales en las zonas inundables del río Lerma, Estado de México 2009-2012. Tesis de Licenciatura, Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.

## Anexos

Anexo 1  
Clasificación de las actividades secundarias  
SCIAN, 2013

**21 Minería**

**211 Extracción de petróleo y gas**

*2111 Extracción de petróleo y gas*

*21111 Extracción de petróleo y gas*

*211110 Extracción de petróleo y gas*

**212 Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas**

*2121 Minería de carbón mineral*

*21211 Minería de carbón mineral*

*21210 Minería de carbón mineral*

*2122 Minería de minerales metálicos*

*21221 Minería de hierro*

*212210 Minería de hierro*

*21222 Minería de oro y plata*

*212221 Minería de oro*

*212222 Minería de plata*

*21223 Minería de cobre, plomo y zinc*

*212231 Minería de cobre*

*212232 Minería de plomo y zinc*

*21229 Minería de otros minerales metálicos*

*212291 Minería de manganeso*

*212292 Minería de mercurio y antimonio*

*212293 Minería de uranio y minerales radiactivos*

*212299 Minería de otros minerales metálicos*

**2123 Minería de minerales no metálicos****21231 Minería de piedra caliza, mármol y otras piedras dimensionadas**

212311 Minería de piedra caliza

212312 Minería de mármol

212319 Minería de otras piedras dimensionadas

**21232 Minería de arena, grava, tezontle, tepetate, arcillas y de otros minerales refractarios**

212321 Minería de arena y grava para la construcción

212322 Minería de tezontle y tepetate

212323 Minería de feldespato

212324 Minería de sílice

212325 Minería de caolín

212329 Minería de otras arcillas y de otros minerales refractarios

**21239 Minería de otros minerales no metálicos†**

212391 Minería de sal

212392 Minería de piedra de yeso

212393 Minería de barita

212394 Minería de roca fosfórica

212395 Minería de fluorita

212396 Minería de grafito

212397 Minería de azufre

212398 Minería de minerales no metálicos para productos químicos

212399 Minería de otros minerales no metálicos

**213 Servicios relacionados con la minería****2131 Servicios relacionados con la minería****21311 Servicios relacionados con la minería**

213111 Perforación de pozos petroleros y de gas

213119 Otros servicios relacionados con la minería

**22 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final****221 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica****2211 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica****22111 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica**

221110 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica

221112 Transmisión y distribución de energía eléctrica

221120 Transmisión y distribución de energía eléctrica

**222 Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final****2221 Captación, tratamiento y suministro de agua****22211 Captación, tratamiento y suministro de agua**

222111 Captación, tratamiento y suministro de agua realizados por el sector público

222112 Captación, tratamiento y suministro de agua realizados por el sector privado

**2222 Suministro de gas por ductos al consumidor final****22221 Suministro de gas por ductos al consumidor final**

222210 Suministro de gas por ductos al consumidor final

**23 Construcción****236 Edificación****2361 Edificación residencial****23611 Edificación residencial**

236111 Edificación de vivienda unifamiliar

236112 Edificación de vivienda multifamiliar

236113 Supervisión de edificación residencial

**2362 Edificación no residencial****23621 Edificación de naves y plantas industriales**

236211 Edificación de naves y plantas industriales, excepto la supervisión

236212 Supervisión de edificación de naves y plantas industriales

**23622 Edificación de inmuebles comerciales y de servicios**

236221 Edificación de inmuebles comerciales y de servicios, excepto la supervisión

236222 Supervisión de edificación de inmuebles comerciales y de servicios

**237 Construcción de obras de ingeniería civil†****2371 Construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones†**

- 23711 *Construcción de obras para el tratamiento, distribución y suministro de agua, drenaje y riego*
  - 237111 Construcción de obras para el tratamiento, distribución y suministro de agua y drenaje
  - 237112 Construcción de sistemas de riego agrícola
  - 237113 Supervisión de construcción de obras para el tratamiento, distribución y suministro de agua, drenaje y riego
- 23712 *Construcción de obras para petróleo y gas*
  - 237121 Construcción de sistemas de distribución de petróleo y gas
  - 237122 Construcción de plantas de refinería y petroquímica
  - 237123 Supervisión de construcción de obras para petróleo y gas
- 23713 *Construcción de obras de generación y conducción de energía eléctrica y de obras para telecomunicaciones*
  - 237131 Construcción de obras de generación y conducción de energía eléctrica
  - 237132 Construcción de obras para telecomunicaciones
  - 237133 Supervisión de construcción de obras de generación y conducción de energía eléctrica y de obras para telecomunicaciones
- 2372 *División de terrenos y construcción de obras de urbanización*
  - 23721 *División de terrenos y construcción de obras de urbanización*
    - 237211 División de terrenos
    - 237212 Construcción de obras de urbanización
    - 237213 Supervisión de división de terrenos y de construcción de obras de urbanización
- 2373 *Construcción de vías de comunicación*
  - 23731 *Construcción de vías de comunicación*
    - 237311 Instalación de señalamientos y protecciones en obras viales
    - 237312 Construcción de carreteras, puentes y similares
    - 237313 Supervisión de construcción de vías de comunicación
- 2379 *Otras construcciones de ingeniería civil*
  - 23799 *Otras construcciones de ingeniería civil*
    - 237991 Construcción de presas y represas
    - 237992 Construcción de obras marítimas, fluviales y subacuáticas
    - 237993 Construcción de obras para transporte eléctrico y ferroviario
    - 237994 Supervisión de construcción de otras obras de ingeniería civil
    - 237999 Otras construcciones de ingeniería civil

## **238 Trabajos especializados para la construcción**

- 2381 *Cimentaciones, montaje de estructuras prefabricadas y trabajos en exteriores*
  - 23811 *Trabajos de cimentaciones*
    - 238110 Trabajos de cimentaciones
  - 23812 *Montaje de estructuras prefabricadas*
    - 238121 Montaje de estructuras de concreto prefabricadas
    - 238122 Montaje de estructuras de acero prefabricadas
  - 23813 *Trabajos de albañilería*
    - 238130 Trabajos de albañilería
  - 23819 *Otros trabajos en exteriores*
    - 238190 Otros trabajos en exteriores
- 2382 *Instalaciones y equipamiento en construcciones*
  - 23821 *Instalaciones eléctricas en construcciones*
    - 238210 Instalaciones eléctricas en construcciones
  - 23822 *Instalaciones hidrosanitarias, de gas, sistemas centrales de aire acondicionado y calefacción*
    - 238221 Instalaciones hidrosanitarias y de gas
    - 238222 Instalaciones de sistemas centrales de aire acondicionado y calefacción
  - 23829 *Otras instalaciones y equipamiento en construcciones*
    - 238290 Otras instalaciones y equipamiento en construcciones
- 2383 *Trabajos de acabados en edificaciones*
  - 23831 *Colocación de muros falsos, aislamiento y enyesado*
    - 238311 Colocación de muros falsos y aislamiento
    - 238312 Trabajos de enyesado, empastado y tiroleado
  - 23832 *Trabajos de pintura y otros cubrimientos de paredes*
    - 238320 Trabajos de pintura y otros cubrimientos de paredes
  - 23833 *Colocación de pisos flexibles y de madera*
    - 238330 Colocación de pisos flexibles y de madera
  - 23834 *Colocación de pisos cerámicos y azulejos*

- 238340 Colocación de pisos cerámicos y azulejo
- 23835 *Realización de trabajos de carpintería en el lugar de la construcción*
- 238350 Realización de trabajos de carpintería en el lugar de la construcción
- 23839 *Otros trabajos de acabados en edificaciones*
- 238390 Otros trabajos de acabados en edificaciones
- 2389 *Otros trabajos especializados para la construcción*
- 23891 *Preparación de terrenos para la construcción*
- 238910 Preparación de terrenos para la construcción
- 23899 *Otros trabajos especializados para la construcción*
- 238990 Otros trabajos especializados para la construcción

