

Hacia una Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en la Prov. de Santa Fe

Dr. Raúl Pedraza(*)

(*) Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Facultad de Ciencias Agrarias y
Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Litoral.

Setiembre de 2017

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 meses, 2 eventos hidrometeorológicos impactaron severamente sobre el sistema socio-productivo de la Prov. de Santa Fe.

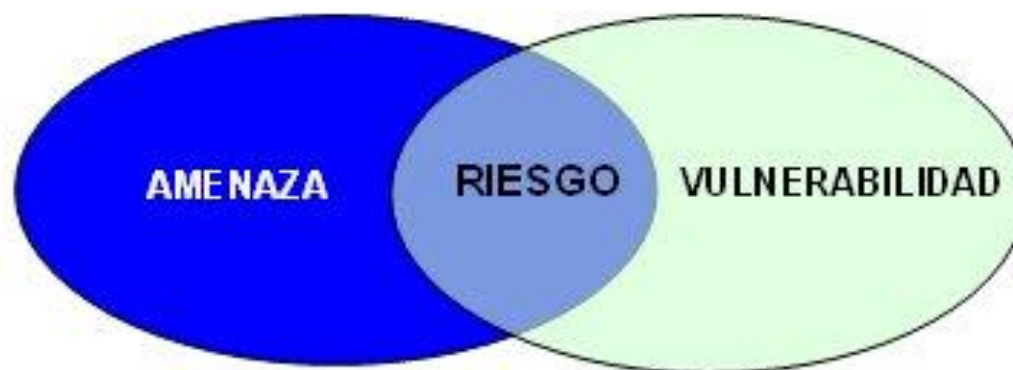
- Enero - Abril de 2016: lluvias intensas superpuestas con crecidas de los ríos Paraná y Salado. Efectos: anegamiento del 80% de la cuenca lechera y de más del 50% de la superficie provincial, muchas localidades afectadas, 4.000 evacuados y auto-evacuados, caminos rurales intransitables y cortes de rutas. El gobierno provincial declaró en emergencia agropecuaria a 18 de sus 19 departamentos. Pérdidas estimadas en \$ 40.000 millones.
- Diciembre de 2016 - Enero de 2017: lluvias intensas. Pérdidas estimadas en \$18.000 millones.

Pérdidas totales período: \$ 58.000 millones.



El riesgo de desastres de origen hídrico es MUY ALTO.

Riesgo de desastres: probabilidad de que ocurran consecuencias perjudiciales (víctimas, daños, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental) como resultado de la interacción entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad (PNUD, 2010).



El punto de partida para reducir el riesgo radica en **conocer las amenazas y vulnerabilidades y cómo evolucionan** a corto y largo plazo, **seguido de acciones** realizadas en base a esos conocimientos (Marco de Hyogo, 2005).

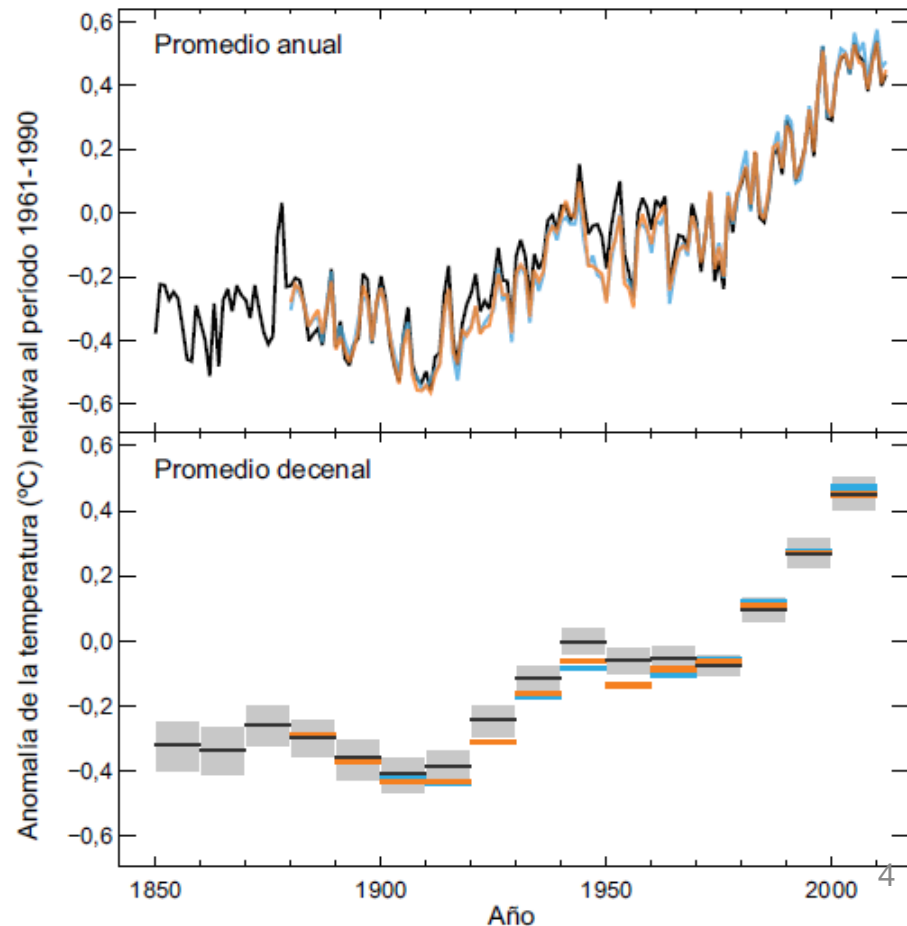
Bajo este enfoque, FICH, FCA y FCV de UNL elaboraron este trabajo.

2. LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO COMO FACTOR DE AMENAZAS

El **calentamiento global** es inequívoco: cada una de las tres últimas décadas ha sido sucesivamente más cálida que cualquier década anterior desde 1850 (IPCC, 2013).

Un informe reciente de la NOAA señala que la temperatura media del planeta (en tierras y océanos) en el año 2015 fue la más alta desde que se inició el relevamiento de temperaturas.

Anomalia observada en el promedio mundial de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas combinadas, 1850-2012



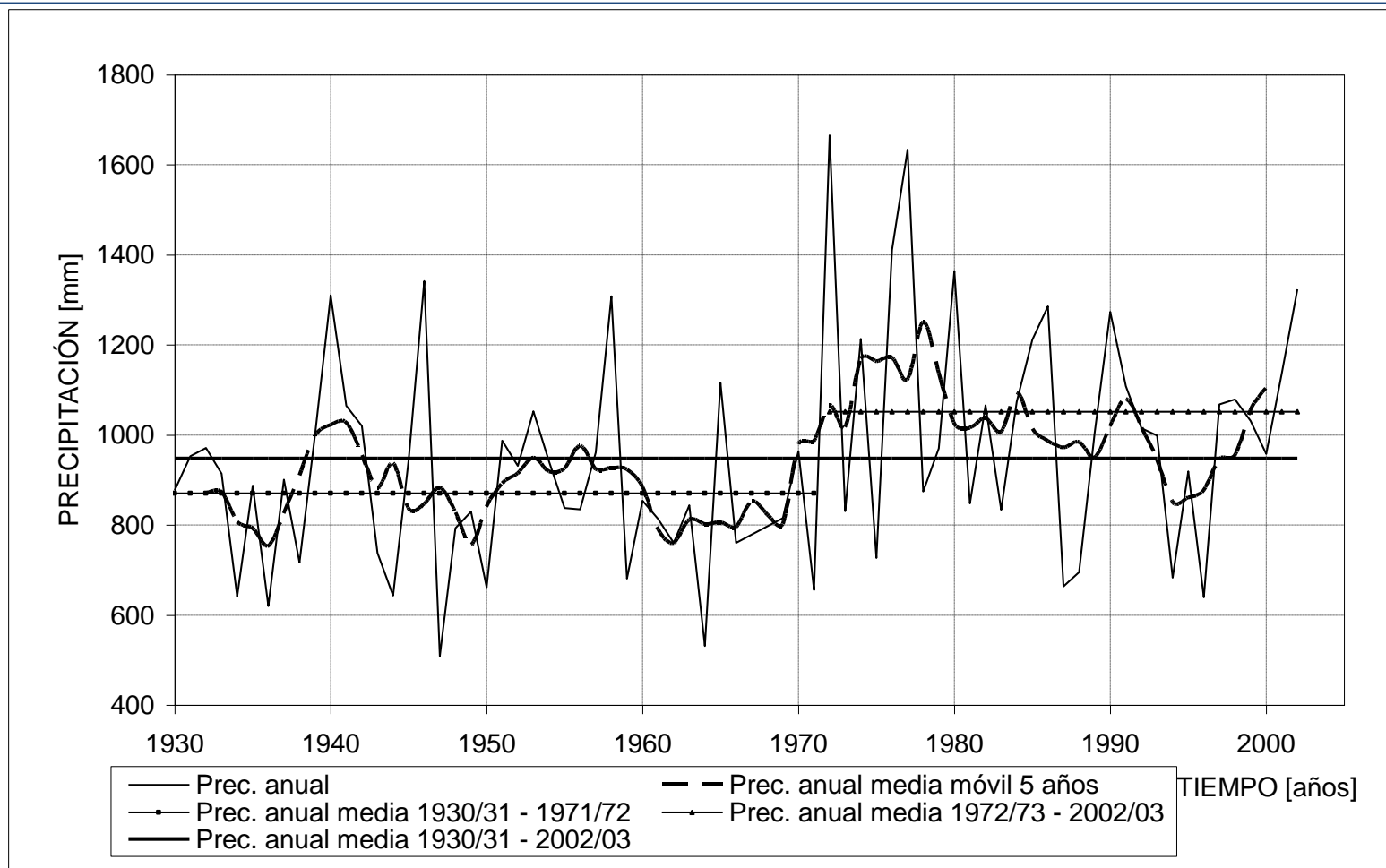
2. LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO COMO FACTOR DE AMENAZAS

Desde inicios de la década del '70 las regiones Noreste y Central de Argentina experimentaron un cambio climático hacia condiciones más húmedas y cálidas.

