

ASPECTOS FÍSICOS QUE INTERVIENEN EN LAS INUNDACIONES DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN (*)

Minetti, Juan Leonidas (**)
Figueroa Suárez, Fátima Martina (***)

(*)Trabajo realizado en el Laboratorio Climatológico Sudamericano (LCS), San Luís 183, 4000 S. M Tucumán, E-mail minettil@arnet.com.ar

(**)Investigador Independiente del CONICET,(LCS) y Prof. en el Dpto. de Geografía de la UNT.

(***)LCS y Prof. de Geografía en el Dpto. de Geografía de la UNT.

RESUMEN

La Provincia de Tucumán ha sido afectada en las últimas décadas por un creciente aumento en la ocurrencia de inundaciones en su región deprimida del Centro-Este y piedemonte. En el proceso de inundación concurren varios aspectos a considerar, tanto como lo geomorfológicos, hidrológicos, climático, meteorológicos y antrópicos entre otros, que se deben tomar en cuenta en cada caso bajo análisis. Se muestra en este trabajo cómo intervienen la concurrencia de algunos de estos aspectos genéticos en la ocurrencia e intensificación de éstos fenómenos adversos, tratando de profundizar en los aspectos referidos a las fluctuaciones largas del clima. Este último aspecto es analizado bajo la óptica del Salto y Cambio Climático (CC) con su impacto en la región. En este último aspecto se detallan las tendencias del clima regional de la segunda mitad del siglo pasado conducentes a condiciones hídricas excesivas favorables a la saturación del suelo, sobre verano-otoño y, al aumento de frecuencia de lluvias intensas que concurren al proceso de inundación. Otros factores tales como la presión antrópica sobre el espacio, con un manejo irracional del uso de la tierra cambiando el coeficiente de escorrentía superficial, obras de infraestructura vial con alcantarillado inadecuado, urbanización sobre laderas y piedemonte, deforestación de laderas para uso agrícola ganadero y otros, potenciaron las capacidades destructivas de estos eventos cuya frecuencias aumentaron con los años.

INTRODUCCION

En las últimas décadas la frecuencia de ocurrencia de inundaciones en la provincia de Tucumán crecieron de manera significativa generando pérdidas multimillonarias en producción primaria, obras de infraestructura, y vidas humanas, (www.periodismodeverdad.com.ar/noticia.asp?usr=100&id=2167), sin dejar de mencionar a las pérdidas económicas e impacto psicológico en la población afectada (Espinosa y Jaime 2007). En todos los casos los excesos de agua observados en las últimas décadas han tenido aparentemente que ver con el salto climático de la década de 1950 observado por Minetti y Vargas (1998), y también advertidos por el panel Intergubernamental de Cambio Climático – IPCC (2001). Estas inundaciones tuvieron dos características funcionales: a) aquellas generadas por precipitaciones de gran volumen caídas sobre la región llana del Sur y Este de provincia (Minetti y Flores, 1978; [www.todoturismo.com.ar/hoteles-en Miramar-2/-33](http://www.todoturismo.com.ar/hoteles-en-Miramar-2/-33)) y b) las ocurridas por desbordes de los cauces o salida de curso, en presencia de lluvia intensas (www.inundaciones2006concepcion.blogspot.com/). Muchas discusiones se generaron en diversos medios sobre la naturaleza de estas adversidades (www.mdm.org.ar/informaciones/docs/07-02-13_inundaciones_tucuman.coc), cuando la realidad indica que se trata de un complejo fenómeno natural-antrópico, que se intentará abordar en este trabajo.

Las inundaciones pueden clasificarse en: 1) Ribereñas, aquellas donde el agua puede desbordar sobre las zonas laterales de un curso natural, o aquellos ríos donde por razones

sedimentológicas, la acumulación de material de acarreo genera cambios de curso durante una tormenta modificando la red de drenaje anterior; 2) De llanura, donde los excedentes de agua ingresantes al llano pueden provenir de una tormenta intensa autóctona o local, o de un curso externo (alóctono) o superficie lateral inundada, y 3- Costeras como las generadas por mareas o situaciones meteorológicas que produzcan cambio en el nivel eustático del mar, que no es el caso que se investiga.

