

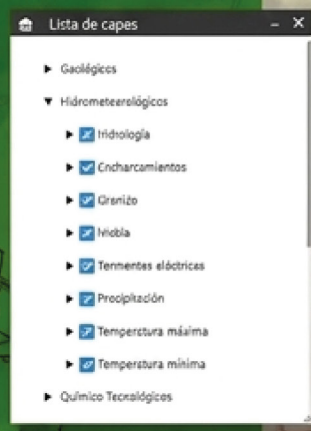
MAPAS DE PELIGRO POR LLUVIAS EXTREMAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

ASOCIADO A LOS PERIODOS DE RETORNO DE 2, 5, 10, 20, 50 Y 100 AÑOS.



INFORMES TÉCNICOS

— 2020 —



Subdirección de Fenómenos Naturales
y Antropogénicos Abril, 2020.



**GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO**
CAPITAL DE LA TRANSFORMACIÓN



**SECRETARÍA DE GESTIÓN INTEGRAL
DE RIESGOS Y PROTECCIÓN CIVIL**



**GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO**
CAPITAL DE LA TRANSFORMACIÓN



**SECRETARÍA DE GESTIÓN INTEGRAL
DE RIESGOS Y PROTECCIÓN CIVIL**



**SECRETARÍA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS Y PROTECCIÓN CIVIL
DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

Arq. Myriam Urzúa Venegas

Secretaria de Gestión Integral de Riesgos
y Protección Civil

Lic. Luz Elena Rivera Cano

Secretaria Particular de la Secretaría de Gestión
Integral de Riesgos y Protección Civil

Mtro. Jorge Antonio Ortiz Torres

Asesor de la Secretaria

Lic. Iccen Leticia Salas Pichardo

Directora Ejecutiva de Asuntos Jurídicos

Mtra. Gloria Luz Ortiz Espejel

Directora General de Vinculación y Capacitación

Mtro. Norlang Marcel García Arróliga

Director General de Resiliencia

Lic. Rafael Humberto Marín Cambranis

Director General de Análisis de Riesgos

Mtro. Pedro Martínez Cornejo

Director General de Táctico Operativa

Mtra. Erika Alejandra Barba Luna

Directora Ejecutiva de Administración y Finanzas

Lic. Jonathan Pascual Capote Romero

Director de Difusión de Prevención de Riesgos

ESTUDIO REALIZADO POR:

**ROMÁN VALVERDE DELGADO
MELISA SÁNCHEZ ÁLVAREZ**

**FENÓMENOS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS
DIRECCIÓN GENERAL
DE ANÁLISIS DE RIESGOS**

AÑO 2020

Diseño: Camilo E. Esquivel Reed
Inscrito a la Dirección de Difusión
de Prevención de Riesgos



Índice

1. INTRODUCCIÓN	6
2. ANTECEDENTES	7
3. OBJETIVO	7
4. MAPA BASE	7
5. METODOLOGÍA	8
6. ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS.....	9
7. RASTERS ASOCIADOS A PERIODOS DE RETORNO.....	13
8. CONCLUSIONES.	19
9. BIBLIOGRAFÍA.	19



1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia varios fenómenos naturales han causado enormes desastres en México, de los cuales se tiene como de mayor impacto y recurrencia los fenómenos hidrometeorológicos por las pérdidas económicas, decesos y problemas sociales que ocasionan.

En la Ciudad de México las lluvias extremas representan un gran impacto, debido principalmente a la cantidad y duración, de igual manera cambian las áreas afectadas por el fenómeno hidrometeorológico dependiendo de la altitud y características del suelo.



*Figura 01. Imagen Ciudad de México.
(Imagen Google Earth)*

2. ANTECEDENTES

La lluvia es una precipitación de agua líquida en forma de gotas que caen con velocidad apreciable y de modo continuo. La precipitación pluvial se mide en milímetros e intensidad (lapso de tiempo).

Durante siglos se han registrado inundaciones en la capital, a causa generalmente de la presencia de fuertes lluvias aunadas con una falta de prevención.

3. OBJETIVO

Obtener los indicadores de peligro a nivel colonia de la Ciudad de México por Lluvias extremas, con cinco clases (Muy bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy alto) para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años.

4. MAPA BASE

Para poder realizar la zonificación a nivel Colonia de la Ciudad de México, con base en el código postal con fuente de Correos de México y el Atlas de Riesgo de la Ciudad de México.

