



GESTIÓN INTEGRADA DE CRECIDAS

Guía y caso de estudio

2015

COORDINADORES DEL EJE TEMÁTICO RALCEA
MAPEO DE ACTORES Y DESARROLLO DE
CAPACIDADES, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL
LITORAL, SANTA FE, ARGENTINA.

Carlos Ubaldo PAOLI, Ed. Céline DONDEYNAZ, César
CARMONA-MORENO

Report EUR 27493 ES

European Commission
Joint Research Centre
Institute for Environment and Sustainability

Contact information
César Carmona Moreno
Address: Joint Research Centre, TP121, Via E.FERMI, 2749 -21027 ISPRA (IT)
E-mail: cesar.carmonamoreno@jrc.ec.europa.eu
Tel.: +39 0332 78 9654

JRC Science Hub
<https://ec.europa.eu/jrc>

Legal Notice

This publication is a Technical Report by the Joint Research Centre, the European Commission's in-house science service.

It aims to provide evidence-based scientific support to the European policy-making process. The scientific output expressed does not imply a policy position of the European Commission. Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of this publication.

All images are referenced with source and photos credits. When not indicated, the photo credits are Carlos Ubaldo PAOLI or public pictures.

JRC97744

EUR 27493 ES

ISBN 978-92-79-52198-0 (PDF)
ISBN 978-92-79-52199-7 (print)

ISSN 1831-9424 (online)
ISSN 1018-5593 (print)

doi:10.2788/997460

Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015

© European Union, 2015

Reproduction is authorised provided the source is acknowledged.

Resumen

El presente trabajo es un compendio de diferentes artículos e informes elaborados por el autor referido a la temática de las inundaciones y de exposiciones efectuadas en diversos eventos, que se indican en las referencias bibliográficas. A partir del reconocimiento de que la problemática de las inundaciones se presenta en todo el mundo con diferentes geografías, se caracterizan las distintas tipologías y conceptos de riesgo. Se plantean nuevos enfoques basados en la óptica de la Gestión Integrada de Crecidas (GIC), según los conceptos de OMM y del Programa Mundial de Gestión de Crecidas. Dentro de este enfoque se repasan brevemente las medidas de intervención posibles y los pasos a seguir para la formulación de Planes de GIC. Brevemente se presentan los lineamientos para el desarrollo de legislación para la GIC y para la Delimitación de Áreas de riesgo Hídrico. Finalmente se presenta como Estudio de Caso, el de la ciudad de Santa Fe, Argentina, como demostrativo de un proceso tendiente a la implementación de una Gestión Integrada de Crecidas a partir de las medidas y acciones que se encuentran en implementación luego de las catastróficas inundaciones sufridas en los años 2003 y 2007.

AUTOR Y AGRADECIMIENTOS

AUTOR:

Carlos Ubaldo PAOLI

Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Rosario y Diplomado en Hidrología en el Instituto de Hidrología, CSIC de España, ex becario del Service d'Hydrologie del ORSTOM, París, Francia.

Ha participado y dirigido investigaciones y proyectos en Planificación y Gestión de Recursos Hídricos e Ingeniería Hidrológica. Ha actuado como experto en recursos hídricos en Asistencia Técnica en Paraguay, Colombia, República Dominicana, Méjico y Uruguay. Ha participado de más de 100 reuniones científicas y técnicas de relevancia nacional e internacional. Autor de numerosas publicaciones y artículos sobre recursos hídricos.



Actualmente es Director del Centro Regional Litoral del Instituto Nacional del Agua (INA) de Argentina y Profesor Titular de Grado y Post-grado de Hidrología en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la UNL.

Desde el 2008, participa como instructor de los Cursos de Gestión Integrada de Crecidas según los formatos del APFM patrocinados por la OMM, Santa Fe, Argentina (2010 y 2012), Asunción, Paraguay (2013), México (2014) y la Habana, Cuba (2015) actuando también como Coordinador Académico.

EDITORES

Céline Dondeynaz, César Carmona-Moreno del Centro de Investigación Común de la Comisión Europea, Italia.

AGRADECIMIENTOS

Este documento fue desarrollado en el marco del Proyecto de Apoyo de la Comisión Europea a la Red Latinamericana de Centros de Excelencia en Agua (RALCEA-2010-2015) por el eje de trabajo temático Mapeo de Actores y Desarrollo de Capacidades.

Se agradece el apoyo de la Dirección General de Cooperación y de Desarrollo- DG EuropeAid y del Centro Común de Investigación- DG JRC al proyecto RALCEA y a la publicación de esta guía relativa a la gestión integrada de los recursos hídricos en Latín América.

El autor agradece asimismo la revisión de las notas efectuadas por la Dra. Marta Paris, Directora de la Maestría en Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral y, la edición primaria de textos y figuras realizada por Sebastián Macedo, Responsable del Área Informática del Centro Regional Litoral del Instituto Nacional del Agua.

CONTENIDO

GUÍA: GESTIÓN INTEGRADA DE CRECIDAS	7
DEFINICIÓN, EVALUACIÓN DEL RIESGO, FORMULACIÓN DE MEDIDAS Y DE PLANES DE GESTIÓN.	7
1. INUNDACIONES, UN PROBLEMA PRESENTE, UN DESAFÍO AL FUTURO	8
1.1. Las inundaciones en el mundo	8
1.2. Algunas conclusiones que se pueden obtener de los casos seleccionados	12
2. TIPOLOGIA Y RIESGO DE INUNDACIONES	14
2.1. Según las características de las inundaciones	14
2.2. Según el riesgo	15
3. LAS INUNDACIONES POR DESBORDAMIENTO DE CURSOS FLUVIALES (Estado de situación).....	18
4. LAS INUNDACIONES URBANAS POR LLUVIAS EXTRAORDINARIAS (Estado de situación)	20
5. LAS INUNDACIONES RURALES POR LLUVIAS EXTRAORDINARIAS (Estado de situación).....	22
6. EL ENFOQUE DE LA GESTION INTEGRADA DE CRECIDAS	24
6.1. Conceptos generales	24
6.2. Adopción de la Cuenca como unidad de Planificación (Gestión del ciclo hidrológico en su conjunto y Gestión integrada de la tierra y las aguas)	25
6.3. Adopción de una combinación de estrategias óptima	26
6.4. Garantía de un enfoque participativo	27
6.5. Adopción de enfoques de gestión integrada de los riesgos.....	27
6.6. Manejo (o Gestión) Integrado de riesgo	28
7. FORMULACION DE MEDIDAS	30
7.1. Medidas que modifican o actúan sobre la crecida.	30
Presas y Reservorios.....	30
Terraplenes y paredones	31
Canales.....	31
Modificación del Cauce	32
Regulación mediante almacenamiento dinámico en desagües urbanos	32
7.2. Medidas que modifican la susceptibilidad a la inundación	34
Regulación de la Planicie de inundación	34
Alerta y prevención	35
Técnicas y Prácticas Constructivas adaptadas a la inundación (Floodproofing)	37
Relocalización.....	37
Servicio de Documentación e Información	37
7.3. Medidas que actúan sobre el impacto de la inundación.....	38
Seguro contra inundaciones.....	38
Medidas de compensación y recuperación.....	38
8. FORMULACIÓN DE PLANES DE GESTION DE CRECIDAS.....	39
8.1. Justificación y Finalidad.....	39
8.2. Objetivos específicos y su implementación	40