Definido la naturaleza del evento surge que una inundación podría enmarcar o englobar la suma concurrente de uno o más factores que la favorecen. Por ejemplo no se encontraron discusiones donde se le atribuya al cambio del coeficiente de escorrentía superficial, generado por deforestación a la inundación del Departamento de Leales (cuenca del Arroyo Mixta) ocurrida durante diciembre de 1977. A la inversa sí se discute el factor de deforestación o manejo de una cuenca (Hunzinger, 2000) como causal del cambio de curso de ríos de fuerte pendiente en las laderas serranas o en la cantidad de material sólido en suspensión que puede traer un río en una cuenca con fuerte presión ganadera. En este último aspecto donde intervienen el uso o manejo de espacio podrían incluirse, la construcción de carreteras sin alcantarillado adecuado y otras obras de arte.

Para abordar este complejo sistema se estudiará a las sub-cuencas del río Salí-Dulce siguiendo un análisis Geomorfológico, Climático, Meteorológico y Antrópico (uso del suelo).

DATOS Y METODOS

Para el análisis de vulnerabilidad del espacio a las inundaciones se utilizarán los datos morfométricos obtenidos en un estudio previo (Minetti y otros, 1979) sobre las subcuencas del río Salí-Dulce. Se utilizarán datos climatológicos referenciales, series de variables meteorológicas, balance hídrico y otros datos físicos archivados en le LSC. Otra información sobre las inundaciones se obtendrá de medios de difusión. En los análisis de series temporales para la detección de larga escala de clima regional se utilizaran análisis corrientes de series temporales.

RESULTADOS

La figura 1 muestra el área de estudio donde se han delimitado a cada una de las subcuencas del río Salí-Dulce. El cuadro 1 presenta información morfométrica de cada una de las subcuencas.

Cuadro 1: características morfométricas de a) densidad de drenaje y b) pendientes de las subcuencas del río Salí-Dulce. Se agrega un ranking de orden de mérito en cada una de estas variables desde las peores drenadas hacia las mejores drenadas y desde las de bajas pendientes a las de gran pendiente. Se agrega un nuevo índice que suma a estos dos últimos para dar un panorama de las cuencas mal posicionadas o más vulnerables al proceso de inundación en presencia de una tormenta severa.

Número de cuenca	Ríos	Densidad de Drenaje (Lp+Li)/A	A: orden	Pendiente (Lb/D) Promedio Cuenca	B: orden	D=A+B
1.	Tala	0.25	12	12.77	24	36
2.	Zárate	0.28	13	16.97	17	30
3.	Lomas del Medio	0.32	15	23.75	10	25
4.	Choromoro	0.22	11	10.35	26	37
5.	Vipos	0.33	16	14.06	22	38
6.	India Muerta	0.30	14	12.98	23	37
7.	Tapia	0.40	18	14.84	21	39
8.	San Javier	0.08	4	53.24	5	9

9.	San Pablo	0.18	7	15.00	20	27
10.	Lules	0.48	21	17.88	15	36
11.	Familla	0.40	18	17.53	16	34
12.	Valderrama	0.42	19	18.49	14	33
13.	Simoca	0.18	7	8.25	27	34
14.	Seco	0.19	9	33.50	8	17
15.	Arcadia	0.32	15	80.95	3	18
16.	Gastona	0.37	17	19.90	13	30
17.	Medina	0.55	22	21.67	12	34
18.	Matazambi	0.20	10	45.07	6	16
19.	Marapa	0.45	20	42.75	7	27
20.	Huacra	0.15	5	82.66	2	7
21.	Anta Yaco	0.15	5	22.93	11	16
22.	Candelaria	0.17	6	24.86	9	15
23.	Aguada de Jorge	0.07	3	15.25	19	22
24.	Occ. S° Medina	0.05	2	12.52	25	27
25.	Loro	0.07	3	16.30	18	31
26.	Calera	0.185	8	62.00	4	12
27.	Mista	0.02	1	97.60	1	2

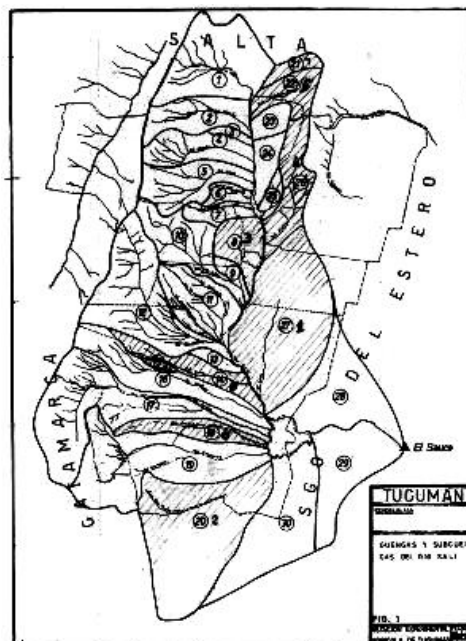
En esta tabla la densidad de drenaje ha sido expresada por (1) y la pendiente por (2), donde:
 (1) $DD=(L_p+L_i)/A$ (2) $P=L_b/D$ Con:

DD= densidad de drenaje.

