

FACTORES QUE PROPICIARON LAS INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE LA EMILIA, PARTIDO DE SAN NICOLÁS, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Conesa C.^a, Fucks E. E.^b y Pisano M. F.^c

^a FCNyM, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, ARGENTINA

^b CEIDE-IAMRA, FCNyM y AyF, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, ARGENTINA

^c CEIDE-IAMRA, FCNyM y AyF, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, ARGENTINA

e-mail: ccgeologia@gmail.com

RESUMEN

Si bien las inundaciones constituyen una problemática recurrente en numerosas localidades de la región pampeana, sobre todo en aquellas situadas en los márgenes de algún curso de agua, el aumento de la población y de sus bienes, han indudablemente agregado gravedad a un riesgo ambiental previo. Desde sus comienzos, en 1980, el asentamiento que algún día constituiría la localidad de La Emilia, ubicado sobre la planicie de inundación de arroyo del Medio, sector que integra un antiguo bajo geomorfológico, fue invadido por el agua por lo menos una docena de veces. La cuenca de drenaje del arroyo del Medio posee una muy buena integración, con un cauce principal bien definido, pero se vio modificado innumerables veces por distintas obras, lo que llevó a un desequilibrio en la energía del mismo. Se ve sobrepasado en épocas de intensas lluvias, cuando la saturación del suelo es total y el escurrimiento se ve impedido. La Emilia cuenta con distintas obras de protección, como canales de desagote en los campos aledaños y terraplenes de tosca y tierra en las inmediaciones. La ciudad en sí cuenta con una protección en forma de herradura, de tosca y tierra apisonada, que la rodea desde 2010, pero que demostró ser contraproducente en 2017, cuando las aguas inundaron la ciudad nuevamente, y a falta de esclusas no pudieron seguir su curso natural. En este trabajo analizaremos cuales son los factores que propician las inundaciones en esta localidad, tanto naturales como humanos, y las obras que intentan mitigarlas.

Palabras clave: Arroyo del Medio, inundaciones, terraplén.

INTRODUCCIÓN

Los riesgos naturales son definidos como “la probabilidad de que un territorio y su población asociada se vean afectados por episodios naturales de rango extraordinario”; siendo la amenaza o peligro natural “la probabilidad respecto a que se produzca un determinado fenómeno natural de una cierta extensión, intensidad y duración, con potencialidad tal que pueda causar daños a personas (amenaza) o al entorno (peligro natural)”. Por su importancia, se ha tomado el concepto de Vich *et al.* (2010) como punto de partida del presente trabajo, para analizar tanto el riesgo a inundación, y los factores que la propician, como las remediaciones y mitigaciones que se llevaron a cabo en la zona.

Para el estudio específico de las amenazas se ha tomado como base el documento de Van Westen (1993) y de la UNESCO (1972), donde a las mismas se las clasifican de

acuerdo a cuatro criterios, según origen, su vinculación con sus factores desencadenantes, duración e impacto y frecuencia.

Respecto al origen natural de la amenaza, en la zona de estudio se destacan las amenazas geológicas e hidrometeorológicas. Las originadas por la sola acción del hombre se encuentran comprendidas por las actividades antrópicas como la construcción de obras ingenieriles transversales al curso del arroyo, tales como puentes ferroviarios y viales, contenciones laterales, tajamares y diques, canalizaciones y dragados. En cuanto al origen combinado, se incluyen aquellas amenazas producidas por las actividades del hombre que son magnificadas por características del sistema natural en el que se desarrollan. Tal es el caso de la erosión retrocedente, producida por la canalización de cursos de manera antrópica para su aprovechamiento, lo cual produce una erosión que no es la natural del sistema, constatado por la existencia de numerosas cascadas y saltos en el último tramo del arroyo, inusitado para un curso de poca pendiente como este.

Estos factores, individuales y/o combinados, produjeron en varias ocasiones a lo largo de la historia, inundaciones en prácticamente todo el casco urbano de La Emilia, dejando miles de evacuados en cada ocasión, causando daños materiales y pérdida de la vida.

UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

La Emilia es una localidad perteneciente al partido de San Nicolás, en el extremo noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Se encuentra a orillas del arroyo del Medio, límite geográfico con la provincia de Santa Fe. La cuenca del arroyo del Medio limita hacia el noroeste con la cuenca del arroyo Pavón y hacia el sureste con la cuenca del arroyo Ramallo, todos afluentes del río Paraná. Su cabecera se encuentra en las inmediaciones de la localidad de Juncal, Santa Fe, y linda hidrológicamente con el bañado homónimo, cabecera del arroyo Pergamino. Su trazado sobre los sedimentos cuaternarios lo lleva a desembocar en el delta del río Paraná a pocos kilómetros del centro cívico de San Nicolás. La fisonomía de la región, caracterizada por suaves lomadas de composición loessica, y marcadas por una red hidrográfica bien integrada, ha signado a la región con el nombre de “Pampa Ondulada” (Daus, 1946).