Coordinación institucional, jurisdiccional y sectorial	40
Integración de los procesos gubernamentales de planificación	41
Determinación de escenarios para el Plan.....	42
Formulación de un Plan de Gestión de Crecidas para una Cuenca	43
De la Teoría a la Acción	44
9. LINEAMIENTOS SOBRE ASPECTOS DE LEGISLACION PARA LA GIC	45
9.1. El rol de la legislación	45
9.2. Acciones más importantes según momentos de la GIC	45
Previo a la ocurrencia de la crecida	46
Durante la crecida	46
Después de la crecida.....	46
9.3. Propuestas para la evaluación jurídica desde la óptica nacional-provincial	46
9.4. Elementos esenciales que debe contener una ley de regulación de uso u ocupación de zonas inundables	47
Prohibiciones de uso	48
Restricciones De Uso.....	48
Advertencia de uso	48
Sanciones	48
Políticas activas	49
Zonas existentes protegidas contra inundaciones.....	49
10. DELIMITACIÓN DE AREAS DE RIESGO POR INUNDACIÓN CON FINES DE REGULACIÓN	50
10.1. Enfoque Metodológico.....	50
10.2. Guía sintetica de procedimientos	51
10.3. SÍNTESIS DE PROCEDIMIENTOS A SEGUIR - CURSOS DE AGUA.....	53
REFERENCIAS.....	54
 CASO DE ESTUDIO: HACIA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GIC EN SANTA FE ARGENTINA	 57
1. INTRODUCCIÓN.....	58
2. LOS PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE CRECIDAS (GIC).....	59
3. LA CUENCA Y LA CIUDAD DE SANTA FE, IMPACTOS DE LAS CRECIDAS, DESCRIPCIÓN DE LAS AMENAZAS Y VULNERABILIDAD	60
Ubicación general y características del caso de estudio	60
La situación de crecida del 2003	62
La situación de vulnerabilidad física de la zona oeste de la ciudad	63
Consecuencias.....	65
4. INTERPRETACIÓN DE LAS CAUSAS DE LA CATÁSTROFE	66
La falta de conocimiento y de previsión como causa principal de los desastres hídricos	66
El sofisma de la imprevisibilidad de las inundaciones.....	66
El cambio climático como factor preponderante del aumento del riesgo.....	67
La vulnerabilidad de Santa Fe como factor determinante	67
5. DEL DESASTRE A LA RECUPERACIÓN, A LA TOMA DE CONCIENCIA Y HACIA LA GESTIÓN INTEGRADA	68
Inmediata medidas de Reparación.....	68
La respuesta de la Academia.....	69

Cambio en la estructura administrativa y agenda gubernamental.....	69
Nuevos estudios, proyectos e implementación de medidas recomendadas.....	70
Estado del sistema de defensas del Gran Santa Fe en relación con el riesgo de fallas.....	71
Implementación de un sistema de alerta hidrológico a tiempo real	72
Integralidad de los sistemas de prevención	74
Regulación de uso del territorio en la ribera de los cursos y cuerpo de agua	74
Medidas de adaptación.....	75
Regulación de excedentes pluviales en zonas urbanas.....	75
Dispositivo Regulador de Crecidas en Bocas de Tormenta	76
Dispositivos Reguladores domiciliarios.	77
Principales acciones municipales para el manejo de excedentes.....	78
6. ¿COMO SE CONSTRUYE UNA CIUDAD RESILIENTE?	79
Disposición de un Marco legal e institucional apropiado para el Plan de Contingencia y que prevea la participación de la población	79
Comunicación y Educación para la gestión del riesgo.....	80
Recuperación y Mantenimiento de la Memoria Viva	82
Recuperación y puesta en valor ambiental de zonas marginadas	83
Reconocimiento al Esfuerzo para orgullo de las autoridades y de la población.	85
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
8. REFERENCIAS.....	88

GUÍA: GESTIÓN INTEGRADA DE CRECIDAS

DEFINICIÓN, EVALUACIÓN DEL RIESGO, FORMULACIÓN DE MEDIDAS Y DE PLANES DE GESTIÓN.

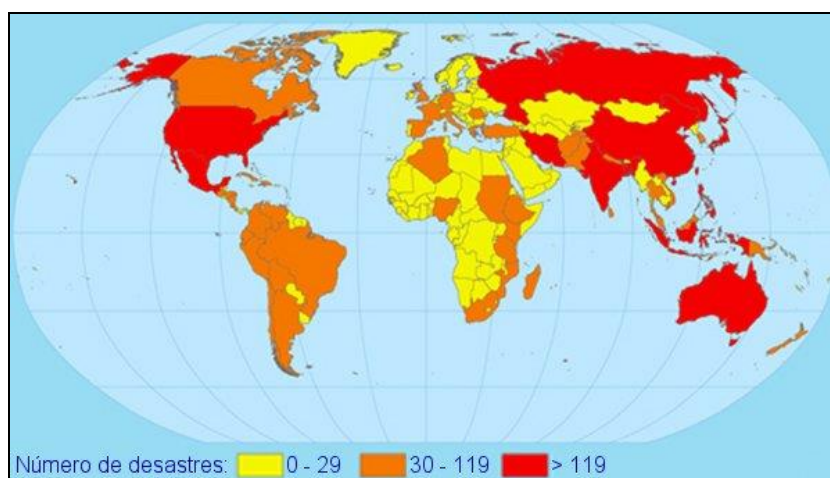
CONTENIDOS

1. INUNDACIONES, UN PROBLEMA PRESENTE, UN DESAFÍO AL FUTURO	8
2. TIPOLOGIA Y RIESGO DE INUNDACIONES	14
3. LAS INUNDACIONES POR DESBORDAMIENTO DE CURSOS FLUVIALES (Estado de situación).....	18
4. LAS INUNDACIONES URBANAS POR LLUVIAS EXTRAORDINARIAS (Estado de situación)	20
5. LAS INUNDACIONES RURALES POR LLUVIAS EXTRAORDINARIAS (Estado de situación).....	22
6. EL ENFOQUE DE LA GESTION INTEGRADA DE CRECIDAS	24
7. FORMULACION DE MEDIDAS	30
8. FORMULACIÓN DE PLANES DE GESTION DE CRECIDAS.....	39
9. LINEAMIENTOS SOBRE ASPECTOS DE LEGISLACION PARA LA GIC	45
10. DELIMITACIÓN DE AREAS DE RIESGO POR INUNDACIÓN CON FINES DE REGULACIÓN	50
REFERENCIAS.....	54

1. INUNDACIONES, UN PROBLEMA PRESENTE, UN DESAFÍO AL FUTURO

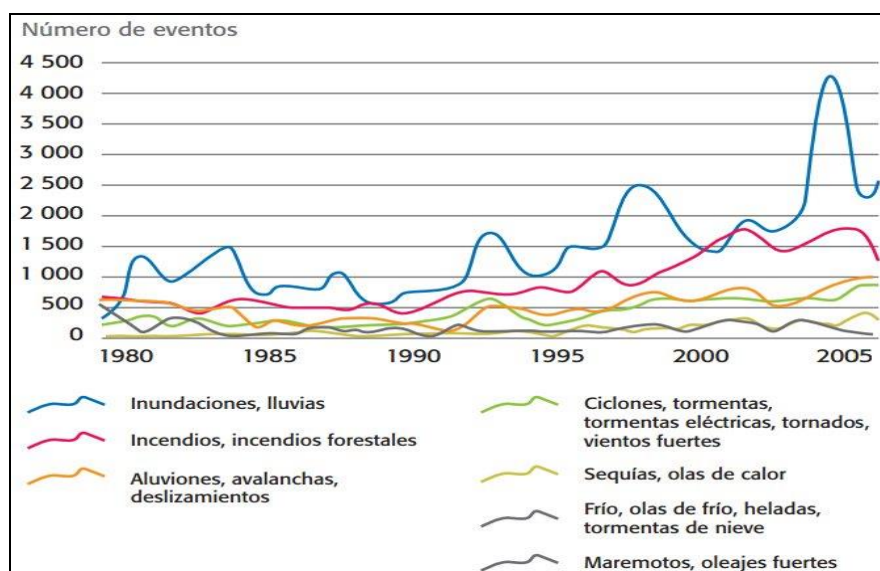
1.1. LAS INUNDACIONES EN EL MUNDO

Las pérdidas ocasionadas por las inundaciones constituyen un serio problema nacional para nuestro país y para varios otros del mundo. Esto se debe a que la ocupación de los valles fluviales y especialmente de las llanuras aluviales de inundación, plantean una grave disyuntiva. Por una parte son lugares atractivos para las más diversas actividades humanas, pero por otra parte están permanentemente sujetas al riesgo de inundación. A pesar de las pérdidas que anualmente se producen por crecidas de diferentes magnitudes y de los esfuerzos que se realizan para disminuir las mismas, los resultados muestran que la ocupación de estas tierras es creciente y como consecuencia aumentan los daños, como se muestra en los gráficos siguientes.