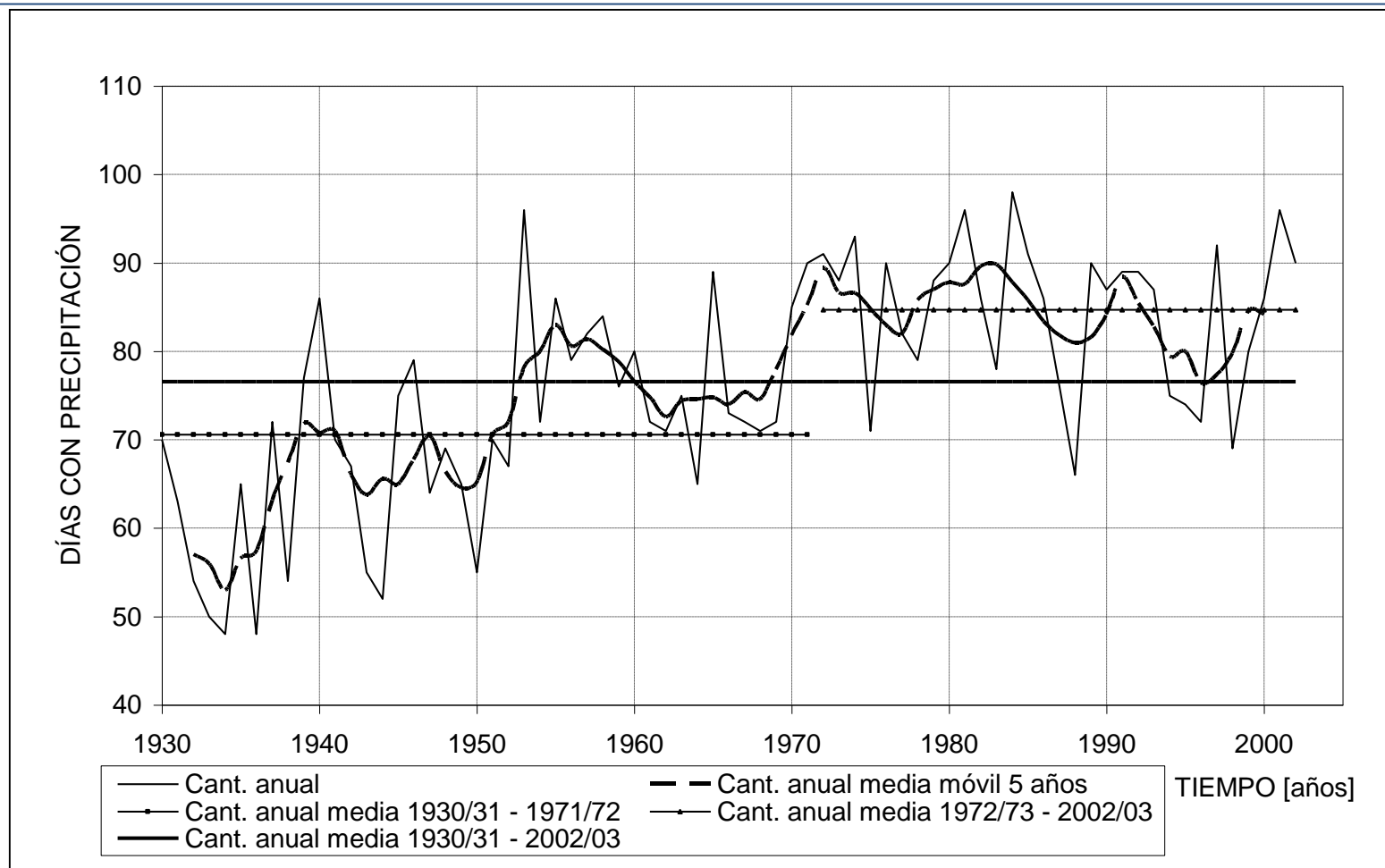
A partir de 1972 **aumentó un 20 % la precipitación anual media** en gran parte de la provincia de Santa Fe, con respecto al período 1930-1971 (FICH, 2006).

También aumentó un **20 % la cantidad anual de días con lluvia** y un **137% la cantidad de días con lluvias intensas**, superiores a 100 mm diarios. Esto denota un aumento de la frecuencia de ocurrencia e intensidad de los **sistemas convectivos de mesoescala** en la región. Estos sistemas suelen provocar lluvias de muy alta intensidad y arealmente concentradas.