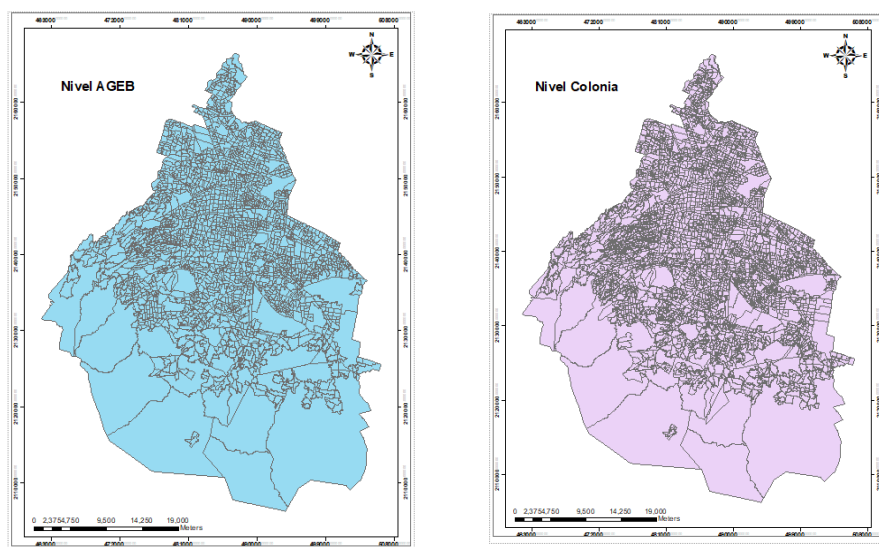


*Figura 02. Mapa de la Ciudad de México,
Izquierda a nivel AGEB, Derecha a nivel Colonia.
Elaboración propia*



5. METODOLOGÍA

Para realizar el indicador de colonias de peligro por lluvias extremas se utilizaron principalmente dos metodologías:

1. Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED.
2. Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos (BEEAR) de la SEDATU.

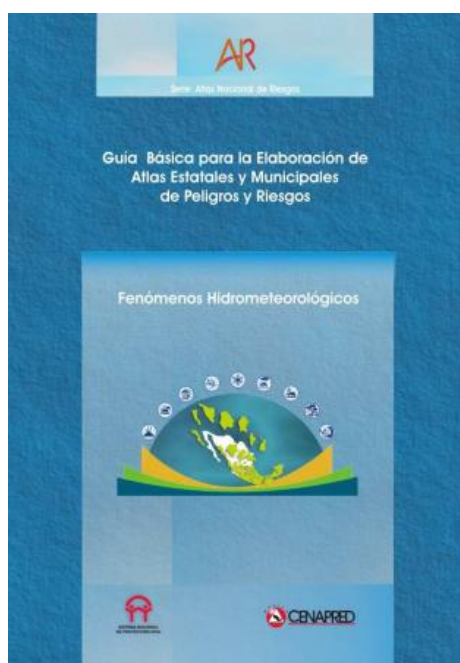
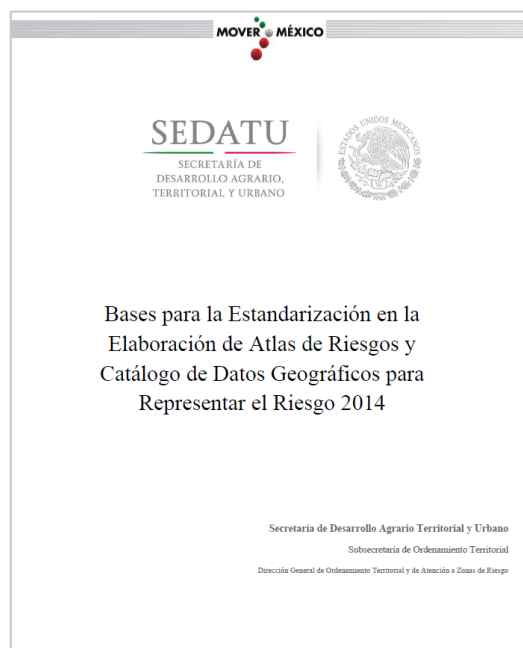


Figura 3. Metodologías publicadas.

- Estaciones climatológicas con más de 20 años de registros en operación.
- Base de Datos de los registros de las estaciones climatológicas.
- Mapas de isoyetas.

Figura 4. Estaciones Climatológicas (CONAGUA)

De los datos diarios de las estaciones climatológicas se obtiene el máximo reportado por cada año, los datos se ajustaran con funciones de probabilidad, eligiendo la de mejor ajuste, repitiendo el proceso para cada estación climatológica.