Número de desastres naturales por país entre 1976 y 2005

Fuente: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)



Reporte de lluvias e inundaciones con gran cantidad de pérdidas entre 1980 y 2006

Fuente: García, L (2010) (EIRD) Marco internacional y discusión de los conceptos del riesgo. The OFDA/CRED International Disaster Database.

Resulta de gran interés ver el impacto de los eventos extremos en diversas regiones del mundo con geografía y climas muy diferentes y también condiciones culturales y socioeconómicas muy diversas. Se trata de un muestreo de noticias periodísticas de los últimos 3 o 4 años, que por supuesto resultará siempre parcial e incompleto, dada la enorme cantidad de casos que se han presentado.

Localidades de Carolina del Norte son evacuadas por inundaciones (05/AGO/2011)



Se evacuaron dos vecindarios en Charlotte, Carolina del Norte, afectados por severas inundaciones, se han realizado al menos 16 rescates de personas atrapadas en vehículos.

Hay cinco millones de afectados por lluvias en China (20/JUN/2011)



Las lluvias torrenciales cubrieron de agua zonas enormes de las provincias de Hubei y Zejiang, incluidas unas 432 mil hectáreas de tierras agrícolas. Casi mil empresas cancelaron operaciones y 5.7 millones de personas han visto sus vidas alteradas por el temporal. Más de siete mil viviendas se derrumbaron o resultaron dañadas y los daños directos se calculan en casi 930 millones de dólares.

Afronta Colombia tragedia más grande de su historia por lluvias (19/MAY/2011)



Las inundaciones y deslaves han dejado en el último año 452 muertos, tres millones 445 mil afectados, 465 mil viviendas averiadas, más de 400 carreteras dañadas y miles de hectáreas de cultivos agrícolas anegadas.

Las aguas, que han alcanzado promedios históricos en este mes, han inundado poblados enteros, lo que obligó a evacuaciones masivas para poner a salvo la vida de sus habitantes.

Australia: las peores inundaciones en 50 años (enero 2011)



Tres cuartas partes del estado de Queensland se encuentran en 'estado de catástrofe', la cifra de muertos asciende a 12 y hay decenas de desaparecidos. Brisbane, de más de 2 millones de

habitantes, vio sus calles convertidas en ríos por donde desfilaban embarcaciones desbocadas.

35 de sus 50 suburbios se encuentran completamente anegados, el contenido de las cloacas desbordado y el comercio inoperante

Solo pasa una vez cada 100 años (marzo 2012)



La fuerte lluvia caída en Australia ha provocado graves inundaciones al norte de Brisbane. El servicio de meteorología ha descrito la situación como un auténtico diluvio. Algo, que según dicen, sólo ocurre una vez cada 100 años

Las últimas inundaciones de Pakistán son las segundas peores del mundo (2010)

Las inundaciones en Pakistán han provocado la muerte de al menos 1.200 personas y son ya el segundo peor desastre de estas características de la última década en todo el mundo, (Centro para la Investigación sobre Epidemiología de Desastres-CRED, con sede en Bélgica).

Las peores inundaciones entre 2001 y 2010 fueron las registradas en el 2004 en Haití, donde dos semanas de fuertes precipitaciones provocaron más de 2.500 muertos. Las lluvias monzónicas en India en 2005 causaron alrededor de 1.200 víctimas mortales.

Siete de las once peores inundaciones de la última década han tenido lugar en India, que junto con Pakistán y Bangladesh se enfrentan a un riesgo mayor que otros estados principalmente por la elevada concentración de personas pobres que viven en áreas rurales cercanas a los ríos.

85 Muertos y 3 millones de afectados por inundaciones en Filipinas (2012)



Las graves inundaciones que anegaron Manila y otras 15 provincias del norte del país, han dejado ya 85 fallecidos los damnificados sobrepasan los 3 millones

Los daños materiales causados por las riadas, de momento, se calculan en más de 14,6 millones de dólares entre los daños producidos en las infraestructuras y los destrozos en los campos de cultivo de la zona

Expertos de las agencias internacionales han identificado el chabolismo y la acumulación de basura en el alcantarillado como principales motivos del elevado número de víctimas que causan las lluvias monzónicas en Filipinas.

El Huracán Sandy deja 98 muertos en Estados Unidos (2012)



La costa este de Estados Unidos y sobre todo Nueva York intentan recuperar la normalidad. Cerca de 4,5 millones de hogares y negocios en 15 estados todavía están sin electricidad. El coste económico de la tormenta puede ser exorbitante, del orden de 50.000 millones de dólares.



En Staten Island, la zona de la ciudad más golpeada, los vecinos están indignados con las autoridades, a las que acusan de ignorarlos.

La sensación de seguridad fue violada con el agua entrando a las casas a una gran velocidad y con la gente teniendo que literalmente nadar, trepar y saltar para salvar la vida", dijo el gobernador de Nueva Jersey.

Preocupan las inundaciones en Europa (4-5/JUN/ 2013)



El desborde de los ríos Danubio, Elba y Necker han afectado a importantes ciudades de Hungría, República Checa, Alemania y Austria. Hay miles de evacuados, varios muertos y desaparecidos. Las pérdidas económicas son multimillonarias.

25 víctimas mortales en Chile por inundaciones que afectaron a uno de los lugares más áridos del planeta (04/ABR/2015)

Todavía hay más de 100 desaparecidos tras las fuertes lluvias de la semana pasada que provocaron deslaves, apagones eléctricos y destrozaron miles de viviendas en la región de Atacama, al norte del país, donde se encuentra el desierto más árido del mundo.



hay 30.000 personas afectadas por las inundaciones y cerca de 2.700 personas se quedaron sin hogar en las peores lluvias en la zona en los últimos 80 años y han tenido que ser realojadas por los servicios de emergencia.

Costa Rica decreta emergencia por inundaciones (30/JUN/2015)



Las intensas precipitaciones generaron el desbordamiento de ríos e inundaciones en 216 comunidades de 18 cantones de las zonas Norte y Caribe. "en la última semana en la provincia de Limón cayó el agua equivalente al 75% de todo lo que debería llover durante un mes"

Desbordamiento de los ríos Arauca y Sarare en el occidente de Venezuela afecta a más de 40 mil personas (03/JUL/2015).

Se calificó las inundaciones en la zona como la peor de los últimos 20 años.

Lluvias en el sur de Brasil obligan a evacuar casi tres mil personas (21/JUL/ 2015)



GRAVATAÍ, BRASIL.- Las fuertes lluvias de los últimos días en el estado de Rio Grande do Sul, en el sur de Brasil, golpearon a 64 ciudades y forzaron la evacuación de dos mil 768 personas a refugios públicos, informó el martes Defensa Civil.