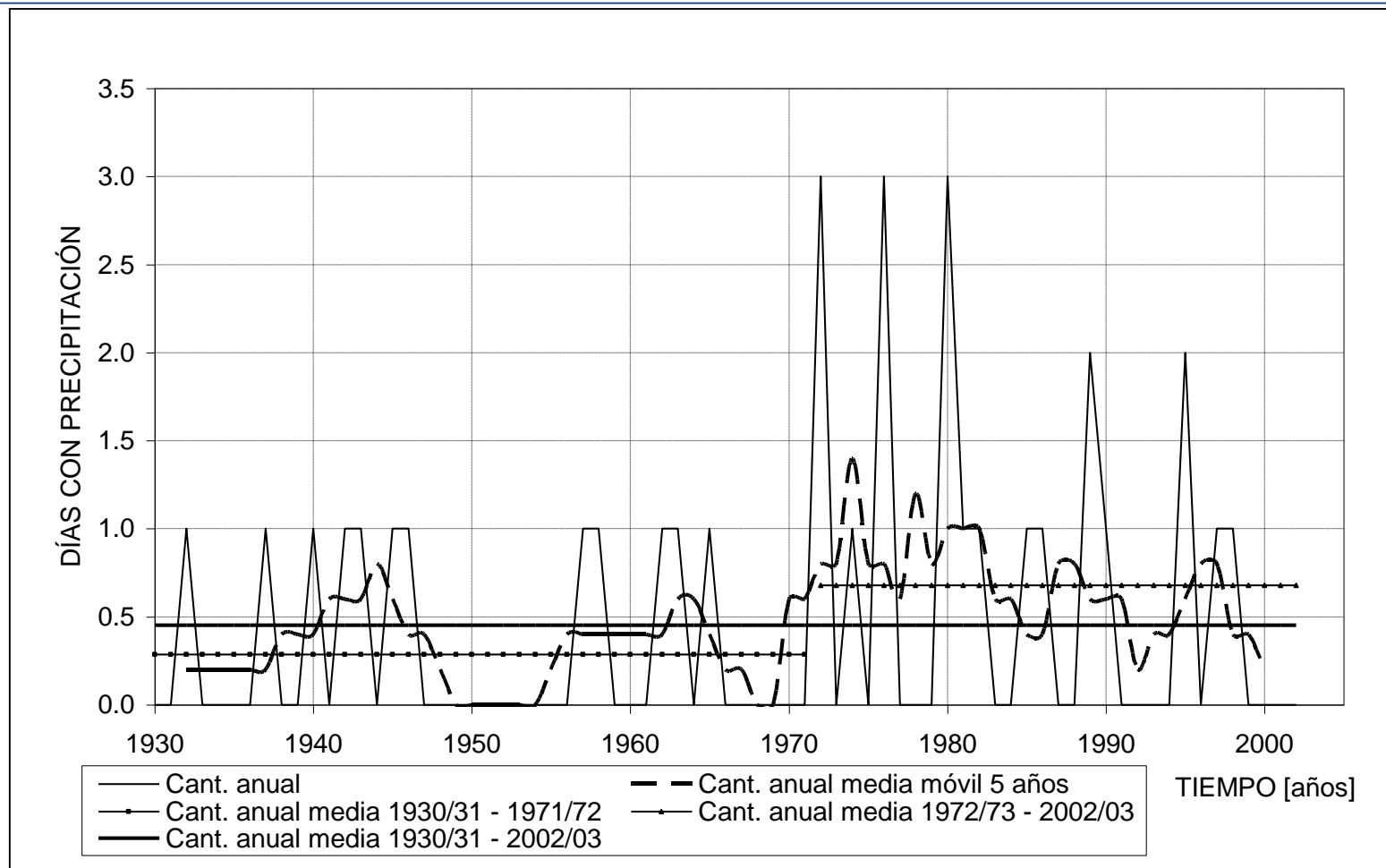
Estación Rafaela (Prov. Santa Fe). Precipitación anual



Estación Rafaela (Prov. Santa Fe). Días al año con precipitación



Estación Rafaela (Prov. Santa Fe). Días al año con precipitación > 100mm



2. LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO COMO FACTOR DE AMENAZAS

La mayor fuente de **variabilidad interanual de la precipitación** en esta región es la fluctuación de la **temperatura superficial del océano Pacífico tropical**, donde se desarrolla el fenómeno conocido como **El Niño**.

Las crecidas más importantes de los ríos **Paraná, Paraguay y Uruguay** ocurridas en los últimos 50 años, tuvieron su origen en lluvias intensas relacionadas con dicho fenómeno.

Las inundaciones son la mayor amenaza entre los desastres naturales en la Argentina, en cuanto a los daños económicos y la cantidad de población afectada. Las inundaciones representan alrededor del 60% de los desastres naturales y casi un 95% de los daños económicos y poblaciones afectadas por los mismos (Banco Mundial, 2016).

Anomalías de SST media móvil 3 meses en la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°-170°W) [°C]. Correspondencia de anomalías positivas (rojo) con crecidas del río Paraná 1982/83, 1991/92 y 1997/98.

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1980	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2	0	0.1	0.1	0
1981	-0.2	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	0
1982	0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.5	1.9	2.1	2.1
1983	2.1	1.8	1.5	1.2	1.0	0.7	0.3	0	-0.3	-0.6	-0.8	-0.8
1984	-0.5	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	-0.6	-0.9	-1.1
1985	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3
1986	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0	0.2	0.4	0.7	0.9	1.0	1.1
1987	1.1	1.2	1.1	1.0	0.9	1.1	1.4	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1
1988	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.8	-1.2	-1.2	-1.1	-1.2	-1.4	-1.7	-1.8
1989	-1.6	-1.4	-1.1	-0.9	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1990	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	1.2	1.4
1992	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	0.8	0.5	0.2	0	-0.1	-0.1	0
1993	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.9	1.0
1995	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2	0	-0.2	-0.5	-0.7	-0.9	-1.0	-0.9
1996	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.2	0.1	0.6	1.0	1.4	1.7	2.0	2.2	2.3	2.3
1998	2.1	1.8	1.4	1.0	0.5	-0.1	-0.7	-1.0	-1.2	-1.2	-1.3	-1.4
1999	-1.4	-1.2	-1.0	-0.9	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-1.2	-1.4	-1.6

Inundaciones de la ciudad de Santa Fe por crecidas del río Paraná (1905) y del río Salado (2003).



