

ESCENARIO DE RIESGO CLIMÁTICO POR TORMENTAS SEVERAS Y GRANIZADAS EN MAR DEL PLATA Y NECOCHEA-QUEQUÉN, ARGENTINA.

GARCÍA , Mónica Cristina - *mcgarcia@mdp.edu.ar*

Profesora Titular en Dpto. de Geografía. F. Humanidades. Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP). Funes nº 3350 (7600) Mar del Plata

RESUMEN: La modificación de los patrones climáticos como consecuencia del actual proceso de calentamiento global produce diversos efectos, entre ellos, una mayor intensidad y frecuencia de eventos meteorológicos extremos. Estos constituyen fuentes de peligrosidad para la población, actividades y bienes de ciudades costeras vulnerables. En el sudeste de la provincia de Buenos Aires, se localizan varias ciudades turísticas, de las cuales, Mar del Plata y Necochea Quequén son las más pobladas. En varias ocasiones, fueron impactadas por eventos extremos (temporales de viento, tormentas severas, tornados, granizadas, etc.) con daños de diversa magnitud e inclusive, pérdida de vidas humanas. Se pretende entonces: a) *Analizar el tema desde el contexto teórico de la geografía de los riesgos* y b) *Estudiar la peligrosidad climática del área*. Los resultados obtenidos permiten explicar y fundamentar porqué el área estudiada constituye un "territorio de impacto" y un "escenario de riesgo climático".-

Palabras clave: ciudades costeras - riesgo climático - eventos extremos - gestión de riesgos

CENÁRIO DE RISCO CLIMÁTICO POR TEMPESTADES E GRANIZO EM MAR DEL PLATA E NECOCHEA-QUEQUÉN, ARGENTINA

RESUMO: Mudança nos padrões climáticos, como resultado do aquecimento global em curso produz vários efeitos, incluindo o aumento da intensidade e frequência de eventos climáticos extremos. Estes são fontes de perigo para as pessoas, atividades e ativos de cidades costeiras vulneráveis. No sudeste da província de Buenos Aires, diversas cidades turísticas estão localizados, dos quais, Mar del Plata e Necochea Quequén são as mais populosas. Em várias ocasiões, foram impactados por eventos extremos (tempestades de vento, tempestades severas, tornados, granizo, etc.) Com danos de diferentes magnitude e incluindo a perda da vida. Em seguida, ele tem como objetivos: a) analisar a questão a partir do contexto teórico da geografia do risco b) Estudar a área de risco climático. Os resultados ajudam a explicar e justificar por que a área de estudo é um cenário de risco climático.

Palavras-chave: cidades costeiras - risco climático - Eventos extremos - a gestão de riscos

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El proceso de calentamiento global actual, genera modificaciones en los patrones climáticos del mundo, del que no es ajena la Argentina. A partir de las mismas, se suceden nuevos escenarios de peligrosidad climática, por el incremento progresivo de la temperatura de las aguas oceánicas más someras y a la vez, por la intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos en latitudes medias, entre otras amenazas (Houghton *et al.*, 1996; Santiago Lastra *et al.*, 2008).

Los medios de comunicación suelen reflejar de manera frecuente, diversas noticias sobre las secuelas de eventos de tiempo severos sobre los hombres o sus bienes. Estos desastres se relacionan con la magnitud de los peligros y también con el grado de capacitación de la sociedad para predecirlos, prevenirlos, prepararse, enfrentarlos y recuperarse de sus efectos. El ser humano convive con una naturaleza viva, con sus propias leyes de funcionamiento contra las cuales no puede atentar, a riesgo de resultar él mismo dañado (Romero y Maskrey, 1993)

En ocasiones, los diseños de plantas urbanas ineficientes y riesgosas en la mayor parte de las ciudades, derivan de redes de drenaje subdimensionadas en relación con el crecimiento urbano actual. Puede sumarse la falta de un adecuado cumplimiento de normativas vigentes en materia ambiental y así se explica parcialmente, el porqué de la creciente vulnerabilidad física de muchas ciudades ante estos fenómenos.

Mar del Plata y Necochea-Quequén son las ciudades turísticas más pobladas de la costa bonaerense (figura 1). Mar del Plata concentra 618.989 habitantes en 307.977 viviendas y en

Necochea-Quequén las cifras son 92.933 y 41.909, respectivamente. Sólo el 2,1 % de las viviendas en Mar del Plata y el 1% en Necochea-Quequén no tienen condiciones de buena habitabilidad, es decir, presenten materiales no resistentes ni sólidos o son, en su mayoría de desecho, al menos en uno de los paramentos, lo que aumenta su vulnerabilidad física, según Wilches Chaux (1993) e incrementa su posibilidad de evacuación en caso de eventos meteorológicos extremos.