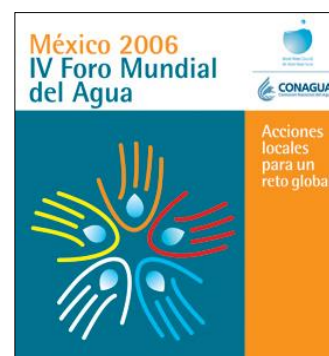
1.2. ALGUNAS CONCLUSIONES QUE SE PUEDEN OBTENER DE LOS CASOS SELECCIONADOS

- La problemática de las inundaciones se presenta en toda la geografía mundial y no solo en regiones de climas muy húmedos, sino también en regiones sub-húmedas, semidesérticas y aún desérticas.
- En los países desarrollados los impactos económicos son comparativamente de mayor magnitud que en los países de menor desarrollo, pero la situación es inversa en relación a la pérdida de vidas humanas.
- Se ve una tendencia a presentar al evento extraordinario (tormenta/crecida) como un elemento imponderable e imposible de gestionar (muy altas recurrencias, mayores eventos registrados, etc), antes que reconocer las condiciones de vulnerabilidad existentes sobre los cuales se podría haber actuado.
- La pobreza y marginación de la población afectada conspira contra la capacidad de preparación, respuesta y recuperación.

En los últimos veinte años los enfoques metodológicos se han orientado a encarar el problema con una óptica técnica y social integrada, que combinando medidas estructurales y no estructurales den lugar a soluciones de adaptación a las inundaciones que tiendan a obtener mayores beneficios socioeconómicos sin comprometer situaciones futuras y sin desmejorar al ambiente. La agenda internacional se muestra muy activa en relación a esta problemática y como eventos principales más recientes de amplia participación y repercusión, se puede mencionar a:

Programa Asociado de Gestión de Crecientes (APFM), iniciativa conjunta de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y de la Global Water Partnership (GWP), desde 2004.

4to Foro Mundial del Agua, realizado en México entre el 16 al 22 Marzo 2006, en el cual el eje temático 5 se dedicó específicamente al **Manejo de Riesgos** y donde se estableció como



Meta: Reducir el riesgo por inundación en un 50% para las personas que viven en zonas de peligro, para el año 2015.

Conferencia Internacional sobre Catástrofes Naturales, organizada por la ONU y Gobierno Alemán en Bonn, entre el 27 al 29 marzo 2006, en el cual se enfatizó el tratamiento de las formas de prevenir sismos, tsunamis, huracanes y otros fenómenos naturales extremos.



5to Foro Mundial del Agua, realizado en Estambul entre el 16 al 22 Marzo 2009, en el cual, el panel sobre Agua y Desastres identificó seis prioridades específicas y cuarenta líneas de acción para prevenir, prepararse, manejar y recuperarse de los desastres relacionados con el agua, ya que sólo en 2008 un total de 321 desastres mataron a 235,816 personas, afectaron a 211 millones y costaron unos 181,000 millones de dólares, por lo que dicho panel apeló a los gobiernos de todas las naciones a aprobar y adoptar esas medidas de manera inmediata.

Meta: Reducir el riesgo por inundación en un 50% para las personas que viven en zonas de peligro, para el año 2015

6to Foro Mundial del Agua, Marsella, Francia 12 al 17 de marzo de 2012



Ante los escasos avances del Foro anterior, se repiten las metas planteadas, reducir en un 50 % el riesgo para el 2015 para las personas que habitan zonas inundables.

2. TIPOLOGIA Y RIESGO DE INUNDACIONES

2.1. SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS INUNDACIONES

Desde el punto de vista antrópico se puede definir en forma general a las inundaciones como la presencia de agua sobre el terreno en lugares, formas y tiempos que resultan inadecuados para las actividades humanas y por lo tanto producen afectaciones económicas, sociales y ambientales.

Resulta claro por lo tanto en esta definición que se conjugan tres elementos que determinan una situación de inundación: el origen o fuente de las aguas, las características naturales del medio físico (complejo relieve-suelo-vegetación) y el tipo de uso y ocupación del espacio.

En la naturaleza el ciclo hidrológico de las aguas implica procesos de precipitación (lluvia, nieve) sobre los terrenos, de la cual parte se infiltra y parte se acumula y escurre sobre la superficie hasta conformar cauces de agua (pequeños ríos y arroyos) que conducen los excesos hacia los cursos principales.

El régimen de lluvias característico de cada zona o región da lugar a la presencia de montos de agua habituales o de extremos tanto de excesos como de déficit que producen fenómenos naturales de crecidas y estiajes de los cursos de agua que a la vez pueden dar lugar a situaciones de inundaciones o sequías.

Por lo tanto la **crecida de un río**, o una **tormenta severa**, son fenómenos naturales que forman parte de los procesos hidrológicos propios de las características meteorológicas y fisiográficas de cada región, mientras que la **inundación** es un concepto de afectación del medio natural y construido producto de la ocupación o utilización del medio.

En forma genérica las inundaciones pueden clasificarse o agruparse para su estudio según distintos atributos: origen, causa, magnitud, impactos que producen y varios más, por lo que de hecho se encuentra en la literatura otras clasificaciones además de las que se indican en este documento. Pero debe quedar claro que esto es sólo estipulativo y en la naturaleza por lo general, las inundaciones se presentan como combinación de sus atributos, aún cuando puedan predominar unos u otros.

Desde el punto de vista del origen de las inundaciones y del tipo de medidas de protección y control que se pueden plantear resulta de utilidad diferenciar las siguientes:

Inundación por desbordamiento de los cursos de agua: se refiere a las zonas ribereñas que son cubiertas por las aguas cuando durante las crecidas importantes se desborda el/los cauces principales.

Inundación por anegamiento debido a lluvias locales: se refiere a los terrenos que son temporalmente cubiertos por las aguas en situación de lluvias importantes y/o intensas, debido a una baja capacidad de infiltración, a la presencia de zonas bajas o deprimidas y deficiencia de la red de avenamiento.

Inundación por anegamiento debido al afloramiento de agua subterránea: se refiere a los terrenos que son anegados debido al ascenso de la capa freática con motivo de lluvias prolongadas y tratarse de zonas topográficamente bajas.

En cualquiera de los casos identificados la magnitud e importancia de la inundación debe determinarse teniendo en cuenta la extensión areal (superficie ocupada por las aguas), la profundidad media o característica de las aguas y el tiempo de permanencia de las mismas.

Desde el punto de vista del medio en el que impartan, del tipo de ocupación del espacio, de la densidad de población afectada y del nivel de riesgo que se asume para las medidas de protección, se pueden considerar dos grandes tipos de inundaciones

Inundaciones Urbanas: impactan fundamentalmente sobre la población, sus viviendas y toda la infraestructura de servicios disponibles (energía, comunicaciones, transporte, etc.). Las medidas de protección y control deben tener en cuenta la trama urbana y las obras de conducción que se utilizan deben ser subterráneas.

Inundaciones Rurales: impactan fundamentalmente sobre la producción agropecuaria y los medios de producción. Permite una mejor ubicación de medidas de control y protección, pudiendo las obras de conducción ser a cielo abierto.