### **31-33 Industrias manufactureras**

#### **311 Industria alimentaria**

- 3111 *Elaboración de alimentos para animales*
  - 31111 *Elaboración de alimentos para animales*
    - 311110 Elaboración de alimentos para animales
- 3112 *Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas*
  - 31121 *Beneficio del arroz, elaboración de productos de molinería, y de malta*
    - 311211 Beneficio del arroz
    - 311212 Elaboración de harina de trigo
    - 311213 Elaboración de harina de maíz
    - 311214 Elaboración de harina de otros productos agrícolas
    - 311215 Elaboración de malta
  - 31122 *Elaboración de almidones, aceites y grasas vegetales comestibles*
    - 311221 Elaboración de féculas y otros almidones y sus derivados
    - 311222 Elaboración de aceites y grasas vegetales comestibles
  - 31123 *Elaboración de cereales para el desayuno*
    - 311230 Elaboración de cereales para el desayuno
- 3113 *Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares*
  - 31131 *Elaboración de azúcares*
    - 311311 Elaboración de azúcar de caña
    - 311319 Elaboración de otros azúcares
  - 31134 *Elaboración de dulces, chicles y productos de confitería que no sean de chocolate*
    - 311340 Elaboración de dulces, chicles y productos de confitería que no sean de chocolate
  - 31135 *Elaboración de chocolate y productos de chocolate*
    - 311350 Elaboración de chocolate y productos de chocolate
- 3114 *Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados*
  - 31141 *Congelación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados*
    - 311411 Congelación de frutas y verduras
    - 311412 Congelación de guisos y otros alimentos preparados
  - 31142 *Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados por procesos distintos a la congelación*
    - 311421 Deshidratación de frutas y verduras
    - 311422 Conservación de frutas y verduras por procesos distintos a la congelación y la deshidratación
    - 311423 Conservación de guisos y otros alimentos preparados por procesos distintos a la congelación
- 3115 *Elaboración de productos lácteos*
  - 31151 *Elaboración de leche y derivados lácteos*
    - 311511 Elaboración de leche líquida
    - 311512 Elaboración de leche en polvo, condensada y evaporada
    - 311513 Elaboración de derivados y fermentos lácteos
  - 31152 *Elaboración de helados y paletas*
    - 311520 Elaboración de helados y paletas
- 3116 *Matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles*
  - 31161 *Matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles*
    - 311611 Matanza de ganado, aves y otros animales comestibles
    - 311612 Corte y empacado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles
    - 311613 Preparación de embutidos y otras conservas de carne de ganado, aves y otros animales comestibles
    - 311614 Elaboración de manteca y otras grasas animales comestibles

- 3117 *Preparación y envasado de pescados y mariscos*
  - 31171 *Preparación y envasado de pescados y mariscos*
    - 311710 Preparación y envasado de pescados y mariscos
- 3118 *Elaboración de productos de panadería y tortillas*
  - 31181 *Elaboración de pan y otros productos de panadería*
    - 311811 Panificación industrial
    - 311812 Panificación tradicional
  - 31182 *Elaboración de galletas y pastas para sopa*
    - 311820 Elaboración de galletas y pastas para sopa
  - 31183 *Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal*
    - 311830 Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal
- 3119 *Otras industrias alimentarias*
  - 31191 *Elaboración de botanas*
    - 311910 Elaboración de botanas
  - 31192 *Industrias del café y del té*
    - 311921 Beneficio del café
    - 311922 Elaboración de café tostado y molido
    - 311923 Elaboración de café instantáneo
    - 311924 Preparación y envasado de té
  - 31193 *Elaboración de concentrados, polvos, jarabes y esencias de sabor para bebidas*
    - 311930 Elaboración de concentrados, polvos, jarabes y esencias de sabor para bebidas
  - 31194 *Elaboración de condimentos y aderezos*
    - 311940 Elaboración de condimentos y aderezos
  - 31199 *Elaboración de otros alimentos*
    - 311991 Elaboración de gelatinas y otros postres en polvo
    - 311992 Elaboración de levadura
    - 311993 Elaboración de alimentos frescos para consumo inmediato
    - 311999 Elaboración de otros alimentos

## **312 Industria de las bebidas y del tabaco**

- 3121 *Industria de las bebidas*
  - 31211 *Elaboración de refrescos, hielo y otras bebidas no alcohólicas, y purificación y embotellado de agua*
    - 312111 Elaboración de refrescos y otras bebidas no alcohólicas
    - 312112 Purificación y embotellado de agua
    - 312113 Elaboración de hielo
  - 31212 *Elaboración de cerveza*
    - 312120 Elaboración de cerveza
  - 31213 *Elaboración de bebidas alcohólicas a base de uva y bebidas fermentadas, excepto cerveza*
    - 312131 Elaboración de bebidas alcohólicas a base de uva
    - 312132 Elaboración de pulque
    - 312139 Elaboración de sidra y otras bebidas fermentadas
  - 31214 *Elaboración de bebidas destiladas, excepto de uva*
    - 312141 Elaboración de ron y otras bebidas destiladas de caña
    - 312142 Elaboración de bebidas destiladas de agave
    - 312143 Obtención de alcohol etílico potable
    - 312149 Elaboración de otras bebidas destiladas
- 3122 *Industria del tabaco*
  - 31221 *Beneficio del tabaco*
    - 312210 Beneficio del tabaco
  - 31222 *Elaboración de productos de tabaco*
    - 312221 Elaboración de cigarros
    - 312222 Elaboración de puros y otros productos de tabaco

## **313 Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles**

- 3131 *Preparación e hilado de fibras textiles, y fabricación de hilos*
  - 31311 *Preparación e hilado de fibras textiles, y fabricación de hilos*
    - 313111 Preparación e hilado de fibras duras naturales
    - 313112 Preparación e hilado de fibras blandas naturales
    - 313113 Fabricación de hilos para coser y bordar
- 3132 *Fabricación de telas*
  - 31321 *Fabricación de telas anchas de tejido de trama*
    - 313210 Fabricación de telas anchas de tejido de trama
  - 31322 *Fabricación de telas angostas de tejido de trama y pasamanería*

- 313220 Fabricación de telas angostas de tejido de trama y pasamanería
- 31323 *Fabricación de telas no tejidas (comprimidas)*
- 313230 Fabricación de telas no tejidas (comprimidas)
- 31324 *Fabricación de telas de tejido de punto*
- 313240 Fabricación de telas de tejido de punto
- 3133 *Acabado de productos textiles y fabricación de telas recubiertas*
- 31331 *Acabado de productos textiles*
- 313310 Acabado de productos textiles
- 31332 *Fabricación de telas recubiertas*
- 313320 Fabricación de telas recubiertas
- 314 Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir**
- 3141 *Confección de alfombras, blancos y similares*
- 31411 *Fabricación de alfombras y tapetes*
- 314110 Fabricación de alfombras y tapetes
- 31412 *Confección de cortinas, blancos y similares*
- 314120 Confección de cortinas, blancos y similares
- 3149 *Fabricación de otros productos textiles, excepto prendas de vestir*
- 31491 *Confección de costales y productos de textiles recubiertos y de materiales sucedáneos*
- 314911 Confección de costales
- 314912 Confección de productos de textiles recubiertos y de materiales sucedáneos
- 31499 *Fabricación de otros productos textiles no clasificados en otra parte*
- 314991 Confección, bordado y deshilado de productos textiles
- 314992 Fabricación de redes y otros productos de cordelería
- 314993 Fabricación de productos textiles reciclados
- 314999 Fabricación de banderas y otros productos textiles no clasificados en otra parte
- 315 Fabricación de prendas de vestir**
- 3151 *Fabricación de prendas de vestir de tejido de punto*
- 31511 *Fabricación de calcetines y medias de tejido de punto*
- 315110 Fabricación de calcetines y medias de tejido de punto
- 31519 *Fabricación de otras prendas de vestir de tejido de punto*
- 315191 Fabricación de ropa interior de tejido de punto
- 315192 Fabricación de ropa exterior de tejido de punto
- 3152 *Confección de prendas de vestir*
- 31521 *Confección de prendas de vestir de cuero, piel y materiales sucedáneos*
- 315210 Confección de prendas de vestir de cuero, piel y de materiales sucedáneos
- 31522 *Confección de prendas de vestir de materiales textiles*
- 315221 Confección en serie de ropa interior y de dormir
- 315222 Confección en serie de camisas
- 315223 Confección en serie de uniformes
- 315224 Confección en serie de disfraces y trajes típicos
- 315225 Confección de prendas de vestir sobre medida
- 315229 Confección en serie de otra ropa exterior de materiales textiles
- 3159 *Confección de accesorios de vestir y otras prendas de vestir no clasificados en otra parte*
- 31599 *Confección de accesorios de vestir y otras prendas de vestir no clasificados en otra parte*
- 315991 Confección de sombreros y gorras
- 315999 Confección de otros accesorios y prendas de vestir no clasificados en otra parte
- 316 Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos**
- 3161 *Curtido y acabado de cuero y piel*
- 31611 *Curtido y acabado de cuero y piel*
- 316110 Curtido y acabado de cuero y piel
- 3162 *Fabricación de calzado*
- 31621 *Fabricación de calzado*
- 316211 Fabricación de calzado con corte de piel y cuero
- 316212 Fabricación de calzado con corte de tela
- 316213 Fabricación de calzado de plástico
- 316214 Fabricación de calzado de hule
- 316219 Fabricación de huaraches y calzado de otro tipo de materiales
- 3169 *Fabricación de otros productos de cuero, piel y materiales sucedáneos*
- 31699 *Fabricación de otros productos de cuero, piel y materiales sucedáneos*