L_p+L_i = longitud de los cauces permanentes mas longitud de los cauces intermitentes.

L_b/D = longitud mayor de la cuenca sobre desnivel absoluto de la misma (número que expresa la inversa de la pendiente).

Figura 1: Cuenca y subcuencas del río Salí Dulce hasta El Sauce (S. del Estero). Con rayado se indican las subcuencas más vulnerables a las inundaciones por baja pendiente y escasa densidad de drenaje.



El cuadro 2 expresa el orden de los peores posicionamientos geomorfológicos de la subcuenca del Río Salí, vulnerables por escasa densidad de drenaje y escasa pendiente.

Puede advertirse que el sector Centro–Este del Dpto. de Burruyacu, y Este de Cruz Alta perteneciente a la Provincia de Tucumán no fueron analizadas por no estar incluidas en la cuenca del Río Salí. Esta enorme superficie de escasa pendiente, está mal drenada por una serie de arroyos y ríos entre los que se destaca el Río Tajamar, se ubicaría en el segundo o tercer orden dentro de las superficies vulnerables a las inundaciones. Por otro lado los cursos de esta cuenca arreica, se infiltran en el extremo noreste de la provincia de Tucumán y en periodos de grandes excedentes inundan el Oriente de este Departamento. Otras superficies menores de la llanura del Este sobre el Norte y Sur del dique Frontal de las Termas del Río Hondo más la región de los Valles Calchaquíes no serán tratadas en este trabajo porque no corresponden a esta cuenca específica y no son de Interés en este abordaje.

Cuadro 2: Peores posicionamientos geomorfológicos favorables a las inundaciones.

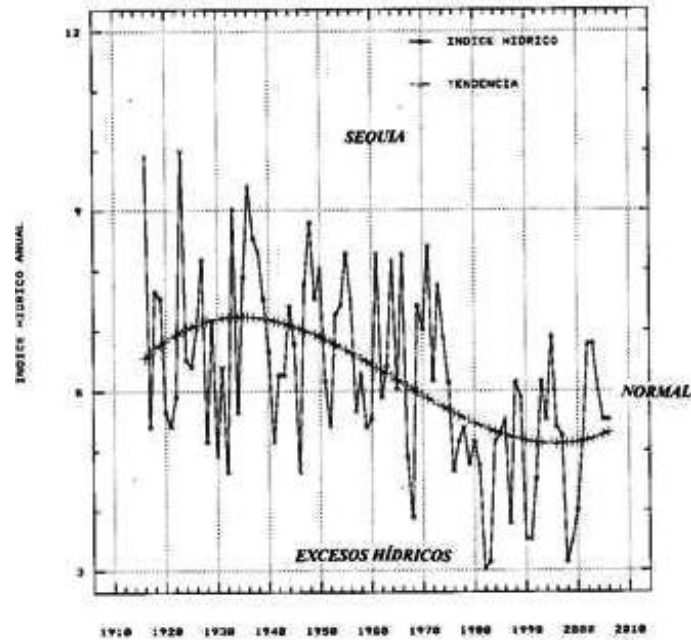
Número de Orden	Número de cuenca	Nombre	Vulnerabilidad a las inundaciones
1	27	Mista	2
2	20	Huacra	7
3	8	San Javier	9
4	26	Calera	12
5	22	Candelaria	15
6	18	Matazambi	16
7	21	Anta Yaco	16
8	14	Seco	17
9	15	Arcadia	18

En los cuadros 1 y 2 se observa además que el Gran S. M. de Tucumán se incluye dentro de las principales cuencas vulnerables al proceso de inundación, cuando la misma concentra a la mayor densidad poblacional de la provincia. Este factor produce el aumento de la vulnerabilidad físicas de la región a las inundaciones (Eremchuck y Mon, 2006) , y por otro lado genera el incremento de riesgo de desastres (PNUD, 2004). Otro aspecto que se observa en esta tabla es que las regiones 1 y 2 correspondientes al Arroyo Mista y Río Huacra son las superficies más llanas o con ondulaciones favorables a la adversidad tratada y que se encuadrarían dentro de los procesos de inundación de llanuras descritos en la introducción. Los otros procesos de inundaciones que se observan en la Provincia corresponderían a los ríos de montaña con fuerte pendiente del margen occidental del Río Salí, mencionada por Mon y otros (2003). En este último trabajo se remarcan además la importancia de los impactos que generan las obras de ingeniería en la inundaciones, tales como insuficiencia en los estudios básicos, falta de mantenimiento de obras, expansión urbana sin planificación, o con planificación que desconoce las características del medio natural.