Nombre	Id:,9020 Estación:,DESVIACION ALTA AL PEDREGAL-DF Posición:,19.2969444444N -99.1694444444W Variable:,Precipitación (mm) Fecha Inicial:,01/01/1952 Fecha Final:,01/01/2016 No Datos:,nan Mes,Día,Año,Datos	Año	Máx
9002-AJUSCO-DF-Precip.csv	01,01,1952,0.0	1952	67.80
9003-AQUILES SERDAN 46-DF-Precip.csv	01,02,1952,0.0	1953	64.50
9004-CALVARIO 61-DF-Precip.csv	01,03,1952,0.0	1954	49.30
9007-CINCEL 42-DF-Precip.csv	01,04,1952,0.0	1955	52.50
9009-COLONIA AGRICOLA ORIENTAL-DF-Precip.csv	01,05,1952,0.0	1956	45.50
9010-COLONIA AMERICA-DF-Precip.csv	01,06,1952,0.0	1957	32.50
9012-COLONIA ESCANDON-DF-Precip.csv	01,07,1952,0.0	1958	69.50
9014-COLONIA SANTA URSULA COAPA-DF-Precip.csv	01,08,1952,0.0	1959	57.00
9015-RODANO 14 (CFE)-DF-Precip.csv	01,09,1952,0.0	1960	40.00
9019-DESIERTO DE LOS LEONES-DF-Precip.csv	01,10,1952,0.0	1961	45.50
9020-DESVIACION ALTA AL PEDREGAL-DF-Precip.csv	01,11,1952,0.0	1962	50.00
9021-EGIPTO 7-DF-Precip.csv	01,12,1952,0.0	1963	51.50
9022-EL GUARDA-DF-Precip.csv	01,13,1952,0.0	1964	40.00
9025-HACIENDA LA PATERA-DF-Precip.csv	01,14,1952,0.0	1965	64.00
9026-MORELOS 77-DF-Precip.csv	01,15,1952,0.0	1966	54.00
9028-GRAN CANAL KM. 03 000-DF-Precip.csv	01,16,1952,0.0	1967	60.00
9029-GRAN CANAL KM. 06 250-DF-Precip.csv	01,17,1952,0.0	1968	44.00
9030-LA VENTA CUAJIMALPA-DF-Precip.csv	01,18,1952,0.0	1969	80.50
9032-MILPA ALTA-DF-Precip.csv	01,19,1952,0.0	1970	56.00
9033-COLONIA GUERRERO-DF-Precip.csv	01,20,1952,0.0	1971	56.00
9034-MOYOGUARDA-DF-Precip.csv	01,21,1952,0.0	1972	31.50
9036-PLAYA CALETA 454 COLONIA MARTE-DF-Precip.csv	01,22,1952,0.0	1973	65.70
9037-PRESA ANSALDO-DF-Precip.csv	01,23,1952,0.0	1974	57.60
9038-PRESA MIXCOAC-DF-Precip.csv	01,24,1952,0.0	1975	32.00
9039-PRESA TACUBAYA-DF-Precip.csv	01,25,1952,0.0	1976	43.10
9041-SAN FRANCISCO TLALNEPANTLA-DF-Precip.csv	01,26,1952,0.0	1977	56.70
9043-SAN JUAN DE ARAGON-DF-Precip.csv	01,27,1952,0.0	1978	46.00
9045-SANTA ANA TLACOTENCO-DF-Precip.csv	01,28,1952,0.0	1979	33.20
9047-COLONIA TACUBA-DF-Precip.csv	01,29,1952,0.0	1980	30.00
	01,30,1952,0.0	1981	45.50
	01,31,1952,3.0	1982	31.50
	02,01,1952,2.0	1983	38.00
	02,02,1952,0.0	1984	64.00
	02,03,1952,0.0	1985	49.50
	02,04,1952,0.0	1986	51.40
	02,05,1952,0.0	1987	44.60
	02,06,1952,0.0	1988	62.50
	02,07,1952,0.0	1989	29.00
	02,08,1952,0.0	1990	53.00
	02,09,1952,0.0	1991	38.00
	02,10,1952,0.0	1992	93.00
	02,11,1952,0.0	1993	63.50
	02,12,1952,0.0	1994	63.50
	02,13,1952,0.0	1995	27.00
	02,14,1952,0.0	1996	71.00
	02,15,1952,0.0		
	02,16,1952,0.0		
	02,17,1952,0.0		
	02,18,1952,0.0		
	02,19,1952,0.0		
	02,20,1952,0.0		
	02,21,1952,0.0		
	02,22,1952,0.0		
	02,23,1952,0.0		
	02,24,1952,0.0		
	02,25,1952,0.0		
	02,26,1952,0.0		
	02,27,1952,0.0		
	02,28,1952,0.0		
	02,29,1952,0.0		
	03,01,1952,0.0		
	03,02,1952,0.0		

Figura 5. Registro de precipitación por año.

Con ayuda del programa "AX" elaborado en el CENAPRED (Dr. Jiménez 2015) se ajustan las siguientes funciones de probabilidad típicas en hidrología:

- Normal
- Lognormal
- Gumbel
- Exponencial
- Gamma
- Doble Gumbel

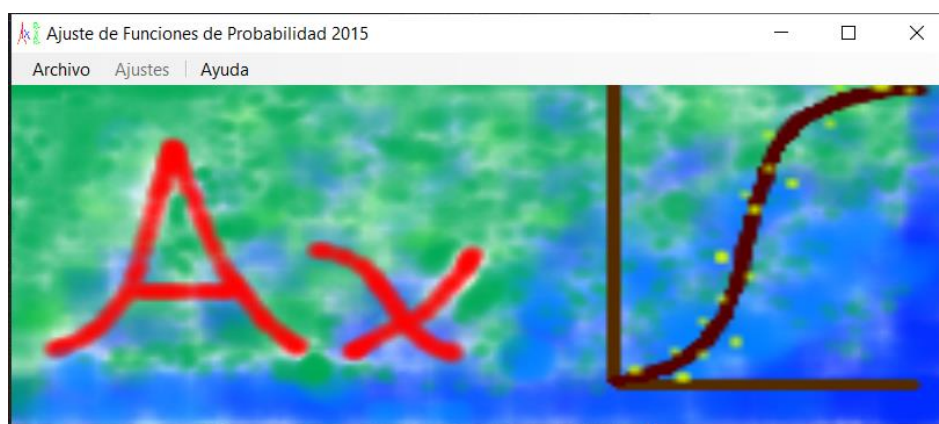


Figura 6. Programa "AX", CENAPRED (Dr. Jiménez 2015)

Resumen de errores estándar Archivo analizado: 9020_P.txt				
Función	Momentos		Máxima Verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	2.611	-----	2.611	-----
Lognormal	2.827	2.401	3.004	3.372
Gumbel	3.030	-----	3.446	-----
Exponencial	5.265	-----	31.853	-----
Gamma	2.534	2.416	2.468	11111.000
Doble Gumbel	3.820			