Desde el punto de vista de la previsibilidad, también se pueden considerar dos grandes tipos:

Inundación por crecidas repentinas (flash flow): son las provocadas por lluvias intensas en cuencas locales de tiempo de respuesta muy corto, generalmente en áreas de relieve movido, de tipo aluvional y/o torrencioso. El tiempo de prevención se mide en horas y minutos

Inundación por crecidas lentas: son las provocadas por aporte de cursos de agua lejos del lugar de impacto, o por acumulación de lluvias en zonas de llanura. El tiempo de previsión se mide en días

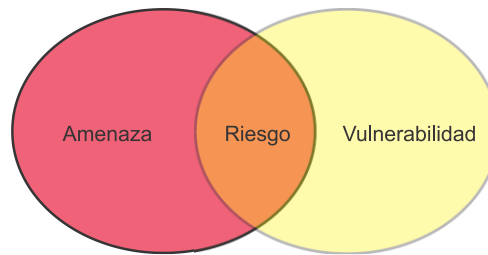
2.2. SEGÚN EL RIESGO

En un extenso trabajo sobre los conceptos de Riesgo y Vulnerabilidad, Cardona (2001) reconoce que *“no existe en realidad una concepción que se pueda decir unifique las diferentes aproximaciones o que recoja de manera consistente y coherente los diferentes enfoques”*

Quizás el error está en insistir en encontrar una sola definición de riesgo, cuando en realidad el concepto de riesgo es absolutamente genérico y no queda establecido hasta que no se refiere a riesgo de qué? Sin pretender agotar la discusión, se indican a continuación algunos conceptos que son habitualmente empleados por diferentes especialistas que se refieren al tema de inundaciones, Herzert et al (2009).

El Riesgo de afectación por inundación, se refiere a la posibilidad de una zona de sufrir afectaciones y daños físicos, económicos, ambientales y sociales, o sea que se trata de un concepto muy amplio que involucra todas las dimensiones posibles. Depende de la “amenaza”, riesgo hidrológico de las lluvias y/o crecidas y de la vulnerabilidad del medio (capacidad de resistir a la amenaza). La vulnerabilidad del medio a su vez depende de la susceptibilidad propia del área inundada (de todo tipo) y del riesgo de obras de protección, cuando se disponen.

El Riesgo hidrológico de la amenaza, es la probabilidad de que se superen determinadas magnitudes del fenómeno considerado: caudal pico, altura máxima, volumen o duración de una crecida o cantidad e intensidad de lluvia.



A partir de este esquema se ve claramente que el riesgo de inundación puede aumentar o disminuir por que se modifica la amenaza o la vulnerabilidad o ambas. Pero debe tenerse en cuenta que:

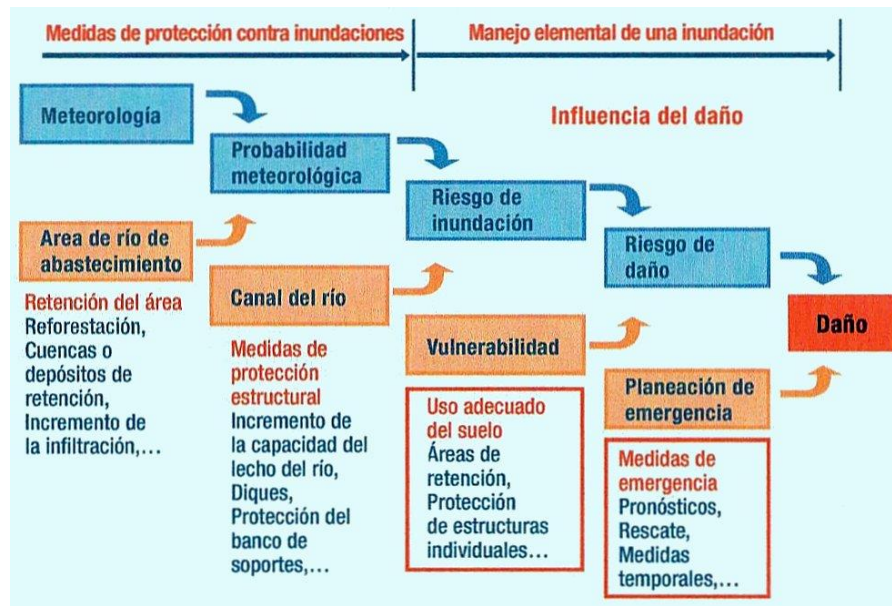
- El cambio climático, de responsabilidad global, da lugar a una mayor frecuencia de tormentas intensas y crecidas extraordinarias.
- La ocupación de los valles de inundación y otras acciones antrópicas, de responsabilidad local, aumentan la vulnerabilidad

Rosengaus (2005) plantea en términos de disyuntiva la importancia de la Vulnerabilidad vs. Cambio Climático, cual enfatizar en el manejo de riesgos? En sus conclusiones y con relación al aumento del nivel de riesgo al que están sometidas las poblaciones ubicadas a la vera de los cursos de agua, hay una tendencia de la sociedad en su conjunto (incluidos los gobernantes) a sobrestimar la incidencia del cambio climático y por lo tanto a globalizar las medidas de mitigación y la responsabilidad de su implementación. Sin embargo y sin dejar de reconocer que ambas cuestiones están incidiendo, resulta claro que en la mayoría de los casos que se presenta en nuestros países, el incremento de la vulnerabilidad local es la preponderante en el creciente aumento de riesgo.

El **Riesgo de colapso de obras**, corresponde a posibilidad de falla de obras de control y protección contra inundaciones. Depende del riesgo hidrológico de la amenaza, de los coeficientes de seguridad de dimensionamiento de las obras y de las medidas adicionales de protección de las propias obras. Define el grado de seguridad de las obras.

El **Riesgo de daño por inundación** será entonces la probabilidad de que una zona protegida o no sufra afectaciones de distintos tipos (infraestructura, actividades productivas, viviendas, población, etc.)

Por lo tanto y como se expresa en el Documento Temático 5 del IV Foro Mundial del Agua (2006): *“el daño debido a inundaciones se puede describir como resultado de una cadena de interacciones como puede verse en la Figura. Las inundaciones resultan de una precipitación excesiva y/o proceso o reducción de nevada en conducción debido a sedimentación, obstrucciones de hielo o vías fluviales inadecuadas en obras en el cruce de drenajes. Existe un cierto equilibrio entre el paisaje, la geología y el clima. Cualquier exceso se derrama, sale del canal normal inundando las áreas contiguas, moviliza la carga del lecho y reconfigura el río y el paisaje circundante. A veces, estas inundaciones y cambios naturales de paisaje afectan la infraestructura económica y causan daños”*



El daño como resultado de una cadena de interacciones

Fuente: IV Foro Mundial del Agua (2006)- ICPR (International Commission for the Protection of the Rhine River)

3. LAS INUNDACIONES POR DESBORDAMIENTO DE CURSOS FLUVIALES (ESTADO DE SITUACIÓN)

Resulta claro que todos los cursos de agua pequeños o grandes, permanentes o transitorios, de montaña o de llanura, presentan un escurrimiento que se considera de aguas normales o medias mientras escurre dentro de su cauce principal.

Cuando se producen procesos de crecidas importantes debido a severas precipitaciones en su cuenca de aportes, la evacuación del escurrimiento que se genera se resuelve de diferentes formas según las características morfo-fluviométricas de cada curso. En cursos con fuertes controles estructurales, encajonados, es muy probable que solo se manifieste como una elevación del nivel de agua, sin producir desbordamiento. En los cursos de agua que responden a procesos de modelado fluvial, se encontrará una planicie aluvial que conforma el valle de inundación que es ocupado en mayor o menor extensión según la magnitud de la crecida.

Cuando los valles de inundación son frecuentemente cubiertos por las aguas de desborde, se crea una mayor conciencia de que se trata de zonas inundables de difícil ocupación para actividades permanentes, pero cuando el anegamiento por las aguas es poco frecuente, esta conciencia baja o simplemente se ignora la condición de inundabilidad de la zona y se avanza en su ocupación, Paoli et al (1997, 2000).