- 316991 Fabricación de bolsos de mano, maletas y similares
- 316999 Fabricación de otros productos de cuero, piel y materiales sucedáneos

### **321 Industria de la madera**

- 3211 Aserrado y conservación de la madera*
  - 32111 Aserrado y conservación de la madera*
    - 321111 Aserraderos integrados
    - 321112 Aserrado de tablas y tablones
    - 321113 Tratamiento de la madera y fabricación de postes y durmientes
- 3212 Fabricación de laminados y aglutinados de madera*
  - 32121 Fabricación de laminados y aglutinados de madera*
    - 321210 Fabricación de laminados y aglutinados de madera
- 3219 Fabricación de otros productos de madera*
  - 32191 Fabricación de productos de madera para la construcción*
    - 321910 Fabricación de productos de madera para la construcción
  - 32192 Fabricación de productos para embalaje y envases de madera*
    - 321920 Fabricación de productos para embalaje y envases de madera
  - 32199 Fabricación de otros productos de madera y de materiales trenzables, excepto palma*
    - 321991 Fabricación de productos de materiales trenzables, excepto palma
    - 321992 Fabricación de artículos y utensilios de madera para el hogar
    - 321993 Fabricación de productos de madera de uso industrial
    - 321999 Fabricación de otros productos de madera

### **322 Industria del papel**

- 3221 Fabricación de pulpa, papel y cartón*
  - 32211 Fabricación de pulpa*
    - 322110 Fabricación de pulpa
  - 32212 Fabricación de papel*
    - 322121 Fabricación de papel en plantas integradas
    - 322122 Fabricación de papel a partir de pulpa
  - 32213 Fabricación de cartón*
    - 322131 Fabricación de cartón en plantas integradas
    - 322132 Fabricación de cartón y cartoncillo a partir de pulpa
- 3222 Fabricación de productos de cartón y papel*
  - 32221 Fabricación de envases de cartón*
    - 322210 Fabricación de envases de cartón
  - 32222 Fabricación de bolsas de papel y productos celulósicos recubiertos y tratados*
    - 322220 Fabricación de bolsas de papel y productos celulósicos recubiertos y tratados
  - 32223 Fabricación de productos de papelería*
    - 322230 Fabricación de productos de papelería
  - 32229 Fabricación de otros productos de cartón y papel*
    - 322291 Fabricación de pañales desechables y productos sanitarios
    - 322299 Fabricación de otros productos de cartón y papel

### **323 Impresión e industrias conexas**

- 3231 Impresión e industrias conexas*
  - 32311 Impresión*
    - 323111 Impresión de libros, periódicos y revistas
    - 323119 Impresión de formas continuas y otros impresos
  - 32312 Industrias conexas a la impresión*
    - 323120 Industrias conexas a la impresión

### **324 Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón**

- 3241 Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón*
  - 32411 Refinación de petróleo*
    - 324110 Refinación de petróleo
  - 32412 Fabricación de productos de asfalto*
    - 324120 Fabricación de productos de asfalto
  - 32419 Fabricación de otros productos derivados del petróleo refinado y del carbón mineral*
    - 324191 Fabricación de aceites y grasas lubricantes
    - 324199 Fabricación de coque y otros productos derivados del petróleo refinado y del carbón mineral

### **325 Industria química**

- 3251 Fabricación de productos químicos básicos*

- 32511 *Fabricación de petroquímicos básicos del gas natural y del petróleo refinado*
  - 325110 Fabricación de petroquímicos básicos del gas natural y del petróleo refinado
- 32512 *Fabricación de gases industriales*
  - 325120 Fabricación de gases industriales
- 32513 *Fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos*
  - 325130 Fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos
- 32518 *Fabricación de otros productos químicos básicos inorgánicos*
  - 325180 Fabricación de otros productos químicos básicos inorgánicos
- 32519 *Fabricación de otros productos químicos básicos orgánicos*
  - 325190 Fabricación de otros productos químicos básicos orgánicos
- 3252 *Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas*
  - 32521 *Fabricación de resinas y hules sintéticos*
    - 325211 Fabricación de resinas sintéticas
    - 325212 Fabricación de hules sintéticos
  - 32522 *Fabricación de fibras químicas*
    - 325220 Fabricación de fibras químicas
- 3253 *Fabricación de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos*
  - 32531 *Fabricación de fertilizantes*
    - 325310 Fabricación de fertilizantes
  - 32532 *Fabricación de pesticidas y otros agroquímicos, excepto fertilizantes*
    - 325320 Fabricación de pesticidas y otros agroquímicos, excepto fertilizantes
- 3254 *Fabricación de productos farmacéuticos*
  - 32541 *Fabricación de productos farmacéuticos*
    - 325411 Fabricación de materias primas para la industria farmacéutica
    - 325412 Fabricación de preparaciones farmacéuticas
- 3255 *Fabricación de pinturas, recubrimientos y adhesivos*
  - 32551 *Fabricación de pinturas y recubrimientos*
    - 325510 Fabricación de pinturas y recubrimientos
  - 32552 *Fabricación de adhesivos*
    - 325520 Fabricación de adhesivos
- 3256 *Fabricación de jabones, limpiadores y preparaciones de tocador*
  - 32561 *Fabricación de jabones, limpiadores y dentífricos*
    - 325610 Fabricación de jabones, limpiadores y dentífricos
  - 32562 *Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador*
    - 325620 Fabricación de cosméticos, perfumes y otras preparaciones de tocador
- 3259 *Fabricación de otros productos químicos*
  - 32591 *Fabricación de tintas para impresión*
    - 325910 Fabricación de tintas para impresión
  - 32592 *Fabricación de explosivos*
    - 325920 Fabricación de explosivos
  - 32599 *Fabricación de otros productos químicos*
    - 325991 Fabricación de cerillos
    - 325992 Fabricación de películas, placas y papel fotosensible para fotografía
    - 325993 Fabricación de resinas de plásticos reciclados
    - 325999 Fabricación de otros productos químicos

## **326 Industria del plástico y del hule**

- 3261 *Fabricación de productos de plástico*
  - 32611 *Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible*
    - 326110 Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible
  - 32612 *Fabricación de tubería y conexiones, y tubos para embalaje*
    - 326120 Fabricación de tubería y conexiones, y tubos para embalaje
  - 32613 *Fabricación de laminados de plástico rígido*
    - 326130 Fabricación de laminados de plástico rígido
  - 32614 *Fabricación de espumas y productos de poliestireno*
    - 326140 Fabricación de espumas y productos de poliestireno
  - 32615 *Fabricación de espumas y productos de uretano*
    - 326150 Fabricación de espumas y productos de uretano
  - 32616 *Fabricación de botellas de plástico*
    - 326160 Fabricación de botellas de plástico
  - 32619 *Fabricación de otros productos de plástico*
    - 326191 Fabricación de productos de plástico para el hogar con y sin reforzamiento
    - 326192 Fabricación de autopartes de plástico con y sin reforzamiento
    - 326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento

- 326194 Fabricación de otros productos de plástico de uso industrial sin reforzamiento
- 326198 Fabricación de otros productos de plástico con reforzamiento
- 326199 Fabricación de otros productos de plástico sin reforzamiento
- 3262 Fabricación de productos de hule**
  - 32621 Fabricación y revitalización de llantas**
    - 326211 Fabricación de llantas y cámaras
    - 326212 Revitalización de llantas
  - 32622 Fabricación de bandas y mangueras de hule y de plástico**
    - 326220 Fabricación de bandas y mangueras de hule y de plástico
  - 32629 Fabricación de otros productos de hule**
    - 326290 Fabricación de otros productos de hule
- 327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos**
  - 3271 Fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios**
    - 32711 Fabricación de artículos de alfarería, porcelana, loza y muebles de baño**
      - 327111 Fabricación de artículos de alfarería, porcelana y loza
      - 327112 Fabricación de muebles de baño
    - 32712 Fabricación de productos a base de arcilla para la construcción**
      - 327121 Fabricación de ladrillos no refractarios
      - 327122 Fabricación de azulejos y losetas no refractarias
      - 327123 Fabricación de productos refractarios
  - 3272 Fabricación de vidrio y productos de vidrio**
    - 32721 Fabricación de vidrio y productos de vidrio**
      - 327211 Fabricación de vidrio
      - 327212 Fabricación de espejos
      - 327213 Fabricación de envases y ampollitas de vidrio
      - 327214 Fabricación de fibra de vidrio
      - 327215 Fabricación de artículos de vidrio de uso doméstico
      - 327216 Fabricación de artículos de vidrio de uso industrial y comercial
      - 327219 Fabricación de otros productos de vidrio
  - 3273 Fabricación de cemento y productos de concreto**
    - 32731 Fabricación de cemento y productos a base de cemento en plantas integradas**
      - 327310 Fabricación de cemento y productos a base de cemento en plantas integradas
    - 32732 Fabricación de concreto**
      - 327320 Fabricación de concreto
    - 32733 Fabricación de tubos y bloques de cemento y concreto**
      - 327330 Fabricación de tubos y bloques de cemento y concreto
    - 32739 Fabricación de otros productos de cemento y concreto**
      - 327391 Fabricación de productos preesforzados de concreto
      - 327399 Fabricación de otros productos de cemento y concreto
  - 3274 Fabricación de cal, yeso y productos de yeso**
    - 32741 Fabricación de cal**
      - 327410 Fabricación de cal
    - 32742 Fabricación de yeso y productos de yeso**
      - 327420 Fabricación de yeso y productos de yeso
  - 3279 Fabricación de otros productos a base de minerales no metálicos**
    - 32791 Fabricación de productos abrasivos**
      - 327910 Fabricación de productos abrasivos
    - 32799 Fabricación de otros productos a base de minerales no metálicos**
      - 327991 Fabricación de productos a base de piedras de cantera
      - 327999 Fabricación de otros productos a base de minerales no metálicos
- 331 Industrias metálicas básicas**
  - 3311 Industria básica del hierro y del acero**
    - 33111 Industria básica del hierro y del acero**
      - 331111 Complejos siderúrgicos
      - 331112 Fabricación de desbastes primarios y ferroaleaciones
  - 3312 Fabricación de productos de hierro y acero**
    - 33121 Fabricación de tubos y postes de hierro y acero**
      - 331210 Fabricación de tubos y postes de hierro y acero
    - 33122 Fabricación de otros productos de hierro y acero**
      - 331220 Fabricación de otros productos de hierro y acero
  - 3313 Industria básica del aluminio**
    - 33131 Industria básica del aluminio**

- 331310 Industria básica del aluminio
- 3314 Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio**
  - 33141 *Fundición y refinación de cobre, metales preciosos y de otros metales no ferrosos*
    - 331411 Fundición y refinación de cobre
    - 331412 Fundición y refinación de metales preciosos
    - 331419 Fundición y refinación de otros metales no ferrosos
  - 33142 *Laminación secundaria de cobre*
    - 331420 Laminación secundaria de cobre
  - 33149 *Laminación secundaria de otros metales no ferrosos*
    - 331490 Laminación secundaria de otros metales no ferrosos
- 3315 Moldeo por fundición de piezas metálicas**
  - 33151 *Moldeo por fundición de piezas de hierro y acero*
    - 331510 Moldeo por fundición de piezas de hierro y acero
  - 33152 *Moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas*
    - 331520 Moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas
- 332 Fabricación de productos metálicos**
  - 3321 *Fabricación de productos metálicos forjados y troquelados*
    - 33211 *Fabricación de productos metálicos forjados y troquelados*
      - 332110 Fabricación de productos metálicos forjados y troquelados
  - 3322 *Fabricación de herramientas de mano sin motor y utensilios de cocina metálicos*
    - 33221 *Fabricación de herramientas de mano sin motor y utensilios de cocina metálicos*
      - 332211 Fabricación de herramientas de mano metálicas sin motor
      - 332212 Fabricación de utensilios de cocina metálicos
  - 3323 *Fabricación de estructuras metálicas y productos de herrería*
    - 33231 *Fabricación de estructuras metálicas*
      - 332310 Fabricación de estructuras metálicas
    - 33232 *Fabricación de productos de herrería*
      - 332320 Fabricación de productos de herrería
  - 3324 *Fabricación de calderas, tanques y envases metálicos*
    - 33241 *Fabricación de calderas industriales*
      - 332410 Fabricación de calderas industriales
    - 33242 *Fabricación de tanques metálicos de calibre grueso*
      - 332420 Fabricación de tanques metálicos de calibre grueso
    - 33243 *Fabricación de envases metálicos de calibre ligero*
      - 332430 Fabricación de envases metálicos de calibre ligero
  - 3325 *Fabricación de herrajes y cerraduras*
    - 33251 *Fabricación de herrajes y cerraduras*
      - 332510 Fabricación de herrajes y cerraduras
  - 3326 *Fabricación de alambre, productos de alambre y resortes*
    - 33261 *Fabricación de alambre, productos de alambre y resortes*
      - 332610 Fabricación de alambre, productos de alambre y resortes
  - 3327 *Maquinado de piezas metálicas y fabricación de tornillos*
    - 33271 *Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general*
      - 332710 Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general
    - 33272 *Fabricación de tornillos, tuercas, remaches y similares*
      - 332720 Fabricación de tornillos, tuercas, remaches y similares
  - 3328 *Recubrimientos y terminados metálicos*
    - 33281 *Recubrimientos y terminados metálicos*
      - 332810 Recubrimientos y terminados metálicos
  - 3329 *Fabricación de otros productos metálicos*
    - 33291 *Fabricación de válvulas metálicas*
      - 332910 Fabricación de válvulas metálicas
    - 33299 *Fabricación de otros productos metálicos*
      - 332991 Fabricación de baleros y rodamientos
      - 332999 Fabricación de otros productos metálicos
- 333 Fabricación de maquinaria y equipo**
  - 3331 *Fabricación de maquinaria y equipo agropecuario, para la construcción y para la industria extractiva*
    - 33311 *Fabricación de maquinaria y equipo agropecuario*
      - 333111 Fabricación de maquinaria y equipo agrícola
      - 333112 Fabricación de maquinaria y equipo pecuario