Figura 7. Ajuste de las funciones de probabilidad

Se elige la de mejor ajuste y con esta se extrapola para obtener los periodos de retorno, repitiendo el proceso para cada estación climatológica, obteniendo la siguiente tabla:

Nombre	x	y	Clave	Tr2_P	Tr5_P	Tr10_P	Tr20_P	Tr50_P	Tr100_P
9004-CALVARIO 61-DF	-99.13555556000	19.20305556000	9004	50.50	61.00	66.50	71.10	76.20	79.60
9010-COLONIA AMERICA-DF	-99.20333333000	19.41250000000	9010	53.30	68.20	78.00	87.50	99.70	108.90
9014-COLONIA SANTA URSULA COAPA-DF	-99.13555556000	19.30333333000	9014	46.00	60.10	69.40	78.40	90.00	98.60
9020-DESVIACION ALTA AL PEDREGAL-DF	-99.16944444000	19.29694444000	9020	48.60	62.50	71.30	79.50	89.90	97.50
9022-EL GUARDA-DF	-99.16944444000	19.13444444000	9022	52.90	69.50	80.40	90.90	104.50	114.70
9029-GRAN CANAL KM. 06 250-DF	-99.08472222000	19.47666667000	9029	41.50	53.40	64.20	73.30	83.40	90.50
9032-MILPA ALTA-DF	-99.01694444000	19.19055556000	9032	41.50	58.50	70.10	81.30	96.20	107.50
9036-PLAYA CALETA 454 COLONIA MARTE-DF	-99.08472222000	19.39527778000	9036	45.10	59.10	68.00	76.50	87.20	95.20
9041-SAN FRANCISCO TLALNEPANTLA-DF	-99.11861111000	19.19666667000	9041	51.30	65.00	74.00	82.70	94.00	102.40
9043-SAN JUAN DE ARAGON-DF	-99.06777778000	19.46527778000	9043	40.00	50.80	58.00	64.80	73.70	80.30
9045-SANTA ANA TLACOTENCO-DF	-99.00000000000	19.17888889000	9045	37.90	50.10	64.20	77.90	92.20	102.10
9051-TLAHUAC-DF	-99.00000000000	19.26277778000	9051	37.40	47.60	53.70	59.00	65.40	69.90
9068-PUENTE LA LLAVE-DF	-99.05083333000	19.42916667000	9068	31.50	48.90	60.40	71.40	85.70	96.30
9071-COLONIA EDUCACION-DF	-99.11861111000	19.33388889000	9071	41.90	54.00	62.00	69.70	79.70	87.10
15020-CHALCO -SAN LUCAS-MEX	-98.89805556000	19.25833333000	15020	35.70	47.10	54.60	61.80	71.10	78.10
15039-JUCHITEPEC-MEX	-98.89805556000	19.08694444000	15039	39.60	57.60	71.20	84.90	102.90	116.50
15045-LA MARQUESA-MEX	-99.37277778000	19.29861111000	15045	54.80	71.20	81.60	91.40	103.70	112.90
15047-LAS ARBOLEDAS-MEX	-99.20333333000	19.56277778000	15047	52.50	69.00	79.70	89.70	102.50	112.00
15050-LOS REYES-MEX	-98.99972222000	19.35777778000	15050	32.60	42.10	47.60	52.60	58.50	62.70
15059-MOLINO BLANCO-MEX	-99.22027778000	19.47750000000	15059	51.80	65.20	74.00	82.50	93.50	101.70
15061-NEZAHUALCOYOTL-MEX	-99.03388889000	19.41583333000	15061	40.20	57.70	84.20	89.20	94.50	98.20
15077-PRESA TOTOLICA-MEX	-99.28805556000	19.45277778000	15077	49.60	59.50	66.00	72.20	80.30	86.30
15094-SAN LUIS AMECA-MEX	-98.88111111000	19.19027778000	15094	38.20	49.50	56.90	64.10	73.40	80.30
15173-AHUATENCO-MEX	-99.32194444000	18.94833333000	15173	57.50	87.00	98.50	108.10	120.30	129.50
15298-SANTA CRUZ TEZONTEPEC E-21-MEX	-99.38972222000	19.06305556000	15298	53.10	73.00	86.20	98.90	115.30	127.60
17039-SAN JUAN TLACOTENCO-MOR	-99.08472222000	19.03916667000	17039	82.00	108.30	125.70	142.40	164.00	180.20
17047-HUITZILAC-MOR	-99.27111111000	19.05833333000	17047	78.80	101.00	114.10	125.70	139.60	149.40
17051-TOTOLAPAN E-10-MOR	-98.93194444000	18.98694444000	17051	69.50	92.40	106.10	118.40	133.20	143.80
15041-GRAN CANAL KM 27 250-MEX	-99.01694444000	19.56166667000	15041	41.40	52.70	60.20	67.40	76.70	83.60
15098-SAN MARTIN OBISPO-MEX	-99.18638889000	19.62166667000	15173	57.90	81.80	97.60	112.80	132.50	147.30

Figura 8. Valores para precipitación para estaciones climatológicas por periodo de retorno.

Con los valores obtenidos se interpola para obtener el raster de peligro por lluvias máximas para cada Tr (2, 5, 10, 20, 50 y 100 años) en la Ciudad de México a nivel colonia.