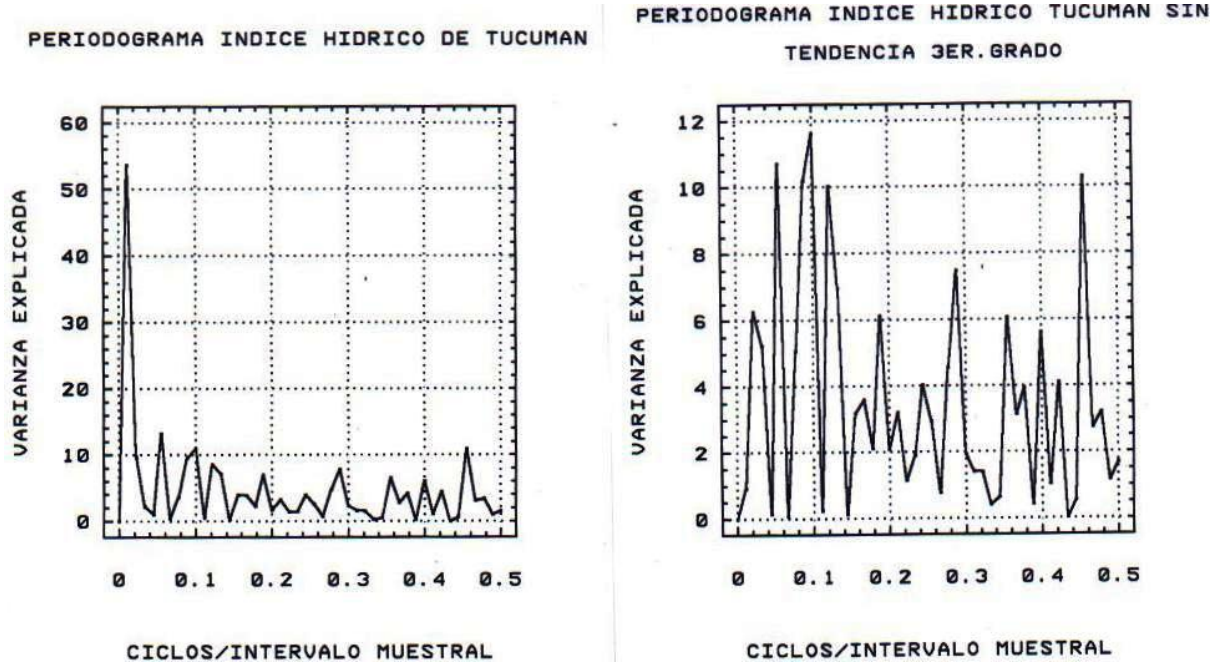
A continuación se intentará mostrar que la minimización de los cambios ambientales de gran escala del clima, tales como el CC en la región (Minetti y González, 2006), pueden llevar a cometer precisamente errores de diseño.

Para el análisis de las precipitaciones regionales Minetti y otros (2007), han utilizados al índice porcentual de localidades con precipitaciones arriba o debajo de lo normal en una región para evaluar situaciones de excesos hídricos o sequías. En la figura 2 se observa al índice hídrico anual, resultados de la suma de índices mensuales sobre 8 localidades de la provincia de Tucumán en el período hídrico (julio del año “t” a junio del año “t+1”). Estas localidades (Trancas, Vipos, S. M. de Tucumán, 7 de Abril, Las Cejas, Familla, La Cocha, Leales) distribuidas en el territorio, constituyen la base de datos para la vigilancia climática local. Se advierte en esta figura, que los cambios hídricos del área se presentan de dos maneras: a) como cambios rápidos de tipo interanual y b) como cambio lento del sistema climático, como tendencia secular o salto climático, ambos incluidos en el análisis del actual CC.

Figura 2: Índice hídrico anual y su tendencia con polinomio de 3er. Grado.



Figuras 3 a (izq.) y 3 b (der.): Espectros de la varianza del índice hídrico de Tucumán con y sin tendencia.