GEOLOGÍA REGIONAL

Los sedimentos que constituyen las primeras decenas de metros están representados por loess con diferentes características y edades, especialmente afectados por la tectónica cuaternaria (Castellanos, 1966). La neotectónica actuó, y sigue actuando, no sólo a nivel de los grandes bloques subcontinentales, como el bloque de San Guillermo, sino que también dentro de ellos, reactivando fallas de menor jerarquía paralelas o subparalelas a las geofracturas. Esto genera pilares, semi-horsts y fosas tectónicas de forma alargada en las direcciones seguidas por estas. Los lineamientos paralelos o subparalelos a la geofractura, y en cierto grado sus conjugados, ver figura 1, fueron trazados tomando en consideración varios rasgos observables, como son bordes entre áreas inundables y áreas bien drenadas, cambio abrupto y continuado de ancho de las llanuras de inundación de los arroyos, encajonamiento, cambio de patrón, quiebres y direcciones anómalas de los cauces, como así también rápidos y cascadas (Racca, 2010)



Figura 1. Lineamientos subparalelos en la zona de estudio y trazado del curso principal del arroyo del Medio. Modificado de Racca (2010)

GEOLOGÍA LOCAL

La litología dominante en la región pampeana está conformada en sus primeros 50 metros por sedimentos continentales, agrupados en la Fm. Pampeano (González Bonorino, 1965), Formaciones Ensenada y Buenos Aires (Riggi et al., 1986) o Formación Tezanos Pinto (Iriondo, 1980). Constituyen el sustrato sobre el cual se desarrolla la cuenca de drenaje del arroyo del Medio, ver figura 2a.

Está esencialmente constituida por limos de color pardo más o menos grisáceo, con altos niveles de carbonato de calcio, tanto en concreciones radiciformes y botroidales, en la masa limosa del suelo, como en capas a diferentes alturas dentro del perfil, cuyo origen se asocia al desplazamiento sucesivo del nivel freático. Estas capas de tosca producen superficies difíciles de erosionar para el arroyo, específicamente en su parte media-terminal, generando rápidos y pequeñas cascadas. Dataciones absolutas por la técnica de termoluminiscencia arrojaron como edades máximas 35.890 ± 1030 años A.P. (antes del presente), (Krohling, 1999), mientras que Toledo (2011) le asigna una edad mayor a 600 ka A.P.

La Formación La Postrera (Fidalgo y Martínez, 1995) remata las secuencias con sedimentos limo-arenosos a arenas limosas de color castaño claro a amarillo rojizo, con un aspecto masivo y friable, salvo en los sectores edafizados, con espesores que llegan hasta los 2 metros. Corresponde a depósitos eólicos, generados aparentemente por diferentes pulsos depositacionales, evidenciados por perfiles de meteorización interpuestos en sus depósitos (Fidalgo y Martínez, 1995).

Sobre estas, se depositan en discordancia los depósitos fluviales de la Formación Luján, ver figura 2b, representados en los perfiles del arroyo del Medio, compuestas por facies limo areno-arcillosas, producto del retrabajo de las formaciones antes mencionadas, cuyo desarrollo y características son muy variables (Fucks et al., 2015).



Figura 2. Componentes litológicos principales de la cuenca **a.** Depósitos loessoides aflorando en una cantera **b.** Depósitos fluviales asignados a la Fm. Luján.

CLIMA

El clima de la región es subtropical húmedo, *Cfa* según la clasificación de Köppen (Thornthwaite, 1943). Presenta temperaturas medias anuales que oscilan entre 15 y 16,5 C°, con mínimas y máximas moderadas. Si bien La Emilia no cuenta con una estación de monitoreo climático, se encuentra equidistante a tres estaciones, con variaciones mínimas, de las cuales Junín Aero (en Pergamino, Buenos Aires) representa, por cercanía a la cabecera de la cuenca los datos utilizados. El valor promedio de precipitaciones anuales es de 1.043 mm, siendo los meses más lluviosos de octubre a abril, cuyo promedio total asciende a 727,8 mm, es decir el 69,7% del total anual (SMN, Junín Aero 1981-2010)

Si en vez de analizar los promedios de precipitación para el rango de 1981-2010, que provee el Servicio Meteorológico Nacional, lo hacemos con la base de datos del Banco Mundial (World Bank), analizamos datos de lluvias desde 1901 a 2016, separados por treintenas. Como podemos observar, ver figura 3, los meses más lluviosos son marzo y enero respectivamente. En los 115 años que abarca la recolección de datos en la cuenca del arroyo del Medio, las lluvias de marzo aumentan un 136%, y las de enero 147,5%, cuyos aumentos principales están marcados entre la primera y la segunda treintena. Los meses menos lluviosos también presentan aumentos, aunque leves, en el periodo 1901-1990, pero para los últimos 30 años, el volumen de las precipitaciones disminuye respecto a años anteriores.