7. RASTERS ASOCIADOS A PERIODOS DE RETORNO

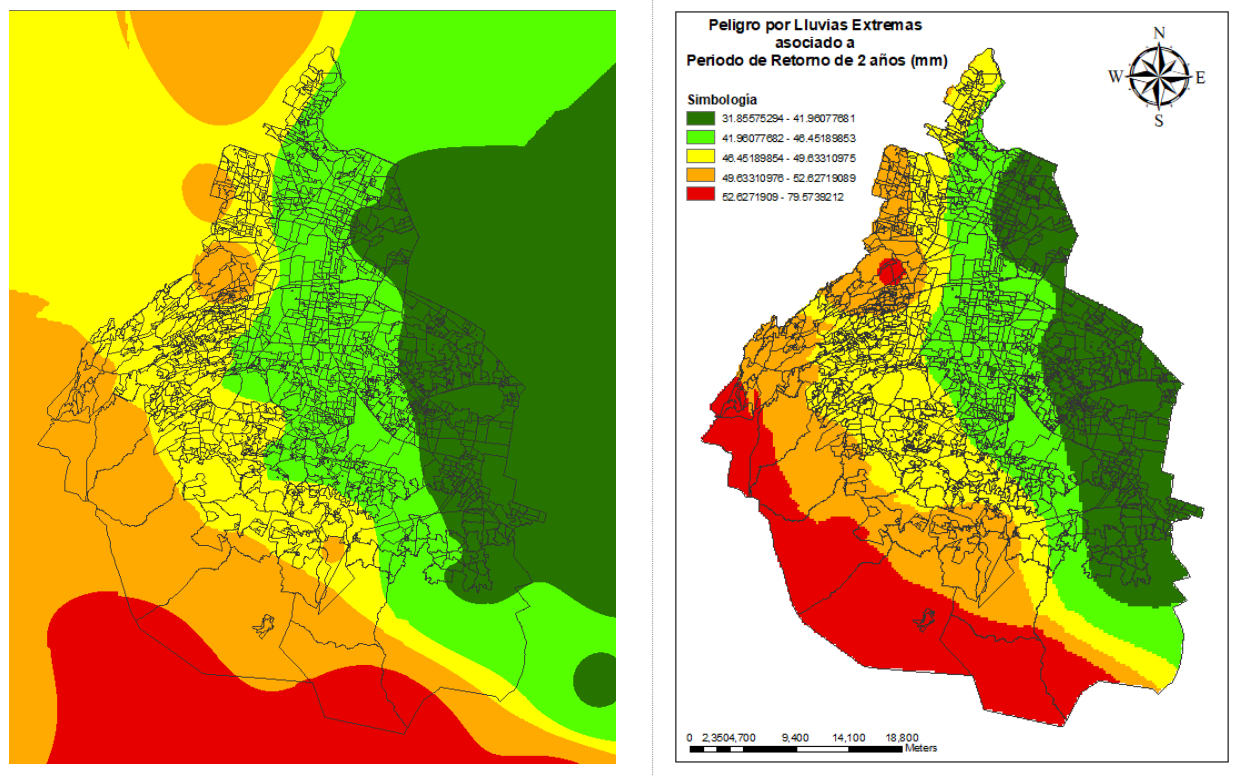


*Figura 09. Raster asociado a Tr de dos años.
Elaboración propia*

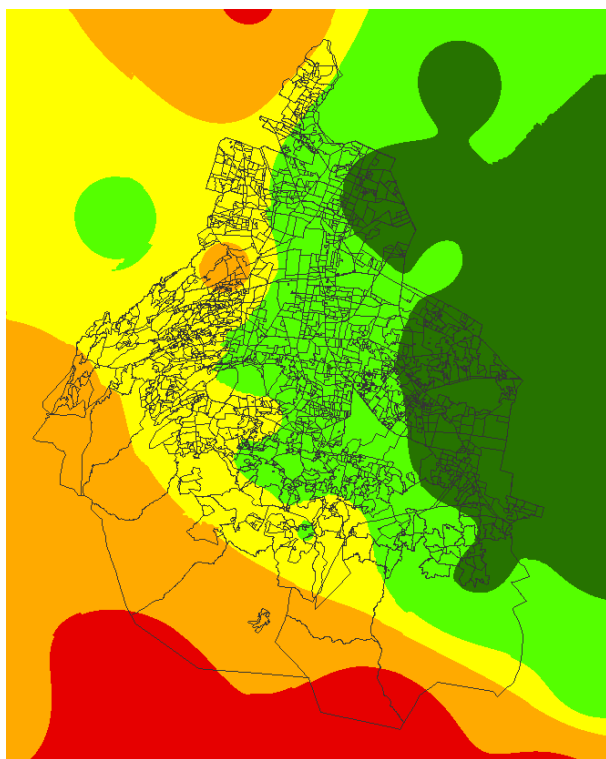
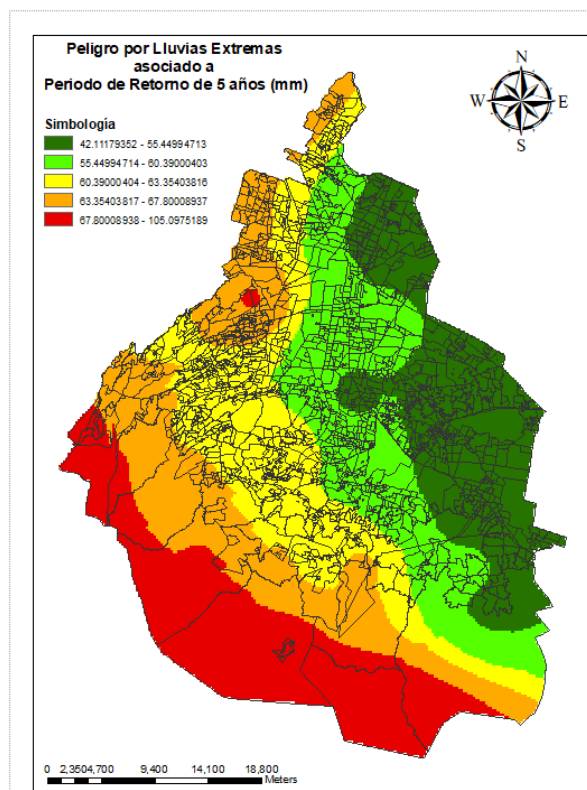