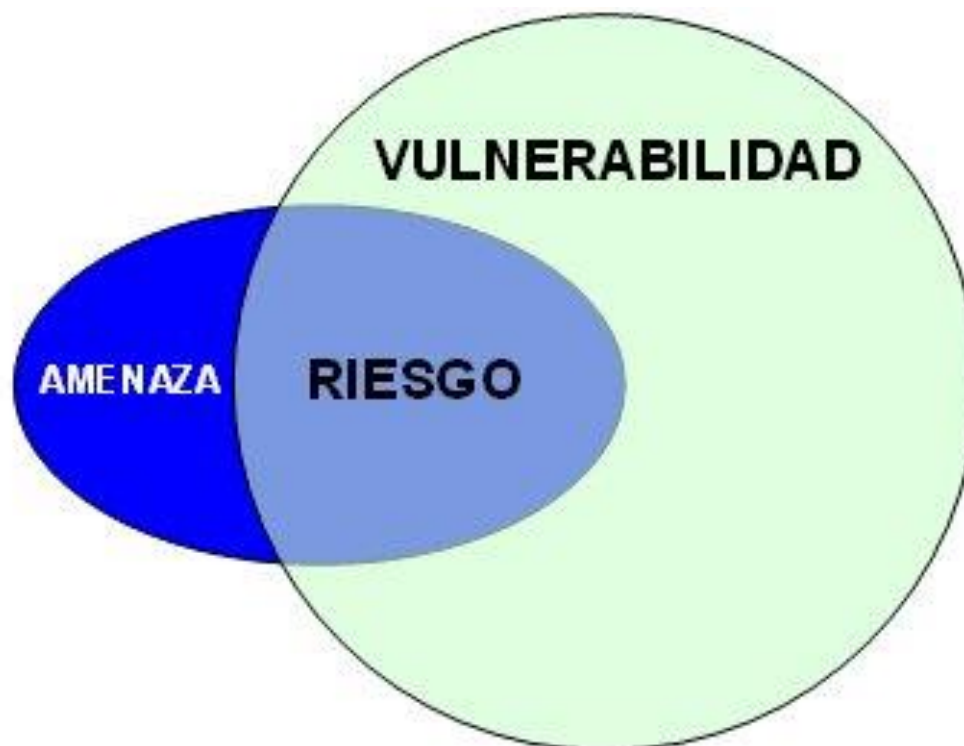
1905



2003

3. FACTORES DE VULNERABILIDAD

En el último siglo aumentó en forma significativa la vulnerabilidad del sistema socio-productivo en la Prov. de Santa Fe y en consecuencia, el riesgo de desastres de origen hídrico.



3. FACTORES DE VULNERABILIDAD

3.1 DEBILIDADES DEL MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

Falta de:

- Ley Provincial de Aguas.
- Planificación de los recursos hídricos a escala de grandes cuencas.
- Regulación efectiva del uso del suelo en áreas inundables*.
- Plan de ordenamiento territorial rural.

- Limitada capacidad de control de los organismos oficiales.
- Ocupación de áreas inundables para uso agrícola en zonas rurales o para vivienda permanente en zonas urbanas.
- Falsa sensación de seguridad que incorporan las obras de defensa.
- Escasas redes de monitoreo de variables hidrometeorológicas.

(*) La Ley Prov. N° 11730 (2000) está vigente y reglamentada. Sin embargo, aún no se ha elaborado el mapeo o zonificación de las Áreas de Riesgo I, II y III en el ámbito provincial.

3. FACTORES DE VULNERABILIDAD

3.1 DEBILIDADES DEL MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

Los **Comités de Cuenca** (Ley Provincial N° 9830/85): entidades integradas por productores, comunas y el Estado provincial, de **jurisdicción distrital** (no se corresponde con los límites de cuencas). Esta característica, sumada a la **falta de planes directores de regiones hídricas**, provoca que muchas obras de drenaje se ejecuten **sin evaluar los impactos hidrológicos hacia aguas abajo y sin considerar aspectos productivos y de vías de comunicación**. Otro aspecto: **escasa incorporación de dispositivos de detención o retención**.