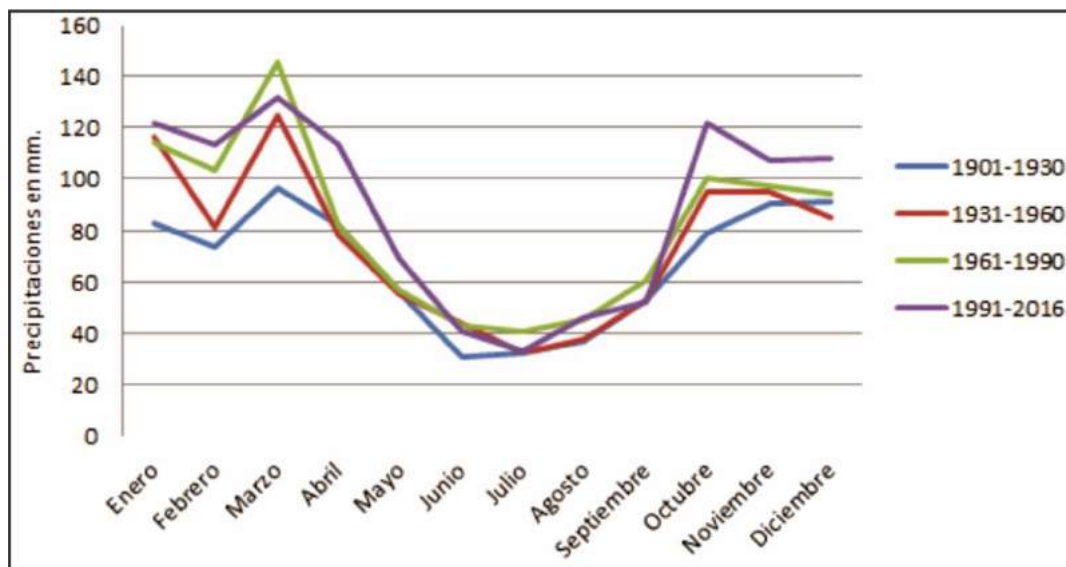


Figura 3. Promedio de precipitaciones mensuales, separado cada 30 años, para la cuenca del arroyo del Medio. Datos recolectados del Banco Mundial de Datos.

GEOMORFOLOGÍA

La cuenca del arroyo del Medio abarca un área aproximada de 1.200 km², con un estimado de más de 120 km de recorrido, que a fines prácticos dividiremos en 4 secciones: cabecera, medio, terminal y deltaico. Esta división no es aleatoria, sino que se basa en quiebres muy pronunciados en el cauce del arroyo.

El sector de cabecera se desarrolla en la divisoria de aguas con la cuenca del río Arrecifes, a partir de depresiones aisladas unidas por canalizaciones en ambientes de casi nulo drenaje, en las cercanías de Juncal (Provincia de Santa Fe). El arroyo discurre en dirección SO-NE casi 15 km, y a partir de la localidad de Peyrano, cambia de rumbo abruptamente hacia el SE. Presenta un diseño rectangular, con tributarios, en la margen izquierda, paralelos al primer tramo del cauce, y entre sí, y casi tan largos como éste. En la margen derecha los tributarios son más difusos y cortos, menos marcados y más anegados, con un ángulo de inserción al cauce principal más agudo, ver figura 4. Presenta una planicie de inundación irregular que llega a alcanzar 1,5 km de ancho, con una diferencia de altura de solo 3 m entre ésta y los campos cultivados en los alrededores. La poca altimetría en este tramo produce, en épocas de grandes lluvias, la ocupación por parte del agua, representada en ocasiones por cuencas de deflación con remanentes de lagunas y paleo cauces, tanto en la planicie como en los campos.

El tramo medio del arroyo comienza a la altura de la localidad de Guerrico con otro quiebre a 90°, volviendo su rumbo SO-NE, con diseño sinuoso a meandroso, trututarios insertados en angulos de aproximadamente 45° y una planicie de inundación que duplica a la del tramo anterior, con depósitos fluviales en discordancia sobre los sedimentos pampeanos. La Autoridad del Agua (ADA), posee dos estaciones hidrométricas en este tramo del arroyo del Medio, con mediciones de una altura promedio de 7.15 metros y un caudal promedio de 2,9 m³/s (A.D.A, 2005, 2009)

El tramo terminal del arroyo del Medio, considerado entre La Emilia y la barranca del río Paraná presenta un cauce definido y profundo de 40 metros de ancho. En este sector, la mano del hombre ha moldeado el cauce del arroyo, con distintas obras y dragados, afectando la naturaleza del mismo.