- 33312 *Fabricación de maquinaria y equipo para la construcción*†
  - 333120 Fabricación de maquinaria y equipo para la construcción
- 33313 *Fabricación de maquinaria y equipo para la industria extractiva*†
  - 333130 Fabricación de maquinaria y equipo para la industria extractiva
- 3332 *Fabricación de maquinaria y equipo para las industrias manufactureras, excepto la metalmecánica*†**
  - 33324 *Fabricación de maquinaria y equipo para las industrias manufactureras, excepto la metalmecánica*†
    - 333241 Fabricación de maquinaria y equipo para la industria de la madera
    - 333242 Fabricación de maquinaria y equipo para la industria del hule y del plástico
    - 333243 Fabricación de maquinaria y equipo para la industria alimentaria y de las bebidas
    - 333244 Fabricación de maquinaria y equipo para la industria textil
    - 333245 Fabricación de maquinaria y equipo para la industria de la impresión
    - 333246 Fabricación de maquinaria y equipo para la industria del vidrio y otros minerales no metálicos
    - 333249 Fabricación de maquinaria y equipo para otras industrias manufactureras
- 3333 *Fabricación de maquinaria y equipo para el comercio y los servicios*†**
  - 33331 *Fabricación de maquinaria y equipo para el comercio y los servicios*†
    - 333311 Fabricación de aparatos fotográficos
    - 333312 Fabricación de máquinas fotocopiadoras
    - 333319 Fabricación de otra maquinaria y equipo para el comercio y los servicios
- 3334 *Fabricación de equipo de aire acondicionado, calefacción, y de refrigeración industrial y comercial*†**
  - 33341 *Fabricación de equipo de aire acondicionado, calefacción, y de refrigeración industrial y comercial*†
    - 333411 Fabricación de equipo de aire acondicionado y calefacción
    - 333412 Fabricación de equipo de refrigeración industrial y comercial
- 3335 *Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmecánica*†**
  - 33351 *Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmecánica*†
    - 333510 Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmecánica
- 3336 *Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones*†**
  - 33361 *Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones*†
    - 333610 Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones
- 3339 *Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general*†**
  - 33391 *Fabricación de bombas y sistemas de bombeo*†
    - 333910 Fabricación de bombas y sistemas de bombeo
  - 33392 *Fabricación de maquinaria y equipo para levantar y trasladar*†
    - 333920 Fabricación de maquinaria y equipo para levantar y trasladar
  - 33399 *Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general*†
    - 333991 Fabricación de equipo para soldar y soldaduras
    - 333992 Fabricación de maquinaria y equipo para envasar y empaclar
    - 333993 Fabricación de aparatos e instrumentos para pesar
    - 333999 Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general
- 334 *Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos*†**
  - 3341 *Fabricación de computadoras y equipo periférico*†
    - 33411 *Fabricación de computadoras y equipo periférico*†
      - 334110 Fabricación de computadoras y equipo periférico
  - 3342 *Fabricación de equipo de comunicación*†
    - 33421 *Fabricación de equipo telefónico*†
      - 334210 Fabricación de equipo telefónico
    - 33422 *Fabricación de equipo de transmisión y recepción de señales de radio y televisión, y equipo de comunicación inalámbrico*†
      - 334220 Fabricación de equipo de transmisión y recepción de señales de radio y televisión, y equipo de comunicación inalámbrico
    - 33429 *Fabricación de otros equipos de comunicación*†
      - 334290 Fabricación de otros equipos de comunicación
  - 3343 *Fabricación de equipo de audio y de video*†
    - 33431 *Fabricación de equipo de audio y de video*†
      - 334310 Fabricación de equipo de audio y de video
  - 3344 *Fabricación de componentes electrónicos*†
    - 33441 *Fabricación de componentes electrónicos*†
      - 334410 Fabricación de componentes electrónicos

- 3345 *Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico*
  - 33451 *Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico*
    - 334511 Fabricación de relojes
    - 334519 Fabricación de otros instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico
  - 3346 *Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos*
    - 33461 *Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos*
      - 334610 Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos
- 335 Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica**
  - 3351 *Fabricación de accesorios de iluminación*
    - 33511 *Fabricación de focos*
      - 335110 Fabricación de focos
    - 33512 *Fabricación de lámparas ornamentales*
      - 335120 Fabricación de lámparas ornamentales
  - 3352 *Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico*
    - 33521 *Fabricación de enseres electrodomésticos menores*
      - 335210 Fabricación de enseres electrodomésticos menores
    - 33522 *Fabricación de aparatos de línea blanca*
      - 335220 Fabricación de aparatos de línea blanca
  - 3353 *Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica*
    - 33531 *Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica*
      - 335311 Fabricación de motores y generadores eléctricos
      - 335312 Fabricación de equipo y aparatos de distribución de energía eléctrica
  - 3359 *Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos*
    - 33591 *Fabricación de acumuladores y pilas*
      - 335910 Fabricación de acumuladores y pilas
    - 33592 *Fabricación de cables de conducción eléctrica*
      - 335920 Fabricación de cables de conducción eléctrica
    - 33593 *Fabricación de enchufes, contactos, fusibles y otros accesorios para instalaciones eléctricas*
      - 335930 Fabricación de enchufes, contactos, fusibles y otros accesorios para instalaciones eléctricas
    - 33599 *Fabricación de otros productos eléctricos*
      - 335991 Fabricación de productos eléctricos de carbón y grafito
      - 335999 Fabricación de otros productos eléctricos
- 336 Fabricación de equipo de transporte**
  - 3361 *Fabricación de automóviles y camiones*
    - 33611 *Fabricación de automóviles y camionetas*
      - 336110 Fabricación de automóviles y camionetas
    - 33612 *Fabricación de camiones y tractocamiones*
      - 336120 Fabricación de camiones y tractocamiones
  - 3362 *Fabricación de carrocerías y remolques*
    - 33621 *Fabricación de carrocerías y remolques*
      - Fabricación de carrocerías y remolques
  - 3363 *Fabricación de partes para vehículos automotores*
    - 33631 *Fabricación de motores y sus partes para vehículos automotrices*
      - 336310 Fabricación de motores y sus partes para vehículos automotrices
    - 33632 *Fabricación de equipo eléctrico y electrónico y sus partes para vehículos automotores*
      - 336320 Fabricación de equipo eléctrico y electrónico y sus partes para vehículos automotores
    - 33633 *Fabricación de partes de sistemas de dirección y de suspensión para vehículos automotrices*
      - 336330 Fabricación de partes de sistemas de dirección y de suspensión para vehículos automotrices
    - 33634 *Fabricación de partes de sistemas de frenos para vehículos automotrices*
      - 336340 Fabricación de partes de sistemas de frenos para vehículos automotrices
    - 33635 *Fabricación de partes de sistemas de transmisión para vehículos automotores*
      - 336350 Fabricación de partes de sistemas de transmisión para vehículos automotores

- 33636 *Fabricación de asientos y accesorios interiores para vehículos automotores*
  - 336360 Fabricación de asientos y accesorios interiores para vehículos automotores
- 33637 *Fabricación de piezas metálicas troqueladas para vehículos automotrices*
  - 336370 Fabricación de piezas metálicas troqueladas para vehículos automotrices
- 33639 *Fabricación de otras partes para vehículos automotrices*
  - 336390 Fabricación de otras partes para vehículos automotrices
- 3364 *Fabricación de equipo aeroespacial*
  - 33641 *Fabricación de equipo aeroespacial*
    - 336410 Fabricación de equipo aeroespacial
- 3365 *Fabricación de equipo ferroviario*
  - 33651 *Fabricación de equipo ferroviario*
    - 336510 Fabricación de equipo ferroviario
- 3366 *Fabricación de embarcaciones*
  - 33661 *Fabricación de embarcaciones*
    - 336610 Fabricación de embarcaciones
- 3369 *Fabricación de otro equipo de transporte*
  - 33699 *Fabricación de otro equipo de transporte*
    - 336991 Fabricación de motocicletas
    - 336992 Fabricación de bicicletas y triciclos
    - 336999 Fabricación de otro equipo de transporte
- 337 Fabricación de muebles, colchones y persianas**
  - 3371 *Fabricación de muebles, excepto de oficina y estantería*
    - 33711 *Fabricación de cocinas integrales y muebles modulares de baño*
      - 337110 Fabricación de cocinas integrales y muebles modulares de baño
    - 33712 *Fabricación de muebles, excepto cocinas integrales, muebles modulares de baño y muebles de oficina y estantería*
      - 337120 Fabricación de muebles, excepto cocinas integrales, muebles modulares de baño y muebles de oficina y estantería
  - 3372 *Fabricación de muebles de oficina y estantería*
    - 33721 *Fabricación de muebles de oficina y estantería*
      - 337210 Fabricación de muebles de oficina y estantería
  - 3379 *Fabricación de colchones, persianas y cortineros*
    - 33791 *Fabricación de colchones*
      - 337910 Fabricación de colchones
    - 33792 *Fabricación de persianas y cortineros*
      - 337920 Fabricación de persianas y cortineros
- 339 Otras industrias manufactureras**
  - 3391 *Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos*
    - 33911 *Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos*
      - 339111 Fabricación de equipo no electrónico para uso médico, dental y para laboratorio
      - 339112 Fabricación de material desechable de uso médico
      - 339113 Fabricación de artículos oftálmicos
  - 3399 *Otras industrias manufactureras*
    - 33991 *Metalistería y joyería*
      - 339911 Acuñación e impresión de monedas
      - 339912 Orfebrería y joyería de metales y piedras preciosos
      - 339913 Joyería de metales y piedras no preciosos y de otros materiales
      - 339914 Metalistería de metales no preciosos
    - 33992 *Fabricación de artículos deportivos*
      - 339920 Fabricación de artículos deportivos
    - 33993 *Fabricación de juguetes*
      - 339930 Fabricación de juguetes
    - 33994 *Fabricación de artículos y accesorios para escritura, pintura, dibujo y actividades de oficina*
      - 339940 Fabricación de artículos y accesorios para escritura, pintura, dibujo y actividades de oficina
    - 33995 *Fabricación de anuncios y señalamientos*
      - 339950 Fabricación de anuncios y señalamientos
    - 33999 *Otras industrias manufactureras*
      - 339991 Fabricación de instrumentos musicales
      - 339992 Fabricación de cierres, botones y agujas
      - 339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares

339994 Fabricación de velas y veladoras  
339995 Fabricación de ataúdes  
339999 Otras industrias manufactureras

## Anexo 2

### Metodología propuesta por Baró et al (2012,) para la valoración de daños económicos en zonas habitacionales

Construcción de familia de curvas de daños potenciales por inundación de zonas habitacionales.

Se realizó una clasificación de los diferentes tipos de AGEB según el índice de marginación al cual está asignado. A cada uno se hizo corresponder unos bienes, cuyo valor fue cuantificado para posteriormente ver cuál fue el daño en cada uno, en función de la altura de lámina de agua.

De esta manera, se definen las curvas de daños – altura de lámina de agua en función del IM (Índice Marginal) urbana (muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo) de la AGEB donde se ubica una vivienda afectada.

A cada vivienda ubicada se le hizo corresponder bienes cuyos valores fueron cuantificados, para posteriormente analizar cuál fue el porcentaje de afectación (daño) en función de la altura de la lámina de agua al ser evaluadas.

Se definió para cada tipo de AGEB una familia de curvas; de costo máximo, costo mínimo y costo más probable. La primera representaría el valor del daño más elevado, y la segunda permitiría definir el daño más bajo provocado por la inundación en una vivienda ubicada en una AGEB con un IM dado.

De cada una de estas curvas se obtuvo una ecuación mediante un modelo de regresión, cuyos parámetros sirven para calcular los daños económicos ocasionados en una vivienda por una inundación de una altura de lámina de agua dada en función del IM de la AGEB donde se ubica dicha vivienda.

Se propone un modelo matemático probabilístico con base en una función beta y encontrar el valor del costo de inundación más probable para cada tipo de AGEB.

Cabe señalar que la propuesta de esta metodología tiene como fundamento la desarrollada y ampliamente utilizada en el campo de la gestión de proyectos, pero en el modelado de la duración más probable bajo el nombre de método PERT (Program Evaluation and Review Technique). Esta técnica cuenta con dos principales orígenes, el primero es un desarrollo de la Armada de los Estados Unidos de América (1957), para controlar los tiempos de ejecución de las diversas actividades que integran de los proyectos espaciales, por la necesidad de terminar cada una de ellas dentro de los intervalos de tiempo disponibles. Fue utilizado originalmente por el control de tiempo del proyecto Polaris y actualmente se utiliza en todo el programa espacial (Llamas et al. 2001). Por otro lado el método CPM (Crítico Path Method), segundo origen del método actual, fue desarrollado también en 1957 en los Estados Unidos de América, por un centro de investigación de

operaciones para la firma Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos de operación mediante la planeación adecuada de las actividades componentes del proyecto: ambos métodos aportaron los elementos administrativos necesarios para formar el método del camino crítico actual, utilizando el control de los tiempos de ejecución y los costos de operación, para buscar que el proyecto total fue ejecutado en menos tiempo y al menor costo posible.

El uso del método PERT tienen gran aceptación en la práctica, principalmente por la forma tan simple que tiene para calcular la duración de una actividad, con base en tres posibles fechas de duración de la misma: I) la más probable, II) la pesimista y III) la optimista. Ahora bien, para el caso que se desea modelar, es decir el costo de la inundación, se requerirá de tres posibles costos: I) el costo más probable, II) el costo máximo y III) el costo mínimo, el modelo probabilístico básico lo constituye una forma muy particular de la distribución beta:

$$f(x) = \frac{(x-a)^{p-1} (b-x)^{q-1}}{(b-a)^{p+q-1} \beta_{(p,q)}} \quad \text{Si } p < x < b \text{ y } p > 1, q > 1 \quad \text{-----} 4.1$$

Que corresponde al primer caso de la familia de distribuciones beta tipo uno (Díaz-Delgado, 1998), caracterizado porque los valores de p y q tienen que ser mayores que la utilidad; en tal caso, la función de densidad de probabilidad presenta una forma unimodal asimétrica y donde la esperanza matemática no coincide con la moda (o valor más probable), cortando esta función al eje de las abscisas en los puntos límites de existencia a y b.

El modelo propuesto se concreta aún más si se elige, al igual que en el método PERT, que los exponentes p y q sean  $3+ 2$  y  $3- 2$  respectivamente, si la moda m de a distribución es mayor que el punto medio del intervalo de definición, o bien que sean  $3- 2$  y  $3+ 2$  si m es menor al citado punto medio (Herrerías, 1988).

Esta es la razón por la cual la función no esté totalmente identificada cuando sólo se conoce el intervalo de variación (a, b), ya que será necesario, con base en los datos disponibles para cada tipo de AGEb, estimar el coeficiente de asimetría Cs.

$$Cs = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]} \quad \text{_____} 4.2$$

Por lo que las correspondientes características estocásticas de la variable “x” serán respectivamente para la media ( $E[x]$ ) y la varianza ( $V[x]$ ):

$$E[x] = \frac{pb + qa}{p + q} \quad \text{_____} 4.3$$

$$V[x] = \frac{(b - a)^2 pq}{(p + q + 1)(p + q)} \quad \text{_____} 4.4$$

Como puede apreciarse, sólo en el numerador de la expresión de la esperanza matemática hay que saber si  $p=3+ 2$  o  $p= 3- 2$ , ello quedará definido por el signo del coeficiente de asimetría Cs. Sin embargo, teniendo en consideración que la ecuación (4.1) presenta la moda en el punto:

$$V[x] = \frac{(b - a)^2 pq}{(p + q + 1)(p + q)^2} \quad \text{_____} 4.5$$

Se tiene en consecuencia que la expresión (4.3) puede reescribirse como:

$$E[x] = \frac{a + (p + q - 2)m + b}{p + q} \quad \text{_____} 4.6$$

Por lo que al considerar los valores de p y q:

$$p = 3 + \sqrt{2} \text{ y } q = 3 - \sqrt{2} \text{ o } p = 3 - \sqrt{2} \text{ y } q = 3 + \sqrt{2} \quad \text{_____} 4.6 (2)$$

Se obtienen las mismas expresiones para las estimaciones de la media y la varianza:

$$E[x] = \frac{a + b + 4m}{6} \quad \text{_____} 4.7$$

$$V[x] = \frac{(b - a)^2}{36} \quad \text{_____} 4.8$$

Por lo tanto, el valor del coeficiente de asimetría puede generar tres casos: I) caso donde  $C_s < 0$ : II) caso donde  $C_s = 0$ , III) caso donde  $C_s > 0$ . El modelo propuesto sólo será válido para cuando  $C_s \neq 0$ . Cuando se esté en presencia de un  $C_s = 0$  (función simétrica), entonces el valor más probable será considerado como el valor promedio obtenido de la muestra de valores disponibles de costos para cada AGEB tipo.

Así pues, en caso de tener un  $C_s < 0$ , el valor más probable ( $m$ ) será estimado por:

$$m = \frac{2(a + b) + \sqrt{2} (b - a)}{4} \quad \text{_____} 4.9$$

Este caso genera el costo probable más conservador en caso de no contar con la estimación  $C_s$ .