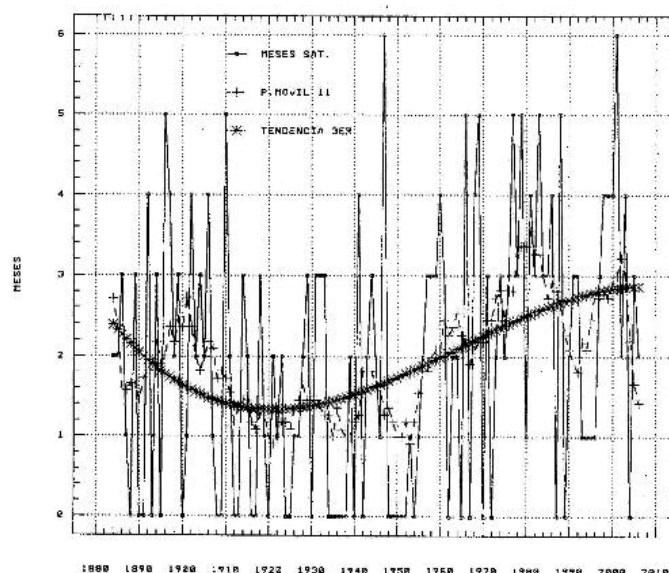


Las figuras 3 a, b, muestran los espectros de la varianza (Tukey, 1950), de la serie del índice hídrico presentada en la figura 2. La figura 3a presenta al espectro de la serie cruda, donde se destaca que la principal variabilidad es debida a un cambio largo que puede mostrarse como una tendencia secular o cambio más brusco de los promedios ocurridos en la década de 1970,

pasando de altos índices hídricos (sequías), a bajos índices (excesos). La figura 3b, indica que una vez extraída la tendencia larga del clima las variabilidades se concentran en oscilaciones de 10 años o menos. Es importante destacar que el período de exceso hídrico observado a partir de 1976, se inició con los importantes procesos de inundación que registró la provincia, particularmente los de 1976-77, 1982-83, 1991-92, y 1997-2000.

Uno de los aspectos relevantes del cambio de largo plazo en las precipitaciones tiene que ver con el aumento en la cantidad de meses con suelos saturados que este exceso produce. En la región húmeda esto induce a encharcamientos, inundaciones o condiciones predisponentes a esta, pero en el caso de la región seca-sub húmeda esta favoreció al proceso antrópico de expansión agrícola, principalmente de granos generadas particularmente a partir de la década de 1970 (Minetti y Lamelas, 1995). La figura 4 muestra un caso bajo análisis, la de S. M. de Tucumán ubicada en el piedemonte con clima húmedo, donde se computa con los años a la cantidad de meses con suelo saturado, resultado del balance hídrico seriado de Thornthwaite y Mather (1955). La tendencia de éstos con el tiempo es elocuente, ya que se pasa en 80 años de 1.4 meses/año a 2.8 meses/año, el doble de meses con suelos saturados, una estación del año-verano. De la misma figura se advierte que en las últimas décadas la ocurrencia de años con cinco meses o más saturados al año han crecido en forma importante después del salto climático de la década de 1950. Un caso específico para estudio es el de fin de la década del 1990 y comienzos de la 2000, donde se llegó a encontrar hasta seis meses (medio año) con suelos saturados. Este proceso de gran escala ha sido también abarcativo en el espacio, y los excesos de este período terminaron por saturar la cuenca superior del río Salado que terminó con la inundación de abril de ese año en la ciudad de Santa Fé (Minetti y otros, 2005). Estos excesos persistentes parecían disminuir con el surgimiento de la sequía en el segundo semestre del 2003 (Minetti, 2004-05-06), trayendo la discusión la validez de las hipótesis de CC o fluctuación climática larga (Sierra y otros, 2004, Minetti y otros 2004).

Figura 4: Cantidad de meses con suelos saturados con los años, tendencia y P.Móvil de S.M. de Tucumán.



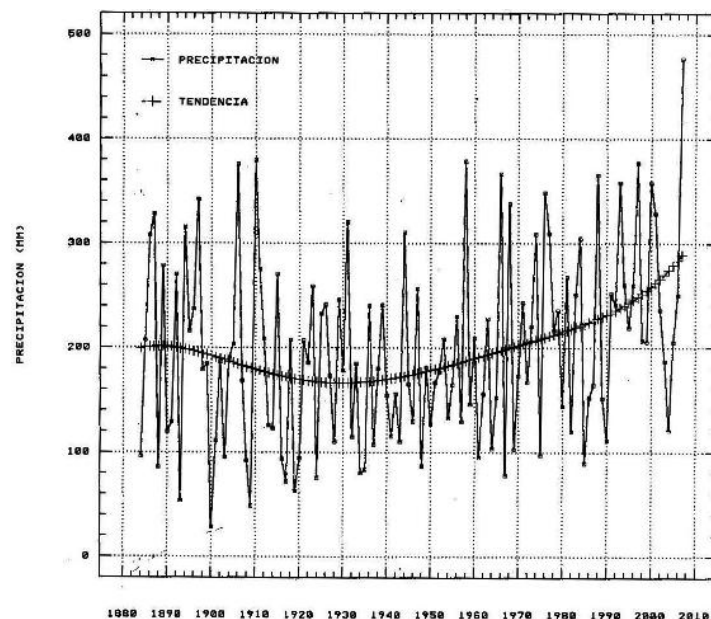
Durante enero del 2007 las precipitaciones máximas observadas para el período instrumental con valores superiores a 460mm en S. M. de Tucumán (ver figura 5) y superiores a 600mm en