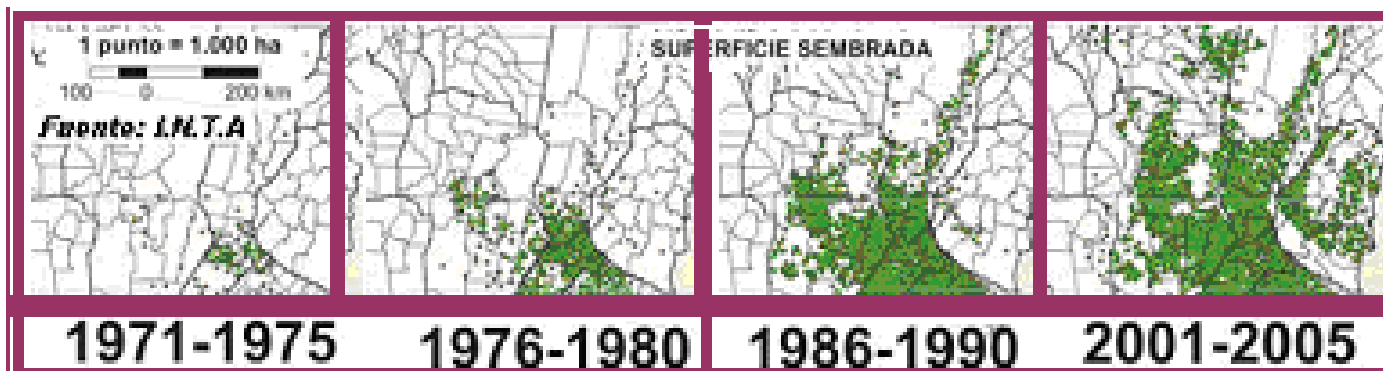
Avances: desde 2016 el gobierno provincial viene realizando acciones destinadas a impulsar la sanción de la Ley de Aguas y el desarrollo de planes directores de regiones hídricas y de cuencas interjurisdiccionales. Desde febrero de este año, ha encarado una agenda de acciones, de corto (emergencia), mediano (infraestructura) y largo plazo (planificación).

3. FACTORES DE VULNERABILIDAD

3.2 CAMBIO DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO

A partir de la década del '80 se produjo una **expansión de la agricultura alrededor de la Zona Núcleo**, ocupando áreas marginales, con suelos de menor aptitud y zonas bajas inundables, en detrimento de pasturas, pastizales naturales, montes y bosques nativos.

➔ cambio estructural: unas 10 millones de hectáreas pasaron de una actividad ganadera o mixta a una agricultura intensiva.



3. FACTORES DE VULNERABILIDAD

3.2 CAMBIO DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO

Efecto 1: aumento significativo de canalizaciones no planificadas, principalmente en zonas bajas inundables (bajos y cañadas), que originó una disminución de la capacidad de almacenamiento de las cuencas, un aumento de la escorrentía y un empuntamiento de las crecidas.



3. FACTORES DE VULNERABILIDAD

3.2 CAMBIO DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO

Efecto 2: Disminución de la evapotranspiración.

La **rotación seleccionada** impacta en la evapotranspiración anual. Un cultivo en verano (ej. soja, maíz, sorgo, girasol) genera una evapotranspiración de entre 500 - 600 mm, en tanto que un cultivo de invierno (ej. trigo), agrega unos 400 mm. En los últimos años, la ausencia de cultivos en invierno origina una menor evapotranspiración anual que la que generaba la cobertura vegetal natural preexistente y, en consecuencia, una mayor recarga de la capa freática.

Además, la **profundidad de exploración de las raíces** de los cultivos anuales (aprox. 2 m), es inferior a la profundidad de algunas pasturas (ej. alfalfa) y de la vegetación arbórea preexistente (3 - 5 m), que permitía tomar agua del suelo a mayores profundidades, inclusive desde la capa freática.

3. FACTORES DE VULNERABILIDAD

3.2 CAMBIO DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO

Efecto 3: Sostenimiento de niveles freáticos altos en gran parte de la región Pampeana.