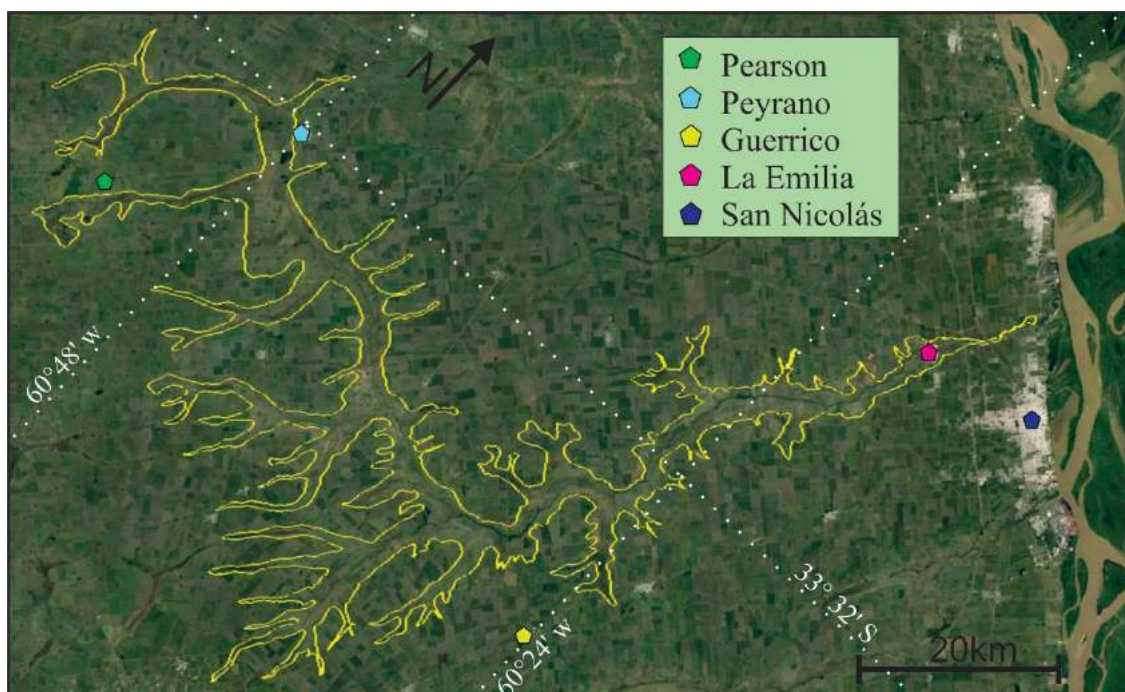


Figura 4. Planicie de inundación del arroyo del Medio, en amarillo, y localidades mencionadas.

Entre ellas, la Ruta Nacional 9, el puente del Ferrocarril Buenos Aires - Rosario (1914), el dique del frigorífico “La Elisa” (que encausaba parte del agua del arroyo por un canal paralelo a este, de por lo menos 1,5 km, 1930), además de los caminos previos que vinculan la región y las obras específicas en La Emilia, expuestas más adelante.

El lecho del presenta niveles de tosca de la Fm. Pampeano, que generan rápidos y pequeñas cascadas, que junto a las cuantiosas marmitas en la planicie de inundación, evidencian el poder erosivo del arroyo en este tramo. El rasgo de erosión más consistente está representado por una cascada, que en el transcurso de 15 años avanzó alrededor 300 metros aguas arriba, producto de la erosión retrocedente, ver figura 5. Aguas bajo de ésta, el arroyo se ensancha, pierde energía y el agua queda acotada al cauce, inclusive durante las crecidas. Presenta paredes verticales de hasta 10 metros de alto, erodadas en la Formación Pampeano, sin rápidos ni planicie de inundación

En la transición al ambiente deltaico del río Paraná, el arroyo vuelve a tener una dinámica depositacional, conformando una amplia planicie de inundación, de unos 40 metros de ancho a cada lado, y de pendiente menor al 1%, con depósitos fluviales de arena media a fina, gris castaña a gris oscura, suelta, sin estructura reconocible, más que una leve estructuración en bloques en su parte cuspidal.

Al cruzar la barranca holocena del río Paraná, el arroyo del medio en ambiente deltaico, llamado arroyo Yaguarón, discurre entre sedimentos generados durante la transgresión holocena y aquellos correspondientes a procesos del delta paranaense actual. Su diseño se vuelve meandroso, cambia su rumbo SO-NE, predominante de los últimos casi 40 km, a casi completamente S-N. Luego de 3 km toma la dirección contraria y discurre paralelo al río Paraná por unos 13 km, en dirección NNO-SSE, separado de éste por una barrera isla de gran porte, y confluyendo finalmente con él a la altura de la ciudad de San Nicolás, ver figura 6. Este cambio de dirección, primero hacia el norte y luego al sudoeste, refleja la influencia de la ingresión holocena en el área, su deriva costera hacia el NO, su posterior retirada y el avance del delta hasta su posición actual.