el interior de la provincia con una tendencia creciente de las lluvias del epicentro estival, trajo inquietud creciente en la población tucumana por los daños generados. Estos daños por supuesto han tenido que ver con la ocurrencia de precipitaciones máximas caídas en intervalos menores a 24 horas (intervalo de medición pluviométrica) sobre una superficie previamente saturada de agua sobre la región serrana y pedeserrana. Estos máximos tienen en el NOA una preferencia de ocurrencia según puede observarse en la figura 6 a lo largo del piedemonte del NOA y su tendencia con los años se ve reflejada en la figura 7 de S. M. de Tucumán. En esta última puede advertirse que las precipitaciones diarias máximas iguales o superiores a 110mm han sido más frecuentes en esta localidad en la segunda mitad del siglo pasado (Medina y Minetti, 2006). Lluvias iguales o superiores a 130 mm/días cayeron en 1970, 73, 81, 86, 88, 94, 2000 y el reciente 2007. Valores semejantes ocurrieron en la primer mitad del siglo pasado en 1915, 23 y 41, mostrando con esto que en las décadas recientes hubo más que una duplicación de condiciones extremas, favorables a la inundación.

Con esto se está mostrando que ha aumentado la precipitación no solo como un valor promedio sino también en la frecuencia de eventos extremos sobre una región donde ha crecido la densidad poblacional (piedemonte del NO). Estos dos factores son concurrentes al aumento de la vulnerabilidad del sistema físico-antrópico ya que se potencian (factor no lineal).

Por ejemplo, Minetti y otros (1979) encontraron que en la totalidad de la cuenca del río Salí-Dulce escurre el 13.1% del agua precipitada, mientras que Hunzinger (2000) encontró en mediciones experimentales que en una parcela natural de Yungas escurría el 12% del agua precipitada, mientras que en una parcela con cultivos de caña de azúcar este escurrimiento era del 16% y en una de citrus el 80%.

Figura 5: Precipitaciones del mes de enero con los años en S.M. de Tucumán y tendencia.