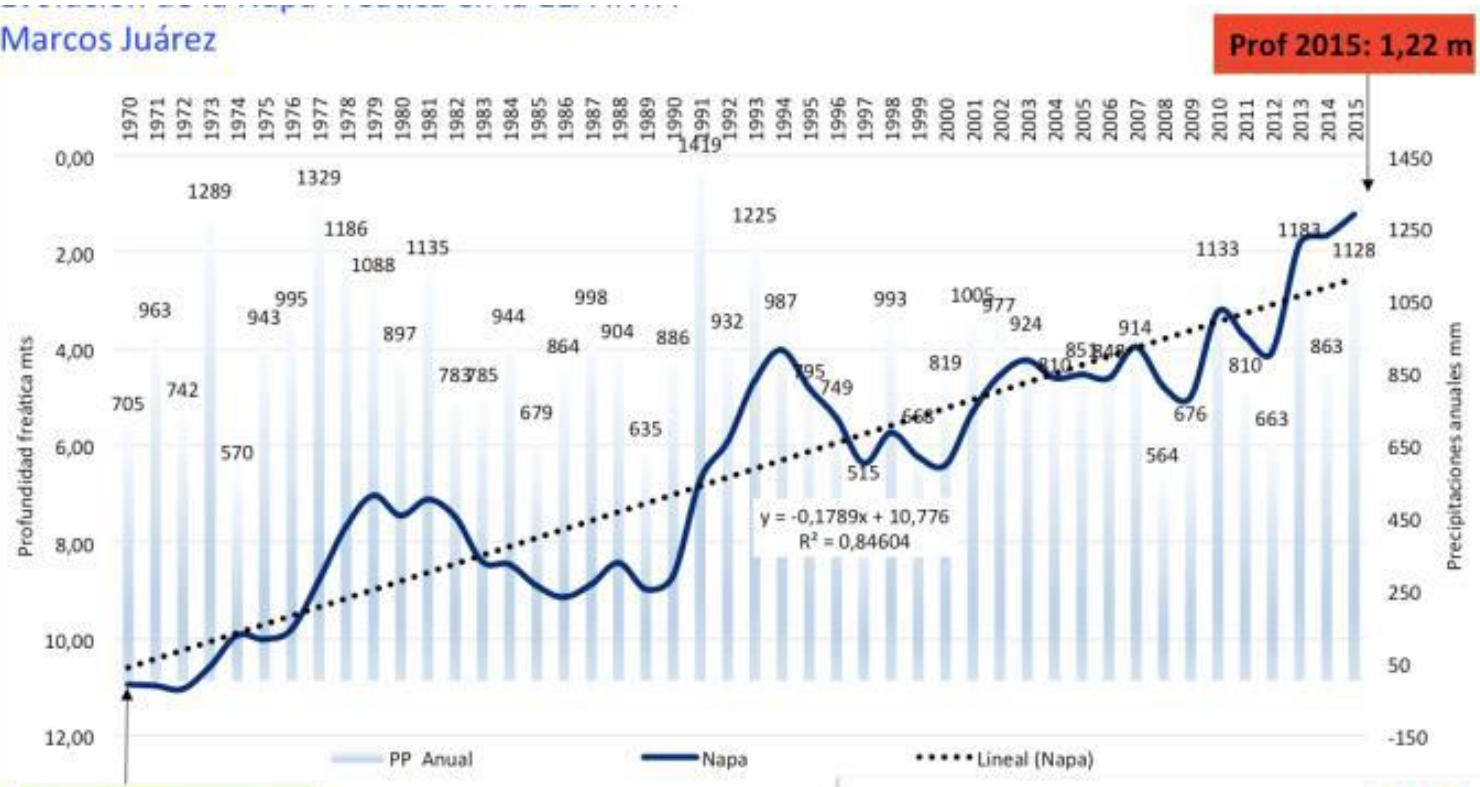
El aumento de precipitaciones desde principios de la década del '70, sumado a la disminución de la evapotranspiración por cambio de uso y cobertura del suelo, han generado un **aumento de los excesos hídricos** y una **mayor recarga de la freática**.

La proximidad de la capa freática a la superficie del terreno **incrementa significativamente el potencial de escurrimiento de los suelos**, ya que cuando la lluvia cae sobre un suelo cuasi saturado, prácticamente todo lo que precipita escurre (flujo superficial “de saturación”), multiplicando la magnitud de las inundaciones.

3. FACTORES DE VULNERABILIDAD

3.2 CAMBIO DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO

Marcos Juárez



Prof 1970: 10,95 m

Prof 2015: 1,22 m

$y = -0,1789x + 10,776$
 $R^2 = 0,84604$

Ing. Pablo Bolatti, adaptado de Bertram y Chiacciera 2014

3. FACTORES DE VULNERABILIDAD

3.2 CAMBIO DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO



3. FACTORES DE VULNERABILIDAD

3.3 EL RELIEVE DE LLANURA

Dado los bajos gradientes topográficos, los **procesos verticales** (precipitación, evapotranspiración, infiltración, percolación) **predominan sobre los horizontales** (flujos superficial, subsuperficial y subterráneo) en el balance hídrico y la **capacidad de almacenamiento de agua** superficial y subterránea es importante.



el aumento de excesos hídricos y la mayor recarga de la freática, previamente mencionados, se manifiesta en un aumento sostenido de los niveles de agua en las depresiones superficiales cerradas y freáticos.

Además, los sistemas hidrológicos de llanura son **muy sensibles a las intervenciones antropogénicas**: las obras de infraestructura (terraplenes viales y ferroviarios, canales, cuneteos, etc.) introducen **cambios en la dinámica hídrica superficial**, que en general son poco evaluados.

4. LINEAMIENTOS PARA UNA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

En el año 2010, la provincia de Santa Fe adhirió por ley a los **Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina (2003)**. Algunos aspectos centrales referidos a la gestión del agua:

- i. **Gestión integrada del recurso hídrico:** la gestión hídrica debe estar fuertemente vinculada a la gestión territorial, la conservación de los suelos y la protección de los ecosistemas naturales.
- ii. **La cuenca hidrográfica como unidad de planificación y gestión.**
- iii. **Acciones estructurales y medidas no estructurales.**
- iv. **Organizaciones de cuenca**, para la planificación y coordinación intersectorial y **organizaciones de usuarios**, para la gestión descentralizada y participativa.

4. LINEAMIENTOS PARA UNA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

ACCIONES ESTRUCTURALES: CONTROLAR LAS AMENAZAS

A comienzos de los ´60 hubo un cambio de paradigma: el concepto tradicional de drenaje fue reemplazado por el de «**gestión del agua**», multipropósito: drenaje, control de crecidas, almacenamiento de agua para distintos usos, mejora de la calidad del agua, recarga de agua subterránea, control de erosión y otros.