Figura 5. Retroceso del salto del arroyo del Medio. El canal del frigorífico La Elisa es visible en la margen derecha del arroyo, cuyas paredes fueron desgastadas por la erosión retrocedente del salto.

Evidentemente, estos cambios en las condiciones geomorfológicas del curso (erosivas y acumulativas) están asociadas a los cambios de nivel de base que el río Paraná produce en todos sus afluentes, propiciados por las fluctuaciones del nivel del mar (Fucks 2005) y la neotectónica de la región (Castellanos, 1966), como responsables primarios de la dinámica de los cursos de agua de esta zona.



Figura 6. En celeste el arroyo del Medio en su último tramo continental, en rojo la barranca holocena y en amarillo el arroyo Yaguarón.

LA EMILIA

La fábrica La Emilia Industrias Textiles S.A. y el caserío de los trabajadores, constituyen el germen de esta localidad, construida a orillas del arroyo del Medio en 1890, aunque, cuando fue designado pueblo en 1943, su plaza central fue ubicada a 700 m del cauce del arroyo, configurando en la actualidad un parcelamiento poligonal de 1,5 por 0,5 km con su eje mayor transversal al escurrimiento del arroyo. Geomorfológicamente está ubicada en la parte final del tramo medio del arroyo, donde

el escurrimiento de agua es lento, con pendientes menores a 0.1%. Gran parte de la localidad de La Emilia está a 2,5 metros de altura por encima de la barranca del arroyo, dentro de su planicie de inundación. Además, las pendientes son desiguales, lo que hace que el agua drene más rápidamente desde la margen izquierda que desde la derecha, más extensa y de menor pendiente, donde se ubica La Emilia.

Los sedimentos fluviales en este tramo del arroyo presentan un espesor aproximado de 1,5 m de reciente formación; presenta restos de invertebrados de agua dulce, como *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), que fueron introducidos en la región en los últimos siglos, además de elementos antrópicos (alambrados, ladrillos, entre otros), indicando un cambio muy reciente de la dinámica del arroyo.

INUNDACIONES

En la región pampeana en general y la provincia de Buenos Aires en particular, la presencia de eventos hidrológicos extremos, tanto sequías como inundaciones, de diversa severidad, constituyen un elemento insoslayable de su historia y su presente (Ameghino 1884; Moncaut 2001; Deschamps et al. 2003; Scarpati y Capriolo, 2013).

Desde los comienzos del poblado Emiliano, diversos eventos hidrológicos afectaron al mismo. En 1908, la primera inundación de la que se tiene registro, destruye el dique que formaba el tajamar que proveía de energía eléctrica a la planta textil, construyéndose uno nuevo a unos pocos metros aguas arriba. En 1939 ocurre un evento similar y hacia fines de 1963 y comienzos de 1964 nuevamente las aguas desbordan el arroyo inundando sus calles y pasando con soltura por encima de la ruta que los conecta con San Nicolás. La planta baja del establecimiento textil se ve totalmente anegada de agua, causando cuantiosas pérdidas de materias primas y productos elaborados. En mayo de 1966 se produjeron abundantes precipitaciones que llevaron a un anegamiento del terreno por saturación de agua en el suelo y formación de lagunas en los alrededores del poblado. En esta ocasión, 450 mm de lluvia generaron alturas del nivel de agua de entre 1.20 a 2 metros en gran parte del poblado, principalmente dentro del establecimiento textil. Esta fue la mayor inundación registrada hasta el momento por la localidad. En 1978 el evento vuelve a repetirse, al ser invadido el pueblo por fuertes correntadas. La fábrica textil, afectada por estos sucesivos eventos meteorológicos, sumados a las políticas económicas del país, se presenta a quiebra.

Ante las constantes crecidas del arroyo, entre fines de 1980 y comienzos de 1981, se formó, entre los mismos emilianos, la comisión “*Prodefensa de inundaciones*”, contando con apoyo del intendente del partido de San Nicolás y las autoridades de la Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires. Se construyó un terraplén contiguo a un canal aliviador en el campo del Señor Oscar Cingolani, ubicado adyacente a la Emilia en dirección a Ruta Nacional 9, aguas abajo del pueblo. Dicho canal descarga el agua de un curso intermitente que discurre paralelo al arroyo aguas arriba por kilómetros. Asimismo, se trabajó ensanchando el recodo del arroyo por detrás de la fábrica textil, y quitando vegetación para un mejor paso del agua, y se elevó un terraplén de tierra contra la misma.