Existen cursos en los cuales se evidencia geomorfológicamente un valle de inundación activo, aún cuando en la historia reciente no hay registros de que haya sido cubierto por las aguas. En estos casos es más evidente el avance de la ocupación por parte del hombre de estos valles de inundación.

Como consecuencia de lo anterior, **muchas poblaciones del país y del mundo** (no solamente las grandes ciudades) se encuentran construidas en las cercanías de ríos y arroyos y -por efecto del desarrollo urbano- **cada vez más invaden los valles** de inundación. La falta de estudios de delimitación de áreas de riesgo, la ausencia de reglamentación de uso del espacio y muchas veces la irresponsabilidad de urbanistas y gobiernos municipales da lugar a la ocupación de áreas inundables que, indefectiblemente, serán afectadas por crecidas extraordinarias.

Las soluciones tradicionales pasan por la construcción de defensas de distintos tipos, que presentan, en general, varios problemas: Se crea en la zona protegida una **exagerada sensación de seguridad**, que incrementa los asentamientos humanos y por lo tanto, son mayores los daños si la defensa es sobrepasada; **no se atiende adecuadamente el mantenimiento y conservación de las obras** (que es muy costoso), lo cual produce problemas de erosión y debilitamiento; en la mayoría de las zonas protegidas no se ha resuelto adecuadamente el **problema de la conducción, disposición y bombeo de los excedentes pluviales internos**.

Todas las obras de control y protección contra inundaciones se proyectan y construyen para soportar una crecida de una determinada magnitud, asociada a una probabilidad de ocurrencia. Ninguna obra se proyecta para controlar o proteger para siempre de la crecida más grande posible; por lo tanto, no hay ninguna zona que esté absolutamente segura de que "nunca más se volverá a inundar". **Pretender hacer obras que eliminen totalmente el riesgo de inundación es absolutamente antieconómico**. El mayor o menor nivel de seguridad que se asume depende de las consecuencias esperadas -para el caso de que sea superada la crecida- que se adoptó para el proyecto. Lamentablemente esta cuestión no es bien entendida por la población y muchas veces por las mismas autoridades y constantemente aumenta la presión por mas y mayores obras.

Una obra bien estudiada y proyectada debe comportarse con suficiente margen de seguridad como para evitar situaciones imprevisibles, sin embargo, nos encontramos con que muchas obras no están adecuadamente estudiadas y dimensionadas y por lo tanto su grado de vulnerabilidad es muy variable. **En la mayoría de los casos no se han efectuado los estudios de impacto por catástrofe**, ante la situación de que las obras sean superadas o destruidas. A menudo, el plan de operación del sistema de obras, que incluye el monitoreo permanente, el mantenimiento de las estructuras principales y complementarias y el plan de acciones en situaciones de emergencia, no existe o no se ha llevado a cabo. Otras veces, **la disputa entre jurisdicciones** (nacional, provincial o municipal) **sobre la responsabilidad atinente a las obras, resta eficiencia a la administración de las mismas**, Paoli et al (2003).

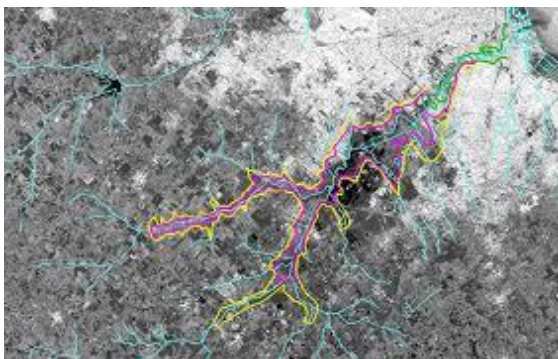
La mayor frecuencia de crecidas extremas y de lluvias excepcionales son ciertamente una causa concreta del incremento de los problemas de inundación, pero de ningún modo se puede pensar que estos hechos son impredecibles, ni mucho menos pensar en que se trata de una fatalidad, Paoli et al (2010).



Creció el río Luján y el agua acecha la emblemática basílica (01-11-12)



El arroyo Ludueña se desbordó y anegó calles y viviendas en la zona rural de Nuevo Alberdi, barrio Antena y zonas de Empalme Graneros (21-10-12)



Problemática de la Cuenca Matanza-Riachuelo: las inundaciones periódicas, los altos niveles de contaminación y un incontrolado desarrollo urbano e industrial

4. LAS INUNDACIONES URBANAS POR LLUVIAS EXTRAORDINARIAS (ESTADO DE SITUACIÓN)

Al urbanizarse una zona determinada, el ciclo hidrológico sufre, entre otros, dos grandes cambios. El primero es el aumento del escurrimiento por el incremento de las áreas impermeables, y el segundo está motivado por la existencia de conductos hidráulicos más eficientes que los cauces naturales, lo que redunda en un aumento de las velocidades del flujo y por lo tanto, en un incremento de los caudales máximos, Bertoni et al (2004), Tucci (2007).

Este proceso en constante aumento ha generado que las redes existentes de desagües pluviales urbanos queden sin capacidad para descargar los volúmenes precipitados y en consecuencia se inundan las ciudades cada vez con mayor frecuencia. Los anegamientos se producen por diversos orígenes:

- la lluvia que no es captada por las bocas de tormentas, insuficiencia de los conductos, agua excedente de áreas topográficamente dominante y el surgimiento de agua conducida a presión
- La irregularidad del relieve superficial con zonas puntuales deprimidas o calles y terraplenes sobreelevados
- Se producen flujos superficial y subterráneos diferentes, produciéndose una desigual concentración de los mismos y por lo tanto una difícil captación.
- Las situaciones más desfavorables se presentan en el caso de pequeños cursos y arroyos que han sido entubados y cuyas dimensiones son muy escasas para los caudales excedentes que deberían recibir.

A la población urbana y muchas veces a los propios funcionarios municipales, les resulta difícil comprender que los desagües urbanos no están diseñados ni preparados para evacuar toda tormenta máxima que se produzca y por lo tanto cada vez que se excede las intensidades de proyecto (entre 2 y 10 años, según la importancia del colector), necesariamente se producirán excedentes superficiales. Tampoco se comprende adecuadamente que las calles son parte del sistema de desagües, denominado sistema mayor para complementar el sistema menor, que son los conductos. Por lo tanto las calles deben conservar un diseño hidráulico de sección transversal y de pendiente longitudinal, que posibiliten el escurrimiento eficiente de los excedentes.

Una de las grandes deficiencias que se presentan en las ciudades es la fragmentación sectorial en los temas relacionados con la gestión de excedentes pluviales, entre las áreas de planeamiento urbano, de medio ambiente y recolección de residuos, de mantenimiento de calles y pavimentación con el área de hidráulica o desagües urbanos. Esto se traduce también en un deficiente control gubernamental

A esto se le suma la falta de conciencia de la población respecto a la tremenda incidencia que tienen los residuos sólidos que arrojan en cualquier sitio, sobre la eficiencia de la captación y conducción de excedentes. En los casos extremos esta falta de conciencia se manifiesta como vandalismo que roba y destruye las obras de captación y conducción

Un resumen de noticias periodísticas muestra los efectos de esta fragmentación y falta de conciencia ciudadana.

Edición Online | 01-11-2012 | 15:52

CON LA OBRA MEDIANTE LA CUAL EL MUNICIPIO PREMIA A LOS CONTRIBUYENTES

En barrio Transporte hicieron la vereda pero taparon el desagüe

En una cuadra de Padre Genesio al 2900 ocuparon con la vereda nueva el espacio del desagüe a cielo abierto y el agua permanece estancada durante días. Los vecinos reclaman también la obra de cloacas.