**Figura 10. Raster asociado a T_r de cinco años
Elaboración propia**

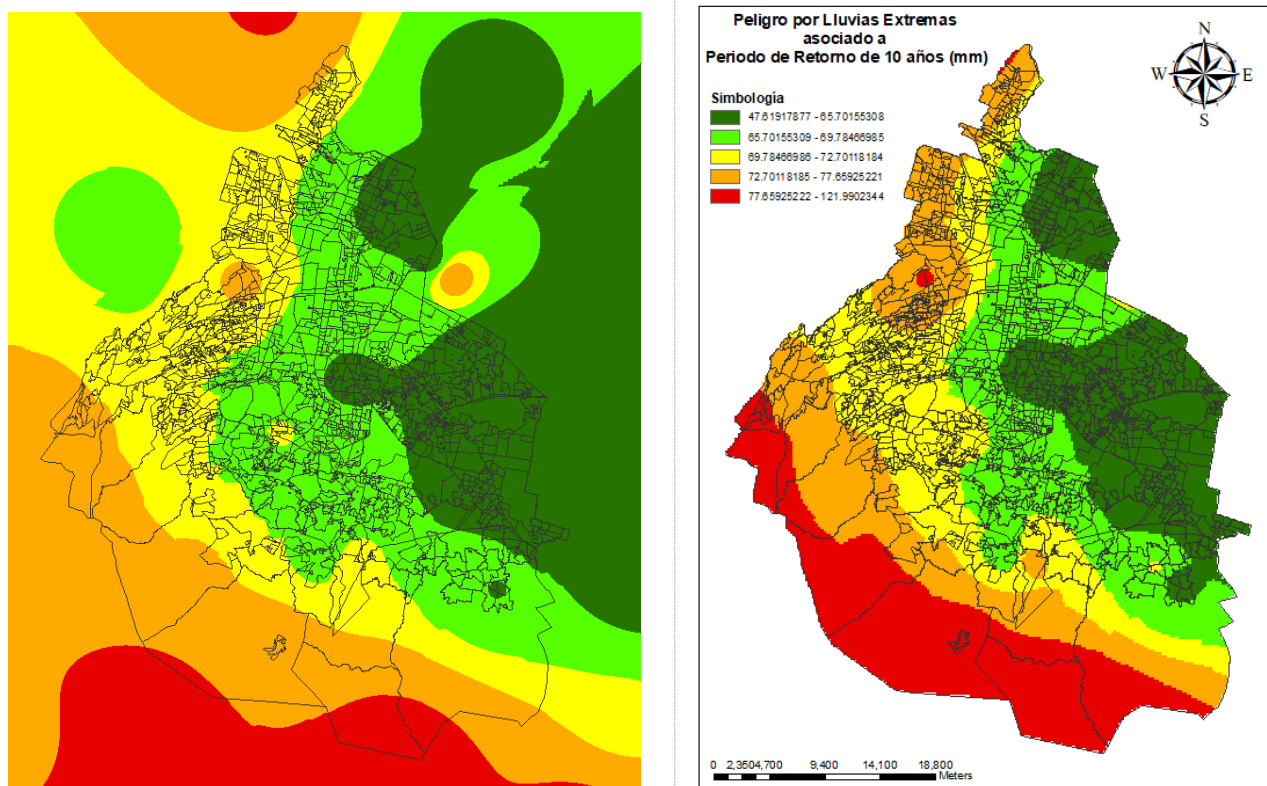


Figura 11. Raster asociado a T_r de diez años
Elaboración propia

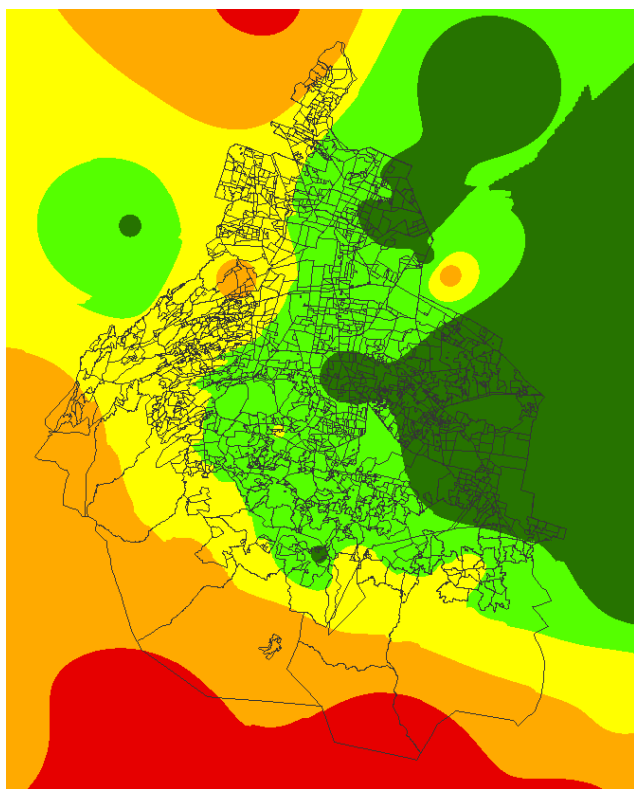
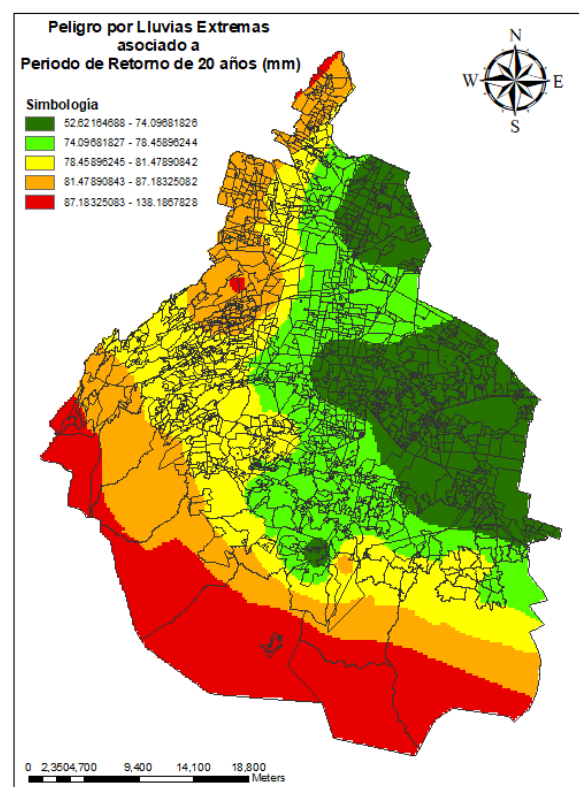