En octubre de 2001 se conformó un grupo de trabajo llamado “*Obras del arroyo del Medio*”, con la finalidad de encontrar una solución para la amenaza de las inundaciones. Bajo la presión de esta comisión, y luego de crecidas del arroyo ese mismo mes, la Municipalidad de San Nicolás elevó un metro más el terraplén detrás de la antigua Fábrica Textil, desde unos años atrás convertida en una planta de fabricación de motocicletas, Motomel. Se ensanchó el cauce del arroyo del Medio por debajo de la

Ruta Nacional 9 (2,5 km aguas abajo del pueblo) y se finalizó un canal aliviador en el molino Santa Clara, a la altura de San Nicolás.

En el año 2010, por primera vez en la historia, un primer terraplén de tosca y tierra rodeó al casco urbano, protegiéndolo casi íntegramente. Contornea al pueblo en forma de herradura, siendo el lado abierto el SE, contrario al arroyo. Mide aproximadamente 8 km con una altura de entre 6 y 3 m, que en sectores fue rebajado paulatinamente por el paso de animales. Complementa la obra un recubrimiento de cemento por detrás de la planta de Motomel, que distorsionó en gran medida la barra natural en la curva del arroyo.

El 17 de enero de 2017, el agua sobrepasó el terraplén de tosca y tierra e inundó La Emilia. Tres grandes tormentas precedieron la tragedia, que entre el 25 de diciembre de 2016 y el 2 y 15 de enero de 2017, sumaron 740 mm de agua en la cuenca. El terraplén cedió por tres puntos, cubriendo de agua 40 manzanas del pueblo, con un promedio de 150 cm de altura, provocando un muerto y más de 4.000 evacuados. Los vecinos indignados culpan al terraplén, que sin el apropiado funcionamiento de esclusas convirtió al pueblo en “una pileta” (Perfil, 2017). En el mismo orden, también fue culpado, en este y otros casos, el sector agrícola-ganadero por la realización de canalizaciones clandestinas con el fin de drenar de los campos el agua excedente.

Luego de este episodio, el terraplén fue levantado 50 cm y recubierto por hormigón en el sector que separa al poblado del arroyo. En la Figura 7 podemos observar la ubicación de las distintas obras públicas realizadas en La Emilia, desde el tajamar original que abasteció de energía eléctrica a la Emilia I.T.S.A., el terraplén de 1981 detrás del polo industrial, hasta el refuerzo de hormigón construido luego de la última inundación.

Estos son solo ejemplos de las inundaciones que ha sufrido la localidad de La Emilia, estimándose un total de 12 crecidas en los últimos 120 años, aproximadamente una inundación cada 10 años (Ricardo Primo, 2007).



Figura 7. Ubicación espacial de las distintas obras públicas a lo largo de los años.

DISCUSIÓN

Si bien las inundaciones constituyen una problemática recurrente en numerosas localidades de la región pampeana, sobre todo en aquellas situadas en los márgenes de algún curso de agua, como La Emilia, el aumento de la población y de sus bienes, han indudablemente agregado gravedad a un riesgo ambiental previo.

Según el origen de la amenaza, los factores que más responsabilidad tienen en estos eventos están relacionados a aspectos naturales y en menor medida aquellos relacionados con el hombre, donde la planificación y el ordenamiento del territorio constituyen el punto de partida. Los aspectos naturales y de difícil resolución se asocian a los excesos de agua y las condiciones geomorfológicas locales y regionales, a las que se le suman las obras realizadas por el hombre, ya sean aquellas en el sector mismo, como otras de alcance más regional.

Precipitaciones y saturación del suelo: La región recibe aproximadamente unos 1.000 mm al año distribuidos irregularmente, lo que no produce inconvenientes y permite las actividades agrícolas ganaderas sin necesidad de riego, considerándose una de las zonas más productivas del país. Sin embargo, cuando la intensidad de las precipitaciones es excesiva, impidiendo a los cauces su evacuación, las aguas desbordan ocupando la planicie de inundación, situación acentuada en los últimos 100 años en los meses lluviosos.

A pesar de esto, muchas veces, sin que las precipitaciones sean extraordinarias, los excesos de agua en el suelo pueden colmar la capacidad de almacenaje del mismo, propiciando su escurrimiento superficial hacia las depresiones naturales del terreno o hacia la red hidrográfica de la región, aumentando el caudal.