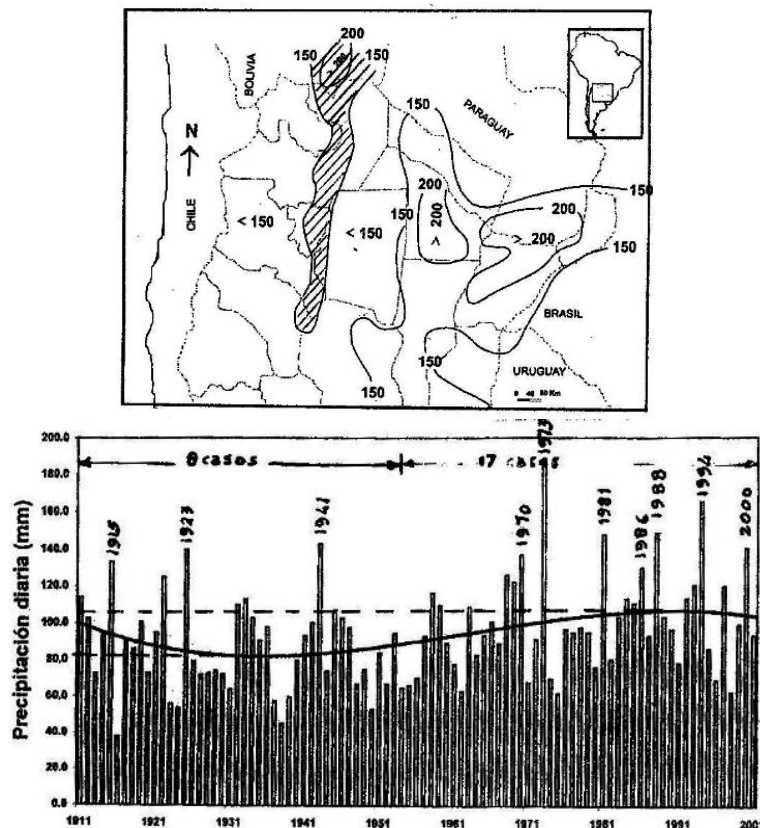


Este hallazgo evidencia que la expansión agrícola llevada a cabo por la citricultura en el piedemonte tucumano, al reemplazar al cultivo de caña de azúcar está potenciando la capacidad de arrastre de los suelos por el agua y aumentando su capacidad destructiva. Hunzinger (2000) estimó mediante fotos antiguas y recientes realizadas sobre obras de ingenierías que el ancho de dos ríos cualquiera en esta región se ha ensanchado cuatro veces en 100 años.

Otro factor de presión antrópica sobre el medio constituye la expansión de las ciudades sobre su flanco oeste, región de mayor pendiente y fragilidad estructural de suelos, donde la supresión de la vegetación natural contribuye a la erosión principalmente en eventos extremos (Hunzinger, 2000). En el caso particular de San Miguel de Tucumán una estimación primaria sobre el desplazamiento del centro de gravedad espacial de la ciudad estimada a partir de una evaluación urbana realizada por Mansilla (2005), muestra un desplazamiento de 4 Km al Oeste, en 175 años de crecimiento urbano. Esto muestra solo algunos factores intervinientes en la presión antrópica sobre el medio que se potencian con el cambio de gran escala en el Clima. Ninguno de estos factores no obran independientemente ya que se encuentran interactuando entre ellos.

Mientras que los factores concurrentes analizados anteriormente son de naturaleza físicos, otros factores de pérdida son de difícil evaluación. Por ejemplo en el año 2000 y 1997 se registraron 6313 y 4588 evacuados en total de la provincia (DPDC 2007) de los cuales correspondieron 1788 y 1340 al Departamento de Chicliglasta. Las pérdidas económicas soportadas por la población afectada y sus consecuencias en la calidad de vida son difíciles de evaluar. Otro factor de potenciación de la vulnerabilidad aquí aparece como no lineal entre el crecimiento poblacional y el cambio del clima.

Figura 6: Precipitación máxima absoluta caída en 24 hs para el período 1981-90 en el Norte Argentino (arriba), y serie temporal de los máximos absolutos diarios con los años en S.M. de Tucumán con tendencia en el período 1911-2001 (abajo). Se indican algunos máximos para antes y después del salto climático de la década de 1950.



CONCLUSIONES

Se han encontrado efectos geomorfológicos, climáticos y antrópicos que concurren no linealmente en el proceso de inundación en la Provincia de Tucumán. En los aspectos geomorfológicos podemos destacar la importancia de superficie de escasa densidad de drenaje y pendiente mostrando como más sensible a las cuencas del Arroyo Mixta, Río Huacra y del Río San Javier (que incluye al Gran San Miguel de Tucumán).

Entre los factores climáticos se ha mostrado que el aumento de la precipitación media ocurrido principalmente en la década de 1970 ha generado una mayor sensibilidad al proceso de inundación en las áreas con climas húmedos en el piedemonte y llanura central tucumana. En este caso el factor de aumento de meses con suelos saturados es concurrente con el aumento de la probabilidad de ocurrencia de precipitaciones intensas, como factor meteorológico.

Los factores antrópicos también son concurrentes cuando se modifica el coeficiente de escurrimientos de las cuencas ya sea por uso agrícola ganadero o crecimiento urbanístico.

Todos estos factores se potencian mutuamente y en forma no lineal de tal manera que pequeñas interacciones positivas entre cada una de los factores pueden llegar a obtener un resultado de gran impacto sobre el sistema antropizado.