Análogamente, en caso de tener un  $C_s > 0$ , el valor más probable ( $m$ ) será estimado por:

$$m = \frac{2(a + b) - \sqrt{2} (b - a)}{4} \quad \text{_____} 4.10$$

## Bibliografía

AON Benfield Analytics (2015) Annual Global Climate and Catastrophe Report 2014, Impact forecasting.  
[http://thoughtleadership.aonbenfield.com/Documents/20150113\\_ab\\_if\\_annual\\_climate\\_catastrophe\\_report.pdf](http://thoughtleadership.aonbenfield.com/Documents/20150113_ab_if_annual_climate_catastrophe_report.pdf)

AON Benfield Analytics (2013) Global Catastrophe Report 2013, Impact forecasting. [http://thoughtleadership.aonbenfield.com/Documents/20140107\\_if\\_december\\_global\\_recap.pdf](http://thoughtleadership.aonbenfield.com/Documents/20140107_if_december_global_recap.pdf)

Atlas Nacional de Riesgos. [http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=78&Itemid=190](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=190)

Ayala-Carcedo Francisco y Olcina, Jorge (2002) Riesgos naturales. Ed. Ariel, España, ISBN: 84-344-8034-4, pp. 133-144

Baró, J.E., (2010) Conceptualización, desarrollo y validación de una metodología para la valoración económica de los daños potenciales tangibles provocados por una inundación. Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México

Bacchiega, J., Barrionuevo, H., Y Lopardo, M., (2007). Un sistema de alerta temprana para Pergamino. *Revista de la cámara de comercio, industria y servicios de Pergamino*

Baró, J.E., Díaz-Delgado, C., Calderón, G., Esteller, V., Cadena, E., Franco R., (2012). *Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación*. Universidad Autónoma del Estado de México.

Baró, J.E., Díaz-Delgado, C., Calderón, G., Esteller, V., Cadena, E., Franco R., (2012). *Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación*. Universidad Autónoma del Estado de México. 78 – 82 pp.

Baró, J. E., Díaz-Delgado, C., Esteller, V., Calderón, G., (2007)a Curvas de daños provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de México, Parte I. Propuesta metodológica. *Ingeniería Hidráulica en México*. XXII(1). 91-103

Baró, J. E., Díaz-Delgado, C., Esteller, V., Calderón, G., (2007)b Curvas de daños provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de México, Parte

II. Caso de estudio en la Cuenca Alta del Río Lerma. *Ingeniería Hidráulica en México*. XXII(1): 71-85

Baró, J. E., Calderón, G., Díaz-Delgado, C., Esteller, V., (2005), Calculo de daños económicos potenciales por inundación en zonas habitacionales: un estudio de caso en el curso alto del río Lerma, Estado de México. Universidad Autónoma del Estado de México, México, *Quivera*, julio-diciembre. vol.7, núm. 2, pp 76-96.

Booyesen, H. J., Viljoen, M. F., de Villiers, GduT. (1999). Methodology for the calculation of industrial flood damage and its application to an industry in Vereeniging. *Water SA*, Vol. 25, núm.1, January Journal ISSN 0378-4738

Brimicobe, A. J., Bartlett, J. M., (1996). Linking geographical information system with hydraulic simulation modelling for flood risk assessment: the Hong-Kong approach. *GIS and Environmental Modeling* M.F. Goodchild, ed Oxford University Press New York 165-168

Boyle, S.J., Tsanis, I.K., Kanaroglou, P.S., (1998). Developing Geographic Information Systems for land use impacts assessment in flooding conditions. *Journal of Water Resources Planning and Management*. 123:89-98

CEPAL, Comisión económica para América Latina y el Caribe (2002) Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales. División del Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, Santiago de Chile. ISBN: 92-1-322013-8

CEPAL, Comisión económica para América Latina y el Caribe (2003) Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres, Tomo III. Cepa-Banco Mundial

CEPAL, Comisión económica para América Latina y el Caribe (2005) Elementos conceptuales para la prevención y reducción de daños originados por amenazas siconaturales, cuatro experiencias en América Latina y el Caribe. Cuadernos de la CEPAL N°. 91. CEPAL –Banco Mundial. ISSN 0252-2195

CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres (2013), Inundaciones, Serie: Fascículos en México Segob-Cenapred.

CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres (2001), Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México, Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana, Segob-Cenapred, Sistema Nacional de Protección Civil

Comisión Coordinadora para la Recuperación Ecológica de la cuenca del río Lerma. GEM. 2000. "Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma". Tomo V, Industrial

Comisión Coordinadora para la Recuperación Ecológica de la cuenca del río Lerma. GEM. 2002. "Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma". Tomo VII, Urbano

Comisión Nacional del Agua CONAHUA (2005), *Programa hidráulico regional 2002-2006 Lerma Santiago Pacífico Región VII* SEMARNAT – Comisión Nacional del Agua México DF.

Coninx I., Bachus K., (2007) Integrating social vulnerability to floods in a climate change context. Higher Institute for Labours Studies, Catholic University of Leuven, Park-straat 47, B-3000 Leuven

Dehays, J., (2002) Fenómenos naturales, concentración urbana y desastres en América Latina. *Perfiles Latinoamericanos*, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. México, núm.20, pp. 177-206.

Devia, Christian (2007). *Las industrias y su integración en la vida urbana*. Ciudad futura. Revista de la cámara de comercio, industria y servicios de Pergamino, Octubre 2007.

Díaz-Delgado, C. y Vega, G., (2001) Análisis de gran visión de las inundaciones en la Cuenca Alta del Río Lerma: caso de la Sub cuenca del Río Tejalpa, Estado de México, México, en: *Ingeniería Hidráulica en México XVI* (1) 73-86.

Enciclopedia de los municipios y Delegaciones de México, (2010), Secretaría de Gobernación

Fatorrelli, S. y Fernandez.P. (2011) Diseño Hidrológico, Water Assessment & Advisory Global Network WASA-GN ISBN:978-987-05-2738-2

Francisco J., Fernando A., (2003) En torno a los desastres naturales: Tipología, conceptos y reflexiones. Universidad de Chile, Chile. *Revista INVI*, Vol. 18, núm. 47, mayo, 2003, pp 15-31.

GAR, Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, (2015). Naciones Unidas

Georgas D., y C. Perissoratis, (1992) Implications of future climatic changes on the Inner Thermaikos Gulf. En: L. Jeftic et al. (ed.) *Climatic Chance and the Mediterranea*

Gil, A., (2010) Directiva 2007/60/CE sobre evaluación y gestión de los riesgos de inundación. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, Universidad de Alicante, España, núm. 51, pp. 271-274.

García, V., (2005) Vulnerabilidad social, riesgo y desastre. *Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social*, México, Desacatos, núm. 19. Septiembre-diciembre, 2005, pp. 7-8.

Herrerías, R. (1998) Modelos probabilísticos alternativos para el método PERT. Aplicación al análisis de inversiones. II Reunión Anual de SEPELT-España, Universidad de Valladolid, Publicado en las Actas de Estudios de economía aplicada, 89-122 pp, Servicio de publicaciones de la Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, (2013) SCIAN. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, 2013, México

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2009) Censos Económicos 2009, México

- IPPC (International Panel on Climate Change), (2001) Climate change 2001. Impacts, Adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the intergovernmental Panel of Climate change- WNO-UNEP
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Resumen para Responsables de Políticas. En, Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- James, L. D., and Lee, R. R. (1971) *Economics of Water Resources Planning*. McGraw-Hill. New York
- Jonkman, S.N. (2007) Loss of life estimation in flood risk assessment, Ph.D. thesis, Delft University, The Netherlands.
- Jonkman, S. N. Bockarjova, M., Kok, M., Bernardini, P. (2009) Integrated hydrodynamic and economic modelling of flood damage in the Netherlands, *Ecological economic*, Vol 66, 2008, pp 77-90
- Kates. R.W. (1965), Industrial Flood Losses: Damage estimation in the Lehigh Valley, University of Chicago, *Department of Geography Research Paper* No. 98 The University of Chicago Press, Chicago
- Kashiwagi, T. (1994) Mitigation options, Industry. IPCC Working Group II: subgroup A.
- Keller, E. y Blodgett, (2007) Riesgos Naturales, procesos de la tierra como riesgos, desastres y catástrofes, ISBN: 978-84-8322-336-9
- Kobiyama, M. y Fabris-Goerls, R. (2007), Quantitative method to distinguish flood and flash flood as disasters, *Hydrological Research Letters* pp. 11-14
- Lavell, A. (2003b), Glosario de términos y nociones relevantes para la gestión del riesgo, Arequipa, COPASA-GTZ /Proyecto Gestión de Riesgo de Desastres Naturales.
- Lindh, G., (1992) Hydrological and water resources impact of climate changes. En L. Jeftic et al. (ed.) *Climatic Change and the Mediterranean*, pp 58-93.