El fenómeno de El Niño - Oscilación Sur (ENOS) es un patrón climático recurrente que implica cambios en la temperatura de las aguas en la parte central y oriental del Pacífico tropical. Cuando este fenómeno se desarrolla afecta con cuantiosas lluvias cerca de 20.000.000 de hectáreas en la región litoral de la Argentina (Ligier et al. 1998), aunque también se dan eventos extremos en periodos neutrales y de la niña (Kurtz, et al. 2015). La inundación a comienzos de 1966 coincide con un fenómeno de El Niño muy fuerte. (GGW, 2020)

Ubicación geomorfológica de La Emilia: La Emilia se encuentra sobre la margen derecha del arroyo del Medio, dentro de su planicie de inundación más amplia, ámbito ocupado naturalmente por los desbordes de agua en momento de excesos hídricos. Esta situación produce que las aguas de esorrentía al llegar al lugar pierdan velocidad y ocupen toda la depresión. Además de esto, la curva a 90 grados antes del pueblo produce una disminución de la velocidad, evidenciado por la presencia de una isla, fruto de la pérdida de energía y consecuente depositación, generando su desborde directamente en el poblado.

Obras civiles: Si bien aguas abajo existen diversas obras realizadas transversalmente al curso que pueden influir en el escurrimiento del agua, la construcción del tajamar inmediatamente aguas arriba del pueblo, es la de mayor influencia en el flujo del arroyo, ver figura 8. Esta obra limita el escurrimiento libre, a lo que se le suma la curva abrupta del arroyo, provocando el desborde del mismo.

Si bien la edificación de una protección perimetral del pueblo es eficiente y muy común en localidades ubicadas en similares situaciones geomorfológicas, en La Emilia constituye una trampa para la salida del agua que solo fue posible sacar en 2017 por medio de bombeo.



Fig. 8. **a.** Puente ferroviario. **b.** Dique de captación de agua del frigorífico La Elisa **c.** Tajamar en el recodo del arroyo detrás de La Emilia. **d.** Murallón de hormigón entre el arroyo del Medio y La Emilia

CONCLUSIONES

Desde el primer momento, el asentamiento que algún día constituiría la localidad de La Emilia, se ve amenazado por inminentes inundaciones, puesto que estaba ubicado sobre la planicie de inundación del arroyo del Medio, sector que integra parte de un antiguo bajo geomorfológico. Cuenta además con la desventaja de que el cauce produce un cambio de dirección abrupto en este sector, lo que genera una lentificación del escurrimiento encausado, y por ende, la salida de las aguas del cauce en épocas de crecidas. Este recodo, que contaba con un salto de agua natural, es justamente la razón del asentamiento.

Si bien la cuenca de drenaje tiene una muy buena integración, con un cauce principal bien definido, se ve sobrepasado en épocas de grandes lluvias, cuando la intensidad de las precipitaciones genera las condiciones para que el canal no pueda contener el agua y comience a desbordar, alcanzando alturas variables. La saturación del suelo, por precipitaciones normales a lo largo del periodo lluvioso del año, puede imposibilitar la infiltración del agua, generando un escurrimiento superficial que ocasiona un aumento del caudal en el cauce principal. No obstante, en casos de crecidas, la intensidad de las precipitaciones escapa de los valores medios.

Por otro lado, la presencia de diferentes obras en el último tramo del arroyo, ya sea dificultando o impidiendo el escurrimiento del agua, son responsables de las inundaciones. Si bien la Ruta Nacional 9 y el ferrocarril representan una barrera, el principal problema fue la construcción del tajamar, a comienzos del siglo pasado, para el suministro de energía de la planta textil. Este se encuentra en el recodo del arroyo, donde una barra ocupa el medio del cauce, es decir, quitándole al arroyo más de la mitad de su ancho de cauce. Esta barra que evidencia la pérdida de energía en este sector del arroyo, se vio modificada sustancialmente a través de los años, con la ayuda de los dragados, desmalezamientos y los murallones de contención. Además, la disposición de la ciudad también afecta al escurrimiento superficial del agua en la planicie de inundación, ya que su eje principal es transversal a la dirección de flujo.

Por último, La Emilia cuenta con distintas obras de protección, como canales de desagote en los campos aladaños y terraplenes de tosca y tierra en las inmediaciones. La ciudad en sí cuenta con una protección que la rodea parcialmente desde 2010, que demostró en 2017 que es más un perjuicio que una ayuda, y que al momento de la inundación, carecía de esclusas de vaciado y suficientes estaciones de bombeo para remover el agua que ingresó al pueblo. Luego de este episodio el terraplén fue reforzado y elevado con hormigón, solamente en un sector de pocas cuadras de largo, separando a los pobladores del arroyo.