LITERATURA CITADA

- DPDC-Dirección Provincial de Defensa Civil, 2007: Informe Operativo de Personal Evacuadas por Inundaciones en la Provincia de Tucumán. Gobernación de la Provincia de Tucumán.
- Eremchuck, J.E. y R. Mon, 2006: Evaluación de los Riesgos Geoambientales del Gran San Miguel de Tucumán. Desafíos Ambientales del gran San Miguel de Tucumán, Argentina. 125-142. Ed. Magna. 445 pgs. S. M. de Tucumán.
- Espinosa, M. y L.D. Jaime, 2007: Desastres Socio naturales: Evacuados en la Provincia de Tucumán. Primer Congreso de Geografía de Universidades Nacionales. Pensando la Geografía en Red. UNRC. Córdoba.
- Hunzinger, H. 2000: Hidrología en las Selvas Montanas en la Sierra de San Javier, Tucumán, Argentina. Breves Contribuciones del IEG, N° 12, 51-67 S. M. de Tucumán.
- IPCC – Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2001: Climate Change 2001. Síntesis Report. Cambridge University Press, 397 pgs.
- Mansilla, S. L., 2005: Antiguos y nuevos procesos de configuración de las áreas peri urbanas en el Gran San Miguel de Tucumán. International Miniworkshop Sand use Changes in Suburban areas in South America Large Cities. S. M. de Tucumán
- Medina, E.R. , y J.L.Minetti, 2006: El salto climático y su impacto en la frecuencia de precipitaciones máximas diarias en S.M. de Tucumán. En “Desafíos ambientales del Gran San Miguel de Tucumán”, Ed.Magna, 445 pgs. en 331-334. S.M. de Tucumán.
- Minetti,J.L. y M.Flores, 2978: Estudio de precipitaciones de gran volumen en la cuenca del arroyo Mista. RIAT 55, N° 2, 49-57. EEAT, S.M. de Tucumán.
- Minetti, J.L., M.G. Ramírez y L.C. Suárez, 1979: Balance Hidrológico de la Cuenca y Subcuencas del Río Salí. Pub. Mis. N°64. EEAOC. 52 pgs. S.M. de Tucumán.
- Minetti,J.L. y C.M.Lamelas, 1995: Respuesta regional de la soja en Tucumán a la variabilidad climática. RIAT 72 (1-2), 63-68. EEAOC. San Miguel de Tucumán.
- Minetti, J.L. and W. M. Vargas, 1998: Trends and Jumps in the annual precipitation in South America, south of 15° S. Atmósfera 11, 205-221, México.
- Minetti,J.L., W.M.Vargas, L.R. de la Zerda y E.Mendoza, 2004: Período lluvioso reciente. Existen evidencias de un retorno a condiciones climáticas normales?. X Reunión Argentina de Agrometeorología. AADA. Mar del Plata.

- Minetti, J.L., 2004-05-06: Boletines de la Vigilancia Climática Regional en Sudamérica. Reportes mensuales del Laboratorio Climatológico Sudamericano. S.M. de Tucumán.
- Minetti, J.L., J.Nougués-Paegle, W.M.Vargas y A.G.Poblete, 2005: Inundación de Santa Fé en abril de 2003. Procesos climáticos e hidrológicos coadyuvantes. IX Congreso Argentino de Meteorología. CAM. Bs.As.
- Minetti, J. L. Y j. A. González, 2006: El Cambio Climática en Tucumán. Sus Impactos. Serie Conservación de la Naturaleza N° 17. Fundación Miguel Lillo, 1-24. S. M. de Tucumán.
- Minetti, J. L., W. M. Vargas, B. Vega y M. C. Costas, 2007: La sequías en la Pampa húmedas: Impacto en la productividad del maíz. Rev. Bra. de Meteorol, V. 22, N° 2, 218-232. Río de Janeiro.
- Mon, R., J.E. Eremchuck y J.L.Minetti, 2003: Características Geológicas y Geotécnicas de la vertiente Oriental Andina en la Provincia de Tucumán. Rev. de Geol. Apl. a la Ing. y el Ambiente. N° 19, 73-88. Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería.
- PNUD, 2004: La reducción de Riesgos de Desastres, un desafío para el desarrollo. Pub. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. 146 pgs. USA.
- Sierra, E.M., S.Perez, G.Casagrande y G.Vergara, 2004: Comportamiento temporal del régimen de precipitaciones del Sur de Córdoba. X Reunión Argentina de Agrometeorología. AADA. Mar del Plata.
- Thornthwaite, C.W and J.R.Mather, 1955: The water balance. Publications in Climatology, Laboratory of Climatology, vol. 8, N° 1, 104 pgs.
- Tukey, J. W, 1950: The sampling theory of power spectrum estimates. Symposium on Applications of Autocorrelation Analysis to Physical Problems, U.S. Office of Naval Research, NAVEXOS-P-735, pp. 47-67. Washington, D.C.
- [www.todoturismo.com.ar/hoteles-en Miramar-2/-33-](http://www.todoturismo.com.ar/hoteles-en-Miramar-2/-33-)
- www.inundaciones2006concepcion.blogspot.com/
- www.mdm.org.ar/informaciones/docs/07-02-13_inundaciones_tucuman.coc