Llamas, J., Garrido, R., Cedraz, M., Peixoto, H. (2001) Informaciones matemáticas aplicadas a la gestión de recursos humanos, SHA/BA – SRH/MMA – UFBA, Salvador – Bahía Brasil. 139-184 pp.

López, S., (2002) Las crecidas torrenciales como factor de riesgo: propuesta metodológica de evaluación para la ciudad de San Cristóbal (Edo. Tachira, Venezuela) 8 pp.

Lopardo, R. y A., Seoane, R., (2000). Algunas reflexiones sobre crecidas e inundaciones. *Ingeniería del agua*.

Mata, Alfonso, 2000. *Metodología para la identificación, clasificación y cuantificación de los impactos ambientales de los desastres naturales*, pp 9-11, 24. Disponible en [http://www.eclac.cl/dmaah/mdn/cd/material/met\\_02.pdf](http://www.eclac.cl/dmaah/mdn/cd/material/met_02.pdf).

Messner F., Meyer V. (2005), Flood damage, vulnerability and risk perception – challenges for flood damage research. *UFZ Discussion Paper 13/2005*, 24 p.

Messner, Frank, Edmund Pennyng-Rowell, Colin Green, Volker Meyer, Sylvia-Tunstall and Anne van der Veen (2007), Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods, Integrated Flood Risk Analysis and Management Methodologies, Floodsite T09-06-01.

Merz, B., Kreibich, H., Schwarze, R., Thieken, A., (2010) Assessment of economic flood damage. *Natural Hazard and Earth System Sciences*, 10: 1697-1724

Merz, B., Kreibich, H., Thieken, A., Schmidtke, R., (2004) Estimation uncertainty of direct monetary flood damage to buildings. *Natural Hazard and Earth System Sciences*, 4: 153-163

Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres GAR, (2015), Naciones Unidas. [http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015\\_SP.pdf](http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015_SP.pdf)

Nascimento, N., Machado, M.L., Baptista, M., De Paula E Silva, A. (2007) The assessment of damage caused by floods in the Brazilian context. *Urban Water Journal*, 483: 195-210

Narváez, L., Lavell, A., Pérez, G., (2009) La gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos, Secretaría General de la Comunidad Andina, Lima, Peru. ISBN: 978-9972-787-88-1

Lekuthai, A., Fabris-Goerls, R. (2007), Quantitative method to distinguish flood and flash flood desasters. *Hydrological Research Letters* 1, 11-14

Lopardo, R. y A., Seoane, R. (2000). Algunas reflexiones sobre crecidas e inundaciones. *Ingeniería del agua*.

Moynihan, Donald P. (2009). The Response to Hurricane Katrina. In International Risk Governance Council report "Risk Governance Deficits: An analysis and illustration of the most common deficits in risk governance". Geneva.

Olcina, J. (2008). Prevención de riesgos: Cambio climático, sequias e inundaciones. Panel científico-técnico de seguimiento de la política del agua. Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Universidad de Alicante, España.

Olsen, J.R., Belgin, P.A., Lambert. J.H., Haines, Y.C. (1998) Input Output economic evaluation of system of levees. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 124(5)237-245

Panel of Policy Implications of Greenhouse Warming, (1992) Policy implications of greenhouse warming. Mitigation, adaptation and the science base. Washington, D.C.: National Academy Press.

Parker, D. J., Green, C. H., and Thompson, P. M. (1987) Urban flood protection benefits: A project appraisal guide, Gower Technical Press, Aldershot.

Penning-Rowsell, E.C., Chatterton, J.B. (1997), The benefits of flood alleviation. A manual of assessment techniques. U.K. Belhaven Technical Press

Secretaría del Agua y Obra Pública (2009).Manual de conservación de Suelo y Agua. Comisión coordinadora para la Recuperación Ecológica de la Cuenca del Río Lerma, Gobierno del Estado de México

Secretaria de Hacienda y Crédito Publico (2007), Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Cuarta sección, Diario Oficial de la Federación, Jueves 31 de mayo de 2007

Renyi, L., Nan, L. (2002) Flood area and damage estimation in Zhejiang, China. *Journal of Environmental Management*. 66: 1-8

Risk & Policy Analyst Ltd y Flood Hazard Research Centre (RPA/FHRC) (2004), The Appraisal of human related intangible impacts of flooding, R& d. Technical Report FD2005/TR, London.

Rodríguez, J., Vos, F., Bellow, R., Guha-Sapir, D. (2009), Annual Disaster Statistical Review 2008. Université Catholique de Lovanie. *The numbers and trends. Melin*. Belgium. CRED (Center or Research of the Epidemiology of Disasters). pp. 33.

Rose, A. (2004) Economic Principles, Issues, and Research Priorities in Natural Hazard Loss Estimation, in: *Modeling the Spatial Economic Impacts of Natural Hazards*, ed: Okuyama, Y. and Chang, S., Springer, Heidelberg, 13–36, 2004.

SCIAN. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, 2013, INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, (2013) México

Salzano, E., Cozzani, V., (2012) Introducing external hazard factors in quantitative risk analysis. Universidad de los Andes, Bogota. Colombia, *Revista de Ingeniería*, núm. 37, julio-diciembre, 2012, pp. 55-56.

Sarmiento, C. (2007). The impact of flood hazards on local employment. *Applied Economics Letters*, 14:1123-1126

Secretaría de economía.  
[http://www.fondopyme.gob.mx/fondopyme/Historico\\_RO.asp](http://www.fondopyme.gob.mx/fondopyme/Historico_RO.asp)

Smith, D. I. and Greenaway, M. A. (1994) Tropical Storm Surge, Damage Assessment and Emergency Planning: A Pilot Study for Mackay, Queensland. Resource and Environmental Studies. Australian National University, Canberra, Australia, *Centre for Resource and Environmental Studies*, , Number 8, ID- NDR Project 9/92.

Smith, K. and Ward, R. (1998), *Floods: Physical processes and human impacts*, John Wiley and Sons, Chichester.

Tierney, Kathleen. (2008). Hurricane Katrina: Catastrophic Impacts and Alarming Lessons. Ch. 7. In *Risking House and Home: Disasters, Cities, Public Policy*, John M. Quigley, and Larry A. Rosenthal, eds. Berkeley, California: Berkeley Public Policy Press. Institute of Governmental Studies Publications.

Tucci C. (2007), *Gestión de Inundaciones Urbanas*. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial.

Vázquez, A. (2004) La responsabilidad por daños al ambiente. *Gaceta Ecológica*, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, núm. 73, octubre-diciembre, pp. 45-62.

Vázquez, I. (2013) Modelo para la estimación de costos de daños directos por inundación en establecimientos comerciales en las zonas inundables del río Lerma, Estado de México 2009-2012. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Geografía.

Vega, G. (1999). Evaluación del riesgo de inundación en la Cuenca Alta del Río Lerma: Caso de la subcuenca del Río Tejalpa. Estado de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de México.

Vergara, M. del C., Ellis, E., Cruz, J.A., Alarcón, L. del C., Galván, U., (2011) La conceptualización de las inundaciones y la percepción del riesgo ambiental, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México, *Política y Cultura*, núm. 36, pp. 45-69,

Waldie, P. (1996). *Flood hits Quebec industries Damaged aluminum plants and mills shut down; thousands out of work temporarily*. The Globe and Mail. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/384991819?accountid=41816>