Figura 12. Raster asociado a Tr de veinte años
Elaboración propia

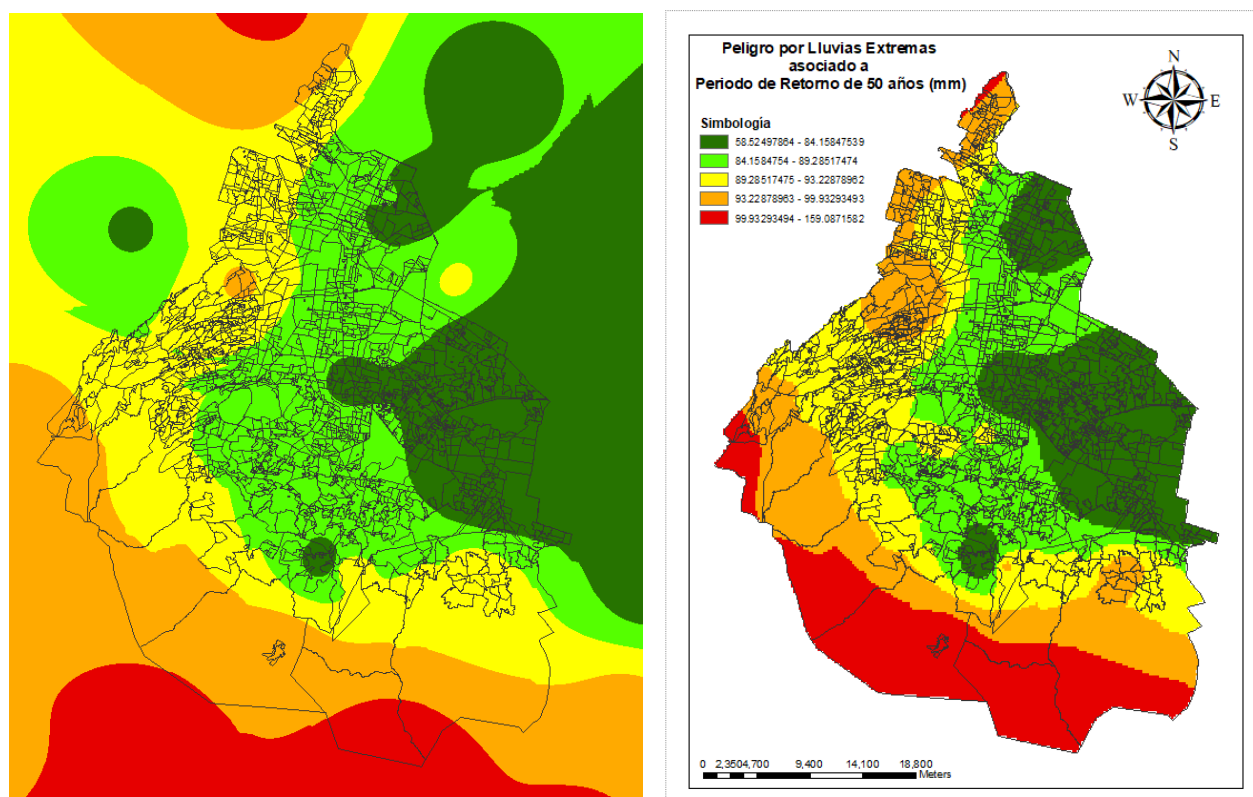


*Figura 13. Raster asociado a Tr de cincuenta años
Elaboración propia*

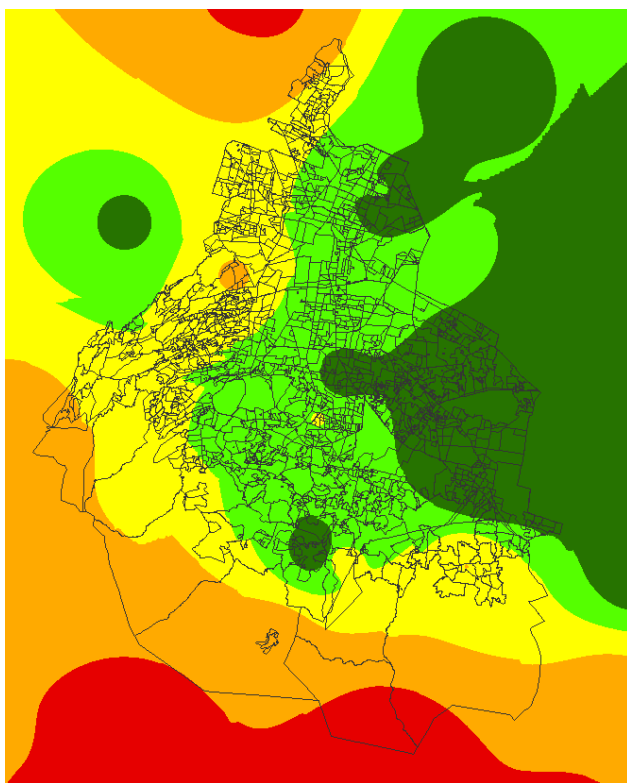
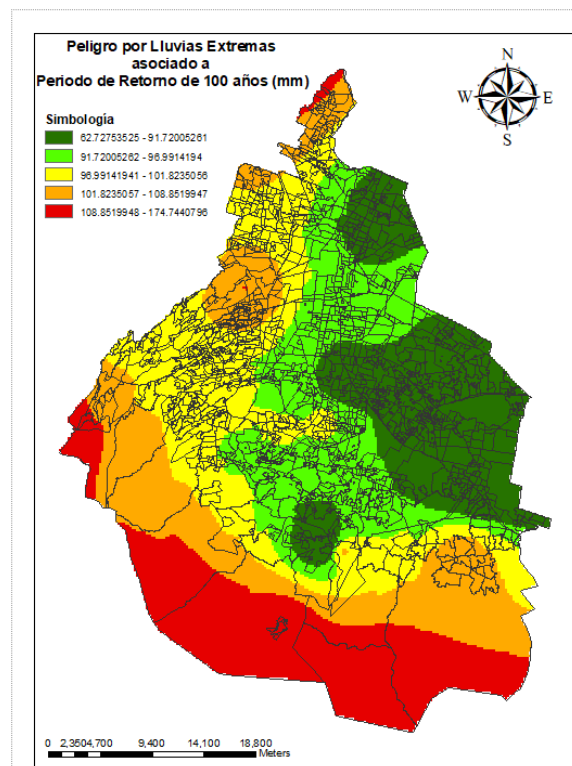


Figura 14. Raster asociado a T_r de cien años
Elaboración propia

8. Conclusiones

Con el indicador de Peligro por Lluvias Extremas a nivel Colonia, será posible realizar análisis hidrológico que sirvan de base en la construcción de escenarios de peligro con simulaciones hidráulicas conforme a los periodos de retorno y con ello realizar las medidas de mitigación.

De igual manera sirva en la elaboración de políticas públicas que regulen y restrinjan asentamientos humanos en zonas identificadas de riesgo o expuestas a peligros hidrometeorológicos, salvaguardando a las personas y su entorno.

9. Bibliografía

Francisco Javier Aparicio Mijares (2008), "Fundamentos de hidrología de superficie", México, 304 p, Ed. Limusa, Noriega editores.

CENAPRED. (2006). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos (Fenómenos Hidrometeorológicos). En H. Eslava Morales, M. Jiménez Esponosa, M. A. Salas Salinas, F. García Jiménez, M. T. Vazquez Conde, C. Baeza Ramírez, y otros, Elaboración de mapas de riesgo por inundaciones y avenidas subitas en zonas rurales, con arrastre de sedimentos (págs. 141-182). México: CENAPRED.

SEDATU, (2014). Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geograficos para Representar el Riesgos.

Google Earth. (s.f.). Google Earth. de <http://www.google.com/earth/>

CENAPRED, (2006), "Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos", Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación geográfica, serie: Atlas Nacional de Riesgos, CENAPRED, noviembre.





SECRETARÍA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS Y PROTECCIÓN CIVIL

GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO
CAPITAL DE LA TRANSFORMACIÓN

SGIRPC

CDMX