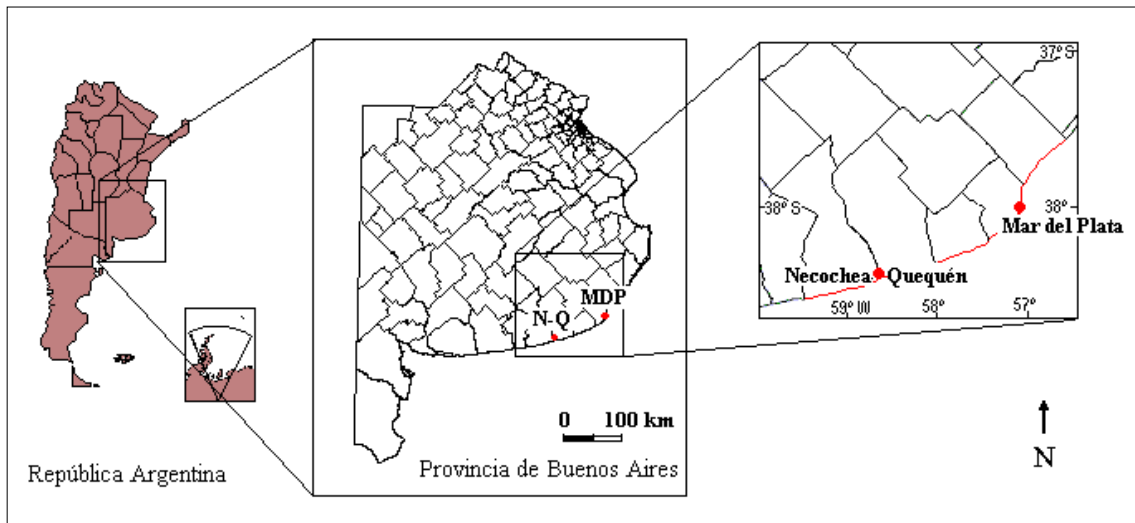


Figura 1: Localización del área de estudio. Fuente: García, 2009

Las condiciones de seguridad con que se afronte el evento, determinan su vulnerabilidad técnica y con ello, la intensidad final de los daños (Blaikie *et al.*, 1996). Según Wilches Chaux (1993) "...ser vulnerable a un fenómeno natural [precipitaciones torrenciales, vientos intensos, granizadas, etc.] es poseer una predisposición intrínseca o ser susceptible, tanto un sujeto o un grupo de elementos, a sufrir un daño...".

Las ciudades costeras de Mar del Plata y Necochea-Quequén registran a lo largo de su historia un importante número de sucesos que las signaron como "territorios de impacto" meteorológico, por su localización geográfica, su exposición a los centros de acción y de dinámica atmosférica, por su expansión urbana y ocupación del suelo no planificadas, por sus porcentajes de población socio-económicamente vulnerable, etc., que pueden verse replicadas o agravadas por los efectos de la actual variabilidad climática. Entre estos sucesos, tormentas severas que alcanzan en diversas oportunidades, importantes registros de velocidad de vientos y precipitaciones (inclusive sólidas durante las granizadas), en el área sudeste de la provincia de Buenos Aires donde se localizan estas urbes.

Las *tormentas* son el resultado del desarrollo de nubes convectivas, en una atmósfera inestable, con fuertes movimientos verticales del aire. En el área y por su origen, se reconocen tormentas convectivas y frontales. Las primeras se forman a partir de una intensa insolación, que calienta el aire en contacto con la superficie. Las segundas, son consecuencia del pasaje de un frente frío o de una línea de inestabilidad. En ambos casos, el aire más cálido y húmedo se eleva, condensa su humedad y forma potentes cumulonimbos, que luego precipitan, acompañados por fenómenos eléctricos y eventualmente, granizo. El proceso de desarrollo, madurez y disipación de una tormenta no lleva generalmente más de una a dos horas, salvo en el caso de tormentas agrupadas o multicelulares (SMN, 1989b; OMM, 1992).

Las urbes costeras objeto de estudio suelen estar afectadas por procesos de ciclogénesis, con fuertes temporales de viento y otros fenómenos meteorológicos asociados a tormentas, que dejan su secuela de inconvenientes de todo tipo, tanto para residentes y turistas, según la época del año en que se produzcan. Estos fenómenos intensos, incrementan el oleaje y el nivel del mar temporariamente, alteran la distribución de sedimentos en las playas, generan erosión, provocan anegamientos en áreas urbanas, periurbanas y rurales, deterioran

infraestructuras y equipamientos públicos y privados, ponen en riesgo a las personas o provocan víctimas, etc., en tierra y en el mar, afectando a la colonia pesquera de ambos centros urbanos (Isla, 1994; García, 1999, 2001; Rimondi, 1999; Bértola, 2006).

La mayoría de estas situaciones meteorológicas extremas reconocen un origen no antrópico. No obstante, existen muchos ejemplos que demuestran cómo el ciclo de vida de las tormentas se puede ver alterado por la urbanización, a través de la generación de islas de calor o de efecto pantalla por los edificios que, a modo de obstáculo en el camino de los vientos, favorecen la descarga pluvial intensa, la actividad eléctrica, las ráfagas y con ellas, la multiplicidad de efectos no deseados (Mathew *et al.*, 2001; Ntelekos *et al.*, 2007; Smith, 2007; Cárdenas, 2007; García, 2009; García Sánchez, 2013). Chagnon (1978, 2001) probó que la influencia urbana sobre las tormentas incrementó su frecuencia en Saint Louis y Chicago en un 25% y 12% respectivamente, en relación con sus áreas rurales adyacentes.

Los avances tecnológicos y la mayor información sobre ellos no atenúan las condiciones de riesgo y/o vulnerabilidad de sectores urbanos o poblacionales. La probabilidad de que se produzcan daños para las personas o para sus bienes, dependiendo no sólo del proceso en sí mismo, sino también la configuración del sitio y del grado y tipo de ocupación de la superficie terrestre por parte de las comunidades humanas, constituye el *riesgo* (Cardona, 2001; Olcina Cantos, 2004; Monti, 2007). Es producto de la interrelación de amenazas y vulnerabilidades y por ello, una construcción social, dinámica y cambiante, diferenciado en términos territoriales y sociales (Barreto, 2002).

Un *escenario de riesgo*, se configura a partir de la distribución espacial (cuándo, dónde, magnitud) de los efectos potenciales que puede causar un evento de una intensidad definida sobre un área geográfica, de acuerdo con el grado de vulnerabilidad de los elementos que compone el medio expuesto, es decir, población, recursos y ambiente (Cardona, 1993; Velásquez y Meyer, 1993). Su determinación permite reconocer e identificar las amenazas y vulnerabilidades existentes y los recursos locales y externos necesarios para reducir los riesgos a analizar. Facilita tomar decisiones compartidas entre actores claves del área afectada y elaborar líneas estratégicas para reducir el riesgo (Zúñiga y Díaz, 2003).

Analizar y diagnosticar el área sudeste bonaerense como escenario de riesgo climático implica una *evaluación de la peligrosidad, un análisis de la vulnerabilidad y una estimación del riesgo*. La evaluación de la amenaza, involucra estudiar el comportamiento de la/s fuente/s generadora/s y la probable ocurrencia (en el largo, medio o corto plazo). El análisis de la vulnerabilidad, se determina por el nivel de exposición y predisposición a la pérdida de un elemento ó grupo de elementos frente a una amenaza ó peligro. Finalmente, la estimación del riesgo integra peligrosidad del evento y vulnerabilidad de los contextos expuestos (Monti, 2007, 2009).

Los objetivos que guían esta investigación son:

- a) *Analizar el tema desde el contexto teórico de la geografía de los riesgos.*
- b) *Estudiar la peligrosidad climática del área*

Los materiales, recursos y método de trabajo se explican seguidamente. Ellos permitieron aportar conocimientos y técnicas para justificar porqué el área estudiada se considera "territorio de impacto" y un "escenario de riesgo climático".

2. MÉTODO DE TRABAJO

La recurrencia y variabilidad espacial de distintos tipos de tiempo que generan eventos pluviométricos intensos, fuertes temporales de viento y granizadas en el área de estudio, analizó a través de la organización de una base de datos de eventos. Esta concentró 377 registros de los manifestaciones meteorológicas citadas que, por su intensidad o sus efectos,

pusieron en riesgo a personas, bienes, equipamientos o producciones de Mar del Plata y Necochea-Quequén, en más de una oportunidad (García, 2009).

La base de datos incluyó registros del período enero de 1971- diciembre de 2007 en el caso de tormentas y hasta diciembre de 2013 en el caso de las granizadas. Ellos surgieron del relevamiento de estadísticas decadales (eventos extremos) e información diaria del Servicio Meteorológico Nacional y la brindada por estaciones automáticas de Defensa Civil (Municipio de Gral. Pueyrredon) y del Instituto Argentino de Oceanografía en Necochea-Quequén, etc. También se utilizó la información suministrada por distintos medios de comunicación en el área de estudio (periódico *Ecos Diarios* de Necochea y Diario *La Capital* de Mar del Plata).

Estos datos fueron complementados con información disponible en documentos y archivos históricos locales. Asimismo, se recurrió a otras fuentes de datos históricos en páginas web (<http://www.smn.gov.ar>, www.cima.fcen.uba.ar, www.cptec.inpe.br, www.intellicast.com, www.cpc.ncep.noaa.gov, www.espanol.wunderground.com, www.coopnecochea.com.ar y www.clima.meteored.com). Se seleccionaron aquellos eventos de la base de datos, cuyos parámetros superaron los límites consignados en la tabla 1.