Edición Online | 16-09-2008 | 13:41

UNA MANZANA ES LA AFECTADA

Conexiones clandestinas de agua anegaron a vecinos de Santa Marta

Una manzana del barrio es la que se encuentra afectada por una o varias pérdidas de las cañerías clandestinas que decidieron colocar los vecinos ante la imposibilidad de acceder a la red de agua potable. Tras el problema, varias son las consecuencias que tienen que enfrentar y piden la urgente intervención de Aguas Santafesinas.



"Con la necesidad que hay en el norte de la provincia, acá nos damos el gusto de derrochar agua". Con esa frase, Roberto Antonio Méndez describió la gravedad del problema suscitado en un sector de barrio Santa Marta, más precisamente en la manzana que conforman las calles Cañerata, La Pampa, Garmendia y Santa Cruz.

El problema originado está vinculado a una pérdida, o tal vez varias, de las conexiones clandestinas que un grupo de vecinos realizó frente a la imposibilidad de acceder a la red de agua potable, al parecer a raíz de la negativa de la empresa Aguas Santafesinas de realizar las instalaciones al caño madre que pasa por el barrio y provee del líquido vital a varias familias. "No quiero culpar a nadie por el tema de las conexiones, ya que las hicieron por una cuestión de necesidad. Lo que pido es que vengan de Assa a solucionar la situación y posteriormente que nos brinden el servicio de agua potable".

www.elfinanciero.com.ar

ÁREAMETROPOLITANA

EL LITORAL, 11 DE SEPTIEMBRE DE 2011

UN RIESGO PARA LOS PEATONES



Bocas de tormenta: el deterioro se produce por abandono y robo

www.elfinanciero.com.ar

ÁREAMETROPOLITANA

MARTES 16 DE AGOSTO DE 2006

EL MUNICIPIO PIDE COLABORACIÓN A LOS VECINOS PARA MANTENER LOS CANALES LIMPIOS

Continúan retirando residuos de gran porte de los desagües

Las tareas de limpieza son constantes. Pero la gran cantidad de basura que se tira impide el normal escurrimiento del agua de lluvia. En marzo el municipio presentó una denuncia en la Justicia por este tema.



En febrero de este año, EL LITORAL publicó el reclamo de vecinos de barrio Barranqueiras. Piden por la limpieza de los desagües y denunciaban a otros vecinos por amparar basura en ellos.

Clarín.com - Ciudades - 30/10/12

Dos muertos, más de 3.400 evacuados y serios trastornos

LA CIUDAD Y EL GBA BAJO EL AGUA Un hombre se ahogó en Laferrere y una mujer se electrocutó en Lanús. Hubo 739 colegios sin clases y muchas zonas sin luz. En la Ciudad el agua arrastró autos e inundó la zona comercial de Belgrano.



Un río en la calle. Un grupo de chicos juega en la completamente inundada Ruta 3, a la altura del kilómetro 33, en González Catán. La Matanza fue el partido más afectado. / DIEGO WALDMANN

El temporal en Santa Fe dejó evacuados, cortes de luz y calles inundadas

Durante la madrugada cayeron más de 240 milímetros de agua. Nueva alerta meteorológica. **Las imágenes.**

Martes 25 del Octubre de 2011 | 07:13



5. LAS INUNDACIONES RURALES POR LLUVIAS EXTRAORDINARIAS (ESTADO DE SITUACIÓN)

El panorama es también complejo en las inundaciones que se producen en zonas rurales fuertemente intervenidas con obras viales, canales, bordos y algunos terraplenes de defensa (no siempre construidos con suficientes estudios), que modifican permanentemente la dinámica de escurrimiento.

Bajo estas condiciones el manejo de los recursos hídricos de la región se efectúa en un marco de optimizar los beneficios individuales (a lo que aspira cada productor o propietario afectado), de comunidades (necesidades de cada pueblo o ciudad) o de sectores (requerimiento de producción agropecuaria, de mantener las vías de comunicación, etc.), tanto desde el punto de vista privado como del estado. Esto que resulta válido y comprensible desde cada punto de vista propio, es difícil (cuando no imposible) de lograr en términos de optimizar los beneficios del conjunto. Ello es así, por cuanto muchas veces las acciones o soluciones propuestas son incompatibles o conflictivas entre sí o con las condiciones del medio ambiente.

En condiciones de aguas normales, estos conflictos no se manifiestan y eso permite que cada individuo, comunidad o sector maneje la disponibilidad de agua con su propia óptica sin aparentes problemas. Difícilmente se toma conciencia de la complejidad y limitaciones del medio ambiente donde desarrolla sus actividades.

Las obras de saneamiento hídrico (canales) en áreas cuya característica natural era inundarse cíclicamente (cada 3 a 5 años), inducen un desarrollo adicional con intensificación de actividades y consiguen una respuesta agrícola espectacular en años normales o húmedos no extremos, pero cuando se presentan situaciones de mayor recurrencia (25, 50 o más años) para los cuales no están preparadas, los anegamientos que lógicamente se producen, dan lugar también a daños espectaculares. Esta situación se torna grave si las obras colectoras principales que debieron construirse con anterioridad no se han completado.

Por otra parte, el desarrollo de la infraestructura vial ha producido importantes modificaciones en la dinámica hídrica. Según la disposición de los caminos, con relación a las pendientes del terreno, se pueden convertir en canales o verdaderos endicamientos para las aguas. Como las obras de paso (puentes y alcantarillas) son costosas, en comparación con el costo del terraplén, hay una tendencia a tener menores luces de paso de lo que se necesita y como consecuencia de la insuficiencia de estas obras, muchas veces son destruidas por las crecidas.

Por ello, en situaciones de excesos extraordinarios los conflictos y problemas afloran en forma exponencial y todo el sistema socioproductivo entra en crisis. En las zonas o regiones en las cuales no se dispone de un pormenorizado estudio previo ni de una preparación para enfrentar los embates de grandes inundaciones, la situación típica que se presenta se manifiesta de diferentes formas, Paoli (2003):

- En general los propietarios privados y las poblaciones levantan rápidamente su voz para responsabilizar al Gobierno por no haber “previsto” la situación y muchas veces por no haber realizado obras que supuestamente hubieran evitado los daños.
- El Gobierno tiene la tendencia a actuar en forma reactiva, justificando que la situación extrema que se presenta es de una magnitud que “nunca” se había presentado o era “muy difícil de prever”. No se dispone en la mayoría de los casos de una evaluación técnica-económica de la pertinencia o no de las supuestas obras que hubieran resuelto el problema, por lo cual no hay una posición tomada al respecto.

- En los lugares más críticos desde el punto de vista de las afectaciones, se reclama al Gobierno que se tomen urgentes medidas para “solucionar” los problemas, proponiendo muchas veces obras de emergencia que muchas veces resultan de dudosa efectividad, difícilmente ejecutables en corto tiempo o con impactos en otros lugares o sectores.
- Nuevamente el Gobierno se encuentra con el dilema de dar “alguna respuesta” ante la emergencia, en tiempos que son incompatibles con los de ejecución de obras, cuando éstas se pretenden hacer con el suficiente respaldo técnico y termina con algunas respuestas de compromiso o solo con asistencialismo, que es casi lo único que puede hacer.
- En muchos casos ante la supuesta falta de respuesta o soluciones, los afectados directos deciden intervenir por su cuenta, cortando rutas o terraplenes, cerrando alcantarillas, construyendo o elevando terraplenes, excavando canales, etc., todo ello con consecuencias imprevisibles, a veces inocuas y otras trasladando o incrementado los impactos.
- En otros casos son los propios técnicos o autoridades locales los que, bajo la presión de los reclamos, emprenden estas acciones con las mismas consecuencias mencionadas.
- En la medida que la inundación se prolonga en el tiempo, comienzan a proliferar las comisiones o comité de emergencia en distintos niveles, en cada pueblo, entre los productores de determinadas zonas, en los organismos que deben intervenir, a nivel provincial y a nivel nacional.
- El objetivo central de todas estos Comité de emergencia es la coordinación de acciones y optimización de los esfuerzos. El principal problema que tienen es que no disponen de un Plan de acción previamente pensado y entonces surge a la luz las principales limitaciones para la toma de decisión: falta o escasez de conocimiento e información.
- Generalmente cuando los grupos que se forman en un Comité, comienzan a disponer de conocimiento y ajustan mecanismos de coordinación, o no tienen fondos para pasar a acciones concretas o prácticamente se pasó la inundación y no tiene sentido continuar con los mismos.