Prácticas de Buen Manejo (BMPs): dispositivos de detención y retención, dispositivos de detención "extendida", prácticas LID en áreas urbanas, conservación y/o restauración de humedales, valorando los **servicios ecosistémicos** que proporcionan: regulación de caudales, recarga de acuíferos, mejora de la calidad del agua y contribución de hábitat para la fauna silvestre.

4. LINEAMIENTOS PARA UNA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

PRINCIPIOS GENERALES DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

- i. El diseño de un sistema de drenaje debe procurar una **distribución de la escorrentía en el espacio (cuenca) y en el tiempo**, que permita satisfacer las demandas, tanto durante períodos de excesos como de déficits.
- ii. El caudal máximo y/o el volumen de escurrimiento a la salida de un sistema de drenaje proyectado deben ser compatibles con la **capacidad de asimilación del curso o cuerpo de agua receptor**.
- iii. El diseño debe **contemplar y aprovechar las características y funciones del sistema de drenaje natural**, rescatando el valor ambiental de las áreas bajas y planicies de inundación para mitigar el impacto de las inundaciones. Los bajos naturales y cañadas deberían utilizarse para amortiguar crecidas y no ser desecados para uso agrícola.

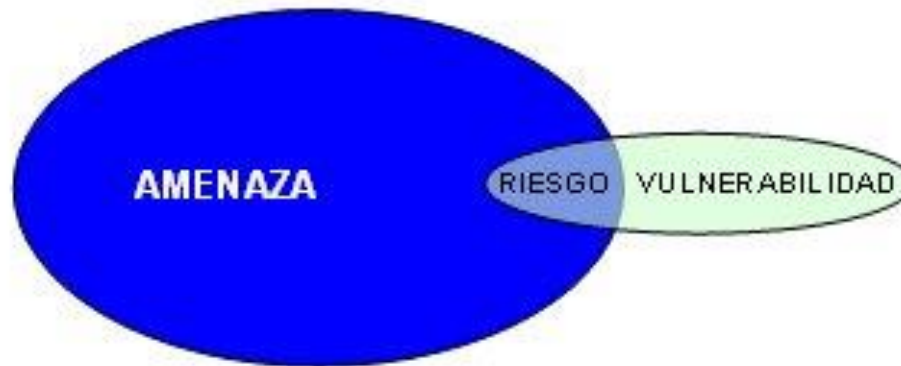
4. LINEAMIENTOS PARA UNA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

MEDIDAS NO ESTRUCTURALES: REDUCIR LA VULNERABILIDAD

- i. Fortalecimiento del marco normativo e institucional.
- ii. Regulación del uso del suelo en áreas inundables.
- iii. Desarrollo de un Plan de Ordenamiento Territorial Rural.
- iv. Prácticas agronómicas sustentables basadas en rotaciones adecuadas, en base a un monitoreo de niveles freáticos y a pronósticos climáticos.
- v. Redes de monitoreo de variables hidrológicas y sistemas de alerta de crecidas.
- vi. Planes de contingencia, implementación de seguros agrícolas y programas de educación y concientización de la comunidad.

4. LINEAMIENTOS PARA UNA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

MEDIDAS NO ESTRUCTURALES: REDUCIR LA VULNERABILIDAD



5. RECOMENDACIONES

- i. Impulsar la sanción de la Ley de Aguas de la Prov. de Santa Fe, su reglamentación e implementación. Creación de las Organizaciones de Cuenca y de Usuarios (adecuación de los actuales Comités de Cuencas).
- ii. Continuar el desarrollo de los Planes Directores de las regiones hídricas y de las cuencas interjurisdiccionales, con un enfoque participativo.
- iii. Zonificar y regular el uso del suelo en las Áreas de Riesgo I, II y III en el ámbito provincial, como prevé la Ley 11.730.
- iv. Desarrollar un Plan de Ordenamiento Territorial Rural de la provincia, como resultado de un proceso político-técnico-administrativo orientado a la organización, planificación y gestión del uso y ocupación del territorio.
- v. Fortalecer institucionalmente a la Secretaría de Recursos Hídricos del MIT.

5. RECOMENDACIONES

- vi. Promover buenas prácticas agronómicas y de conservación de agua y suelos, articulando acciones entre los ministerios provinciales (MP, MMA y MIT), el INTA y el Ministerio de Agroindustria de la Nación.
- vii. Mantener en buen estado de operación las redes telemétricas de las cuencas del río Salado, A° Saladillo y A° Ludueña y extender redes de monitoreo de variables hidrometeorológicas en sitios representativos.
- viii. Mantener operativos los sistemas de alerta de crecidas en tiempo real en las tres cuencas mencionadas.
- ix. Desarrollar planes de contingencia en sectores rurales vulnerables así como en todas las ciudades y localidades de la provincia con riesgo hídrico.
- x. Realizar un mantenimiento regular de las obras.



Muchas gracias !

**Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**

Ciudad Universitaria. Santa Fe
Tel.: +54 (0342) 4575233/34/39/45/46
E-mail: fich@fich.unl.edu.ar