Viento		Precipitación		
Viento fuerte + 43 km/h	Temporal muy fuerte + 75 km/h	Lluvias torrenciales + 1mm / minuto	Lluvias intensas + 50 mm / día	Lluvias extraordinarias + 150 mm / día
SMN, 1986		Yu y Neil, 1993; Karl <i>et al.</i> , 1995, Llasat, 1998; Barros, 2004, Goswani <i>et al.</i> , 2006		

Tabla 1.- **Umbrales considerados en el presente estudio**

Con los datos diarios y mensuales del período considerado, se listaron y caracterizaron los eventos severos, de acuerdo con su intensidad, frecuencia, recurrencia, variabilidad, situación meteorológica de origen, distribución estacional y anual y daños producidos en el sistema natural o socioeconómico, entre otros. Las consecuencias de estos eventos se clasificaron según la propuesta de Ilarduya Fernández (2005), que diferencia: F-1 *daños físico naturales muy graves*; F-2 *daños físico naturales menos graves*; S-1 *daños socioeconómicos muy graves*; S-2 *daños socioeconómicos menos graves*. Ello permitió considerar los contextos y elementos expuestos y destacar la repercusión ambiental, social y económica de estos fenómenos meteorológicos intensos, especialmente en áreas costeras del área de estudio, resaltando la vulnerabilidad física y técnica de dichas áreas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tormentas, granizadas y otros eventos severos

La vulnerabilidad física y técnica de las ciudades de Mar del Plata y Necochea-Quequén a tormentas, temporales y otros eventos severos en cualquier época del año, es reconocida por residentes locales y también por turistas. Las tormentas se originan por perturbaciones meteorológicas que suelen afectar el área estudiada con precipitaciones intensas, en ocasiones torrenciales, acompañadas por ráfagas de vientos fuertes y muy fuertes (Celemín, 1984; García y Piccolo, 2006). La efectividad de una tormenta en áreas costeras está determinada por su tamaño e intensidad (velocidad y alcance del viento), su duración, la altura de marea al momento de la tormenta, el lapso entre 2 tormentas sucesivas y la orientación de la costa según la dirección de la tormenta (Burton *et al.*, 1979; Bértola, 2006).

Se reconocieron 333 episodios de tormentas intensas entre los años 1971 y 2007 en ambas ciudades. De ellos, el 60,4% tuvo lugar en Mar del Plata, preferentemente desde diciembre a marzo, con concentración de episodios en abril-mayo y en setiembre-octubre. Las tormentas y temporales de lluvias y vientos en Necochea-Quequén sólo fueron superiores o iguales en promedio a los ocurridos en Mar del Plata en mayo, julio, agosto y noviembre. La media anual mostró 3,6 tormentas al año en Necochea -Quequén y 5,4 eventos anuales en Mar del Plata, es decir, un 35% superior en esta ciudad.

Al desagregar los resultados por década y centro urbano, los mismos destacaron algunas diferencias entre ambas ciudades. Además del mayor número de eventos totales (201) y por década en Mar del Plata, también se observó un marcado dominio de tormentas estivales, especialmente en enero y febrero, con una concentración secundaria al inicio de la primavera y del otoño. Muchos de ellos, tuvieron graves repercusiones sociales y económicas en las áreas urbanas y costeras del espacio analizado.

La frecuencia de tormentas con lluvias superiores a 50 mm y vientos de más de 43 km/h se incrementaron en el último bidecenio, especialmente entre febrero y marzo, como también en setiembre y octubre, replicando la estacionalidad señalada precedentemente. Disminuyeron en tanto, las registradas en junio y noviembre. Un 15 % de las tormentas precipitaron más de 100 mm. 2 de cada 5 de ellas llegó a 150 mm y 1 de cada 6 eventos totalizó 200 mm o más.

La mayor magnitud diaria registrada alcanzó 152 mm el 19 de febrero de 1992, donde las lluvias totales alcanzaron 235 mm en 2 días. Por su parte, el 30 % de las tormentas en Mar del Plata presentaron vientos constantes y/o ráfagas con características de temporal muy fuerte (75 km/h y más). En un tercio de ellas, los vientos igualaron o superaron los 100 km/h. En el 1% de los eventos totales, las ráfagas superaron los 150 km/h. La mayor parte de las tormentas provinieron del S-SW, del W y del N-NW, asociadas a procesos convectivos y pasajes frontales o de líneas de inestabilidad, especialmente en el verano y en otras estaciones del año, como la primavera y el otoño. Un 35% de ellas duró menos de 2 horas.

En Necochea-Quequén, los eventos de tormentas analizados sumaron 132 casos. También predominaron en verano, especialmente desde diciembre a febrero, con un máximo en el primer mes del año y un incremento secundario en el mes de mayo. Un 34% de ellas ocurrieron en la década 1981-1990, especialmente en el mes de mayo (10 eventos en el lapso citado). En el mismo período, se registraron en 8 episodios en enero y 7 tormentas en agosto. Se incrementó la frecuencia en enero y diciembre en los últimos dos últimos decenios, como también en el mes de octubre. Junio fue el mes con menor frecuencia de tormentas totales. El 20,4% de tormentas y temporales en el área necochense se presentaron con vientos de 75 km/h o superiores, en tanto que un 8,2% superaron los 100 km/h.

Un 12% de los eventos totalizaron 100 mm o más y uno de cada cinco de ellos superaron los 200 mm, predominando en los últimos meses de la primavera o en el verano. La mayor parte de ellas provino del SW, W y/o NNW o de direcciones intermedias, asociadas al pasaje de frentes fríos o de líneas de inestabilidad, como también derivadas de procesos de ciclogénesis. Un 42% de ellas se extendió por menos de 2 horas.

La mayor parte de las tormentas evoluciona en menos de una hora. No obstante, algunas de ellas continúan su desarrollo hasta adquirir estado de tormentas agrupadas o superceldas, que generan todo tipo de mal tiempo en superficie, durante varias horas. Es común, precipitación de granizo de gran tamaño, lluvia torrencial, fuerte actividad eléctrica, ráfagas violentas asociadas a corrientes descendentes y/o tornados, por lo que se las denomina *tormentas severas* (SMN, 1989a; Altinger de Schwarzkopf y Rosso, 1993).

En el área de estudio, al menos un 8% de las tormentas analizadas respondieron a esta clasificación, concentrándose generalmente en diciembre y enero, aunque también en abril y setiembre. La mayoría se generan a media mañana en el área marina cercana a Mar del Plata y Necochea y debido al incremento térmico del área continental próxima y los aportes de humedad del viento del sector N y NW, se acentúan los procesos convectivos de inestabilidad y

ascenso del aire. Coadyuvan a este proceso las cercanas estribaciones serranas de Tandilia, que favorecen el desarrollo de potentes cúmulos y cumulonimbos sobre el sudeste bonaerense.

Los eventos de tormentas estivo-otoñales suelen ser generalmente muy intensos. Un ejemplo de ello lo constituye la ocurrencia de varias tormentas severas simultáneas, que tuvieron lugar durante la noche del 13 de abril de 1993. Éstas se desplazaron desde el centro de la provincia de Buenos Aires, afectando la costa atlántica y las dos ciudades del área de estudio. El sistema de tormentas citado produjo tornados F1¹ e importantes secuelas en ambas localidades.

En Mar del Plata, el viento superó 130 km/h, alcanzando 146 km/h en el vórtice, en tanto que las lluvias sumaron 44 mm. Se registraron 6 muertos, 60 personas heridas, 800 evacuados, 8000 usuarios sin energía eléctrica, agua, teléfono y otros servicios urbanos y 15 establecimientos escolares seriamente dañados (estuvieron más de un mes sin clases), además de otros perjuicios a bines particulares. Las pérdidas urbanas fueron estimadas en 150 millones de pesos/dólares, por su afectación a los elementos expuestos: actividades humanas, edificaciones, líneas vitales como redes de energía o transporte, infraestructura, centros de producción, utilidades, servicios, la gente que los utiliza y el ambiente (Cardona, 1996)

Otro caso de tormenta extrema memorable se registró entre los días 19 y 20 de febrero de 1992. La conjunción de una masa aire tropical húmeda estacionada al N de la provincia de Buenos Aires y un frente frío que avanzaba desde el norte patagónico, favoreció el desarrollo de tormentas severas, con precipitaciones extraordinarias y descargas eléctricas en el sudeste bonaerense. Precipitaron entre 235 y 300 mm en el área marplatense, en tanto que en Necochea-Quequén, las lluvias alcanzaron 148 mm. Hubo anegamientos en varios sitios de ambos centros urbanos, con las consiguientes evacuaciones de personas y dificultades de tránsito.

Mar del Plata fue declarada en emergencia; hubo 2600 evacuados y cientos de autoevacuados en casi toda la ciudad; registrándose además 3 decesos. Las lluvias muy intensas, con carácter torrencial, volcaron en un primer golpe de agua 2 mm (ó 2 litros) de agua por minuto/m² y produjeron graves perjuicios a bienes y personas, especialmente en sectores urbanos de bajo nivel socioeconómico. También se inundaron varias instalaciones deportivas municipales, como el velódromo y el estadio de fútbol (éste con 8 m de agua, cubriendo el campo de juego, lo que afectó numerosas instalaciones del mismo), aunque ello evitó, providencialmente, que se inundaran otros barrios aledaños. En sectores bajos del barrio Puerto, por su configuración topográfica, la altura del agua acumulada llegó hasta 3,50 m, en tanto que alcanzó 1,50 m en otros sitios periurbanos.

La exposición al daño del contexto social, material y ambiental de la ciudad fue importante. Ello fue agravado por la creciente impermeabilización urbana y el consecuente incremento de la escorrentía superficial, que no llegó a ser drenado por el sistema de desagües pluviales y de arroyos entubados que cruzan el casco urbano (Rimondi; 1999a; García, 2001; Bertoni y Mazza, 2004).

Las *granizadas* por su parte, ocurren en ocasiones de tormentas y otros eventos severos, aunque tienen escasa frecuencia anual, acentuándose en noviembre, diciembre y febrero. Por los riesgos de daños potenciales para las actividades, bienes y personas, se incluyen en las pólizas de seguro agropecuario de la región. Del análisis de los datos, se han reconocido 46 eventos de granizadas entre 1971 y 2013, de los cuales 12 se produjeron entre 2008 y 2013 y 5 de ellos en el último año. Dos de ellas permanecen en la memoria de los residentes de la ciudad, por sus perjuicios: la del 16 de diciembre de 1971 y la del 24 de febrero de 2013.

Esta última produjo daños por varios cientos de miles de dólares. No hubo heridos ni muertos, pero sí cerca de 3.000 vehículos afectados, entre ellos, el 40 % de la flota urbana de taxis. También fueron dañadas las aberturas vidriadas de varias viviendas y locales

¹ F1 - Tornado débil (117 a 181 km/h). Árboles en terrenos blandos son arrancados de raíz. Automóviles en movimientos son desplazados de su ruta. Coberturas de techos se desprenden y se rompen vidrios de ventanas, según Escala Fujita para tornados. (<http://www.fcen.uba.ar/publicac/revexact/exacta7/divulgac.htm>)

comerciales, lo que incrementó la demanda de mano de obra calificada y el retraso en la entrega de insumos, como también las consultas y reclamos en las aseguradoras. El Honorable Consejo Deliberante de Gral. Pueyrredon declaró la "Emergencia Climática" en Mar del Plata en marzo de 2013. Por ordenanza municipal N° 21264/13 del 25/04/2013, se aprobó la creación del *Consejo Municipal de Contingencia Meteorológica*, que funciona como un órgano consultivo, asesor y de colaboración y en forma coordinada con la Junta Municipal de Defensa Civil, encabezada por el intendente.

En todos los casos citados, las tareas de recuperación y/o reconstrucción de las áreas más afectadas demandaron varios meses de trabajo. Asimismo, se destinaron considerables recursos financieros para revertir el estado de desastre en la ciudad de Mar del Plata. Estas cuestiones remiten al concepto de la "ciudad como escenario de riesgo y de desastre", según las amenazas actuantes y las vulnerabilidades expuestas, como también a las nociones de "territorios de causalidad" y "territorios de impacto" (Lavell, 1996; Calvo García Tornel, 1997), ya que varios sectores marplatenses se vieron afectados por desbordes de los arroyos cuyas nacientes y cauces están alejados de su área afectada impactada.

Se consideró, siguiendo a Ilarduya Fernández (2005) que el 22,4% de las tormentas analizadas tuvo efectos conjuntos físico-naturales y socio-económicos muy graves (F-1/S-1) y un 37,2% se destacó por las secuelas socio-económicas de gravedad (S-1), en tanto que un 33,1 % derivó en perjuicios socio-económicos menos graves (S-2). La menor proporción, 4,2% presentó un predominio de consecuencias en el medio físico antes que en el socio-económico. Los daños y perjuicios no se manifestaron homogéneamente en todos los eventos. Según Cardona (1993), algunos fueron directos (víctimas o modificaciones del hábitat) y otros indirectos (interrupción de servicios públicos, desmejoramiento de la imagen regional, alteración productiva, comercial e industrial, desmotivación de la inversión y generación de gastos de rehabilitación y reconstrucción).

4. CONCLUSIONES

Los sucesos extremos ligados a determinadas condiciones sinópticas tienen diversas repercusiones e impactos sobre las ciudades del área de estudio y merecen ser tenidas en cuenta a la hora de planificar las intervenciones sobre el espacio urbano. Coincidiendo con lo observado en otras investigaciones similares, las pérdidas económicas globales pueden o no ser significativas, pero las individuales suelen tener una dimensión dramática. Los impactos de muchos episodios meteorológicos dependen de las inadecuadas acciones humanas sobre el espacio geográfico, sin tomar los debidos recaudos. El conocimiento de sucesos meteorológicos extremos contribuye de este modo a minimizar los riesgos, incrementando la seguridad de residentes y turistas.

Para analizar el comportamiento y frecuencia de las tormentas, los umbrales mínimos fueron 43 km/h en el viento y 50 mm/día en las precipitaciones. Para las lluvias torrenciales, se consideró una intensidad de 1 mm por minuto. A partir de ellos, se reconocieron 367 tormentas y otros eventos severos en el período 1971-2013, lo que determinó un valor medio de 5,4 tormentas anuales en Mar del Plata y 3,6 en Necochea-Quequén.

El 60,4% de las *tormentas* analizadas tuvo lugar en la ciudad de Mar del Plata. Su frecuencia se incrementó en las dos últimas décadas. Un 15 % de las tormentas precipitaron más de 100 mm y uno de cada seis eventos totalizó 200 mm o más. El 30% de las tormentas presentaron características de temporal muy fuerte (75 km/h y más), aunque fueron frecuentes vientos superiores a 100-150 km/h. En Necochea-Quequén, un 20,4 % de las tormentas presentaron vientos de 75 km/h o más, en tanto que un 8,2 % superaron los 100 km/h. Un 12 % totalizaron 100 mm de precipitaciones o más y 1a de cada 5 de ellas superaron los 200 mm.

En el área de estudio, al menos un 8 % de las tormentas fueron severas, concentrándose generalmente en diciembre y enero, como típicas tormentas convectivas de verano, aunque fueron frecuentes también en abril y setiembre, en éste caso como tormentas de masa de aire o frontales. Alrededor del 10 % de las tormentas severas derivaron en *granizadas* intensas. De ellas, más de un tercio se produjeron entre 2008 y 2013 y casi la mitad de las mismas en el año 2013.

Una quinta parte de los eventos meteorológicos severos analizados tuvo efectos conjuntos físico-naturales y socio-económicos muy graves y más de un tercio tuvo más graves repercusiones socioeconómicas que naturales. A fin de ejemplificar, se comentaron los episodios ocurridos en abril de 1993 y en febrero de 1992 en el caso de tormentas y la de febrero de 2013 para las granizadas. En todas ellas, la magnitud y consecuencias locales y regionales, aleccionaron claramente acerca de sus efectos. La recuperación urbana y productiva demandó varios meses y considerable inversión pública y privada y por este motivo, justifican el área como territorio de impacto y escenario de riesgo climático.

El análisis de las amenazas climáticas efectuado constituye un elemento a considerar por parte de las autoridades locales, a fin de agotar las estrategias para disminuir la exposición y vulnerabilidad de las personas y los elementos expuestos, incluyendo las líneas vitales. Es imprescindible trabajar en la educación ambiental y en particular, en la gestión del riesgo, para que la información adecuada llegue a todos los integrantes de la comunidad, ampliando las oportunidades de todos para decidir y actuar ante situaciones riesgosas. El incremento del riesgo no suele tener relación directa con las respuestas y ajustes humanos para atenuar sus efectos, hasta tanto la vulnerabilidad no se vuelve regular y recurrente. Prevalece la idea que toda prevención o protección individual o pública al respecto, es un gasto actual y no una inversión para el futuro.

La gestión urbana considerando este escenario de riesgo climático, puede contribuir a minimizar la vulnerabilidad de la población y sus recursos expuestos. Es importante insistir en una visión integral de las dificultades generados por situaciones meteorológicas intensas, ya que gran parte de los problemas de origen físico que padecen las ciudades, se ven agravados por actitudes desaprensivas o poco solidarias de algunos residentes, que no tienen reparos a la hora de alterar o modificar la dinámica natural, sin pensar o evaluar las consecuencias para ellos y/o la comunidad. El trabajo presentado constituye un aporte hacia la gestión de riesgos urbanos, a fin de decidir las estrategias a implementar para corregir las disfuncionalidades.

Referencias

Altinger de Schwarzkopf, M. L. y L. C. Rosso. 1993. **Riesgo de tornados y corrientes descendentes en la Argentina.** Universidad de Buenos Aires. <http://www.construir.com/CIRSOC/DOCUMENT/riesgo1.html>

Barreto, C. V. 2002. **Gestión de riesgo. Una visión actualizada, una propuesta imprescindible.** Cátedra Catástrofes ambientales. Derrames tóxicos. Inundaciones. Prevención y gestión. Posgrado en Derecho Ambiental. Fundación Ecos. <http://www.fundacion-ecos.org/posgrado.htm>

Barros, V. 2004. **Vulnerabilidad a Cambios Climáticos e Hidrológicos Número de casos con precipitaciones mayores a 100 mm en 48 hs. en el centro-este de Argentina.** Proy. Agenda Ambiental Regional - Mejora de Gobernabilidad para el Desarrollo Sustentable ARG/03/001. Buenos Aires.

Blakie P., Canon, T., David, I. y Wisner, B., 1996. Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres. **Revista La Red Estudios Sociales** Prevención Desastres Am. Latina. Panamá. 1ª ed.

- Bértola, G.R. 2006. Morfodinámica de playas del sudeste de la provincia de Buenos Aires (1983 a 2004). **Latin American Journal Sedimentology and Basin Analysis**, vol.13, no.1, 31-57.
- Bertoni, J. C. y Mazza, J. A. 2004. **Aspectos asociados a las inundaciones urbanas en Argentina**. Inundaciones Urbanas en Argentina, Bertoni, J.C. (org.)
- Burton, I; R. Kates y G. White. 1978. **The Environment as Hazard**. Oxford Un, Press, N.Y.
- Calvo García Tornel, F. 1997. Algunas cuestiones sobre geografía de los riesgos. **Scripta Nova** Vol.: 1. <http://www.raco.cat/index.php/scriptanova/article/view/55276>
- Cárdenas, R. 2007. **Ciudades bajo tormentas**. <http://www.cienciorama.unam.mx/index.jsp>
- Cardona, O.D., 2001. **La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión**. International work-conference of vulnerability in disaster theory and practice. Holanda.
- Cardona, O. D., 1993. **Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo**. En Maskrey, A. (Ed). Los desastres no son naturales. 51-73. LA RED de Estudios Sociales. 1ª ed. Colombia.
- Celemín, A. 1984. **Meteorología práctica**. Edición del autor. Mar del Plata. 314 ps.
- Changnon, S. 2001. Assessment of historical thunderstorm data for urban effects: the Chicago case. **Climatic Change**, 49, 161-169, 2001.
- Changnon, S. 1978. Urban Effects on severe local storms at St. Louis. **Journal Applied Climatology**.17, 578-587
- García, M. C., 1999. El régimen de vientos en la ciudad de Mar del Plata y sus implicancias turístico - ambientales. En **Revista Nexos**, UNMDP, nº 10, Año 6, 16- 21, Mar del Plata
- García, M. C., 2001. **Percepción de Vulnerabilidad Ambiental en Poblaciones Urbanas**. Tesis Maestría en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano, Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata
- García, M. C., 2009. **El clima urbano costero de la zona atlántica comprendida entre 37°40´ y 38°50´ S y 57°00´ y 59°00´ W**. Tesis Doctoral Geografía. UNSur. Bahía Blanca.
- García, M.C. y Piccolo, M.C. 2006. Precipitaciones máximas en el sudeste bonaerense. **Revista Geoacta**, vol. 31-2006. Asoc. Argentina de Geofísicos y Geodestas. 165-174.
- Goswami, B. N. V. Venugopal, D. Sengupta, M. S. Madhusoodanan, P.K. X. 2006. Increasing trend of extreme rain events over India in a warming environment. **Science** Vol. 314, nº 5804, p1442 - 1445.
- Houghton, J., Meira, L., Chander, B., Harris, N., Kattenberg, A. & K. Maskell. 1996. **Climate Change1995: the science of climate change**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ilarduya Fernández, M. T. 2005. Temporales marítimos y ordenación del territorio en la provincia de Alicante. **Boletín de la A.G.E.** nº 40. pags. 329-350
- INDEC- Instituto Nacional de Estadística y Censos, Ministerio de Economía. 2001-2010. **Censos Nacionales de Población, Hogares y Viviendas**, Buenos Aires
- Isla, I. F., 1994. **Evaluación del deterioro de playas causado por el temporal del 24 de junio de 1994**. Honorable Concejo Deliberante, Mun.Pinamar, Mar del Plata, 18 p (inéd.).

- Karl, T.R., Knight, R.W y Plummer, N. 1995. Trends in high-frequency climate variability in the twentieth century. **Nature**, 377, p. 217-220.
- Santiago-Lastra, J. A.; López-Carmona, M. y López-Mendoza, S. 2008. Tendencias del cambio climático global y eventos extremos asociados. **Ra Ximhai** Vol. 4. Nº 3, 625-633.
- Lavell, A. 1996. Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. **Red de Estudios Sociales en Prevención Desastres América Latina**. <http://www.desenredando.org> 12
- Llasat, C. 1998. Una clasificación de los episodios pluviométricos para su utilización en Hidrología. Aplicación a la serie de intensidad de lluvia en Barcelona. **Ingeniería Civil**, 112. Madrid, 35-46.
- Martín Vide, J. 2008. La nueva realidad del calentamiento global. Un decálogo del cambio climático. **Scripta Nova**. Revista Electr. Geografía y Ciencias Sociales. Un.Barcelona. Vol. XII, núm. 270 (23),
- Matthew E., A.Hirsch, T. Degaetano y S. J. Colucci, 2001. An East Coast Winter Storm Climatology. *Journal of Climate*. Volume 14. **American Meteorological Society**. 882-899
- Monti, A. J. A. 2007. **Análisis integral de riesgos costeros**. Módulo Curso de Posgrado. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, octubre de 2007.
- Monti, A. J. A. 2009. **Geografía de riesgos aplicada a espacios litorales**. Módulo Curso de Posgrado. UN de Patagonia San Juan Bosco-Igeopat. Puerto Madryn, febrero de 2009
- Ntelekos, A. A., J. A. Smith y W. F. Krajewski. 2007. Thunderstorms and Flash Floods in the Baltimore Metropolitan Region, *Journal of Hydrometeor. Climatological Analysis*, vol 8 (1), 88-101
- Olcina Cantos, J. 2004. Riesgos de inundaciones y ordenación del territorio en la escala local. **Boletín A.G.E.** nº 37, 49-84
- OMM. Organiz. Meteorológica Mundial. 1992. **Vocabulario Internacional Meteorológico**, 182. Ginebra.
- Rimondi, M. M., 1999. **Mar del Plata, una aproximación a la caracterización de las precipitaciones**. Inédito, Mar del Plata.
- Romero, G. y Maskrey, A. 1993. Cómo entender los desastres naturales. En Maskrey, A. (comp.). Los Desastres No Son Naturales. La Red. **Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres**.
- SMN-Servicio Meteorológico Nacional-SMN-1989b. Tormentas. **Boletín Inform.**42. B. Aires.
- Smith, J. A. 2007. **Extreme Floods in Urban Watersheds**. Joint Session 3, Forecasting Water Cycle Components at Different Spatial and Temporal Scales (Joint with Climate Change Manifested by Changes in Weather and Climate Aspects of Hydrometeorology)
- Velásquez, A y Meyer, H. 1993. **Ofertas y amenazas ambientales en Cali**. OSSO, U. del Valle, Cali. <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc5391/doc5391-a.pdf>
- Wilches Chaux, G., 1993. La Vulnerabilidad Global. En: Maskrey, A. (Comp.) Los desastres no son naturales. **Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres**. Colombia.
- Yu, B. y Neil, D.T. 1993. Long-term variations in regional rainfall in the south-west of western Australia and the difference between average and high intensity rainfalls. **Intern. Journal of Climatology**, 13.

Zúñiga S. y Díaz, M. 2003. **Escenarios de riesgo y recursos locales. Una herramienta útil para la Planificación Municipal.** Sistema Nacional para Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED). Nicaragua.-