Casi tres millones de hectáreas del sur de la Provincia de Santa Fe se inundaron con las lluvias de las últimas dos semanas, que promediaron 450 milímetros, tres veces más que la media de la última década para el mes de octubre. Hay pérdidas en los cultivos de maíz, girasol, cebada, trigo y garbanzo. (01-11-12)

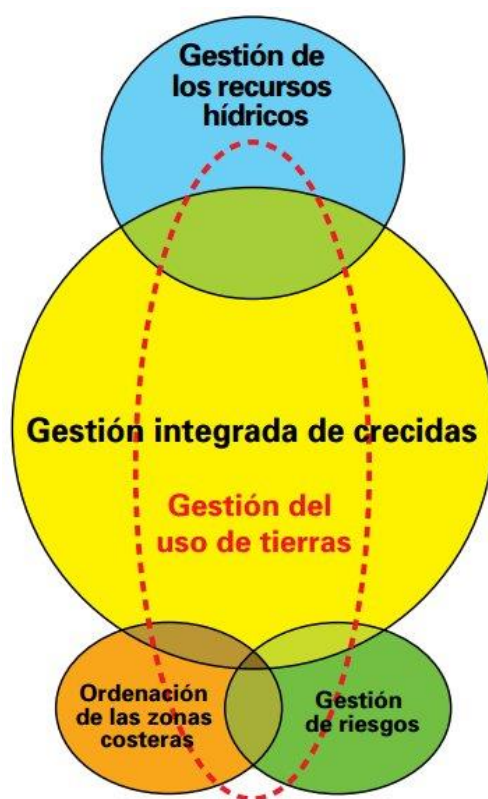


En la provincia de Buenos Aires hay más de 9 millones de hectáreas bajo el agua. El campo reclama “medidas urgentes” por las inundaciones. Desde la Federación Agraria Argentina reclamaron “medidas urgentes de asistencia” y destacaron el drama en las tierras agropecuarias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba. (02-11-12)

6. EL ENFOQUE DE LA GESTION INTEGRADA DE CRECIDAS

6.1. CONCEPTOS GENERALES

Según las definiciones de la Asociación Mundial del Agua [Global Water Partnership (OMM-GWP, 2004)] la gestión integrada de los recursos hídricos es “un proceso destinado a promover la gestión y el desarrollo coordinados de los recursos hídricos, los suelos y los recursos conexos, con vistas a maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales” “La gestión integrada de crecientes (GIC) es un proceso que promueve un enfoque integrado, y no fragmentado, en materia de gestión de crecientes. Integra el desarrollo de los recursos de suelos y aguas de una cuenca fluvial en el marco de la GIRH, y tiene como finalidad maximizar los beneficios netos de las planicies de inundación y reducir al mínimo las pérdidas de vidas causadas por las inundaciones.”



Modelo de gestión integrada de crecientes

Fuente: OMM – GWP (2009) Gestión integrada de Crecientes – Documento Conceptual.

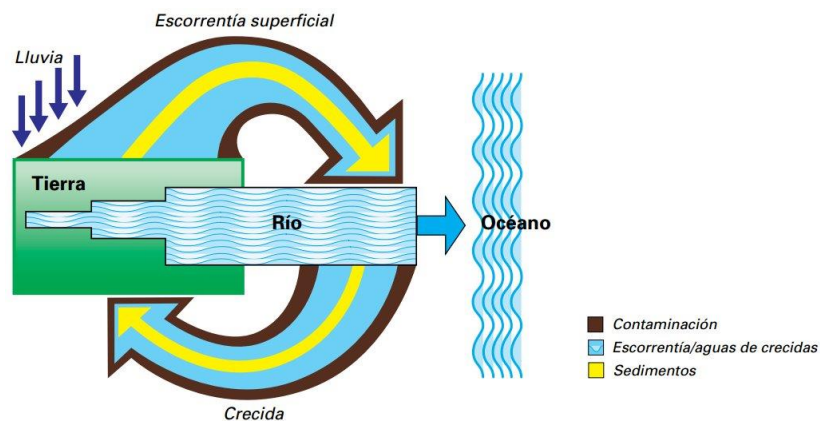
Por consiguiente para un plan de gestión integrada de crecientes se deben tomar en cuenta los cinco elementos esenciales siguientes, que se derivan lógicamente en el marco de la gestión integrada de los recursos hídricos:

- Gestión del ciclo hidrológico en su conjunto
- Gestión integrada de la tierra y las aguas
- Adopción de una combinación de estrategias óptima
- Garantía de un enfoque participativo
- Adopción de enfoques de gestión integrada de los riesgos

La descripción de cada uno de estos componentes es la siguiente:

6.2. ADOPCIÓN DE LA CUENCA COMO UNIDAD DE PLANIFICACIÓN (GESTIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO EN SU CONJUNTO Y GESTIÓN INTEGRADA DE LA TIERRA Y LAS AGUAS)

Es importante la consideración de que las crecidas son solo parte del funcionamiento hidrológico de una cuenca que se manifiesta por el escurrimiento empuntado de los cursos de agua durante los períodos lluviosos y adquieren su mayor relevancia con los eventos meteorológicos extremos. Pero que cualquier intervención sobre las mismas debe tener en cuenta su relación con las aguas de almacenamientos y el agua subterránea y su incidencia en los períodos no lluviosos de déficit.



Interacción entre los medios hidrológicos y la tierra

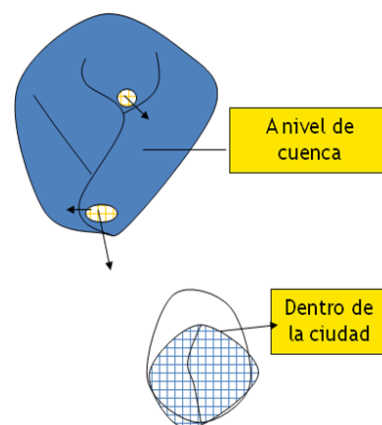
Fuente: OMM – GWP (2009) Gestión integrada de Crecientes – Documento Conceptual.

Por otra parte se debe impulsar la Integración de:

- Gestión de aguas y tierras
- Aguas arriba y aguas abajo
- Medidas locales y a nivel de cuenca
- Toma de decisiones de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba
- Integración funcional de instituciones
- Gestión transfronteriza

Esto da lugar a que se presenten dos niveles de intervención y planificación, según se observa en el gráfico siguiente:

- Nivel de Cuenca: espacio donde se originan los principales procesos hidrológicos que luego pueden proveer del recurso agua, pero también impactar a las ciudades.
- Nivel Municipal: es el espacio de desarrollo urbano considerando muchas cuencas urbanas pequeñas.



6.3. ADOPCIÓN DE UNA COMBINACIÓN DE ESTRATEGIAS ÓPTIMA

Las estrategias a adoptar implican opciones de intervención, medidas estructurales y no estructurales, vinculadas a las mismas, como se indica en el cuadro del documento OMM-Nº 1047 (2009), que se muestra a continuación.