REFERENCIAS

- Ameghino, F. Las secas y las inundaciones en la Provincia de Buenos Aires. Obras de retención y no de desagüe. Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, (1884). Autoridad del Agua. Mediciones en estación hidrométrica HE 4000, Arroyo del Medio (Conesa-Molina). 26/04/2005
- Autoridad del Agua. Mediciones en estación hidrométrica HE 4005, Arroyo del Medio (La Emilia). 18/03/2009
- Castellanos, A. Estratigrafía y génesis de los valles fluviales en los bloques tectónicos pampeanos: la vida orgánica a través de los últimos tiempos geológicos en cada uno de los bloques. *Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería, Instituto de Fisiografía y Geología*, Vol. 4. (1973).
- Daus, F. Morfografía general de las llanuras argentinas. *GAEA Geografía de la República Argentina*. Tomo III: 115-198 (1946).
- Deschamps, J.R., Otero, O., Tonni, E.P. Cambio climático en la pampa bonaerense: las precipitaciones desde los siglos XVIII al XX. Documento de Trabajo N° 109, Universidad de Belgrano. En: http://www.ub.edu.ar/investigaciones/dt_nuevos/109_deschamps.pdf (2003).
- Fidalgo, F., Martínez, O. El perfil de meteorización en unidades estratigráficas superficiales de la pampa Ondulada. Provincia de Buenos Aires. *4° Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses*, Actas 1: 187-194. (1995).
- Fucks, E.E. Estratigrafía y Geomorfología en el ámbito del curso inferior del Río Luján, Provincia de Buenos Aires. *Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata*. (2005).
- González Bonorino, F., Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 20(1): 67-150. (1965).
- Golden Gate Weather Services El Niño and La Niña Years and Intensities: Based on Oceanic Niño Index (ONI).California, EU. Disponible en: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>(2020)
- Iriondo, M., Esquema evolutivo del delta del Paraná durante el Holoceno. *Actas Simposio sobre problemas geológicos del Litoral Atlántico Bonaerense*, 74-88. (1980, Marzo).
- Kröhling, D.M. Sedimentological maps of the typical loessic units in North Pampa, Argentina. *Quaternary International*. 62 (1): 49-55. (1999).
- Kurtz, D. B., Perucca, A. R., Ybarra, D. D., Fernández López, C., Rey Montoya, S., Barrios, R. El fenómeno del Niño. Comparación de superficies afectadas por excesos hídricos en Corrientes. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/fenomeno_el_nino_2015-2016-1.pdf. (2015).
- Ligier, H.D., Zurita, J.J., Pilatti, O. Recomendaciones para suelos sometidos a excesos de agua en el NEA. *SAGPyA – INTA*. . (1998)
- Moncaut C.A. (Maiola O.C., N.A. Gabellone, M.A. Hernández editores). Inundaciones y sequías tienen raíces añejas en la pampa bonaerense (1576-2001) Buenos Aires, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (2003)

- Perfil La Emilia bajo el agua. *Diario Perfil*. Disponible en <https://www.perfil.com/noticias/sociedad/los-vecinos-de-la-emilia-se-sienten-abandonados.phtml> (17/01/2017).
- Primo, R. D. *Historia de la Emilia - Libro de la memoria Emiliana*. San Nicolás, Argentina. Fondo Editorial de San Nicolás. (1992).
- Primo, R. D. *Libro blanco y negro. Ayer y hoy - Historia de La Emilia*. San Nicolás, Argentina. Ediciones del Autor. (2007).
- Racca, J. M. G. Geomorfología de la Cuenca del arroyo del Medio. *Instituto de Fisiografía y Geología*, 72-75. (2010)
- Riggi, J., Fidalgo, F., Martínez, O. y Porro, N. Geología de los “Sedimentos Pampeanos” en el partido de La Plata. *Revista Asociación Geológica Argentina* 41 (3-4): 316-333. (1986).
- Scarpati, O.E., Capriolo, A.D. Sequías e inundaciones en la provincia de Buenos Aires (Argentina) y su distribución espacio-temporal. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, (82): 38-51. (2013).
- Servicio Meteorológico Nacional. Valores Medios de Temperatura y Precipitación. Estación Meteorológica Junín Aero, Pergamino, Buenos Aires, Argentina. (1981-2010).
- Thornthwaite, C. W. Problems in the classification of climates. *Geographical Review*, 33(2): 233-255. (1943).
- Toledo, M.J. El Legado Lujanense de Ameghino: Revisión estratigráfica de los depósitos Pleistocenos-Holocenos del valle del río Luján en su sección tipo. Registro paleoclimático en la Pampa de los estadios OIS 4 a OIS 1. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 68 (1): 121–167. (2011).
- Unesco. General Conference. *Convención Sobre la Protección Del Patrimonio Munidal, Cultural Y Natural*. Unesco. (1972).
- Van Westen, C.J. Sistemas de teledetección e información geográfica para la mitigación de riesgos geológicos. *ITC journal*, (4): 393-399. (1993).
- Vich, A.I.J., Gudiño, M.E. Amenazas naturales de origen hídrico en el centro-oeste árido de Argentina: diagnóstico y estrategia para su mitigación y control en el Gran San Juan y Gran Mendoza. *Editorial Fundación Universidad Nacional de San Juan*. (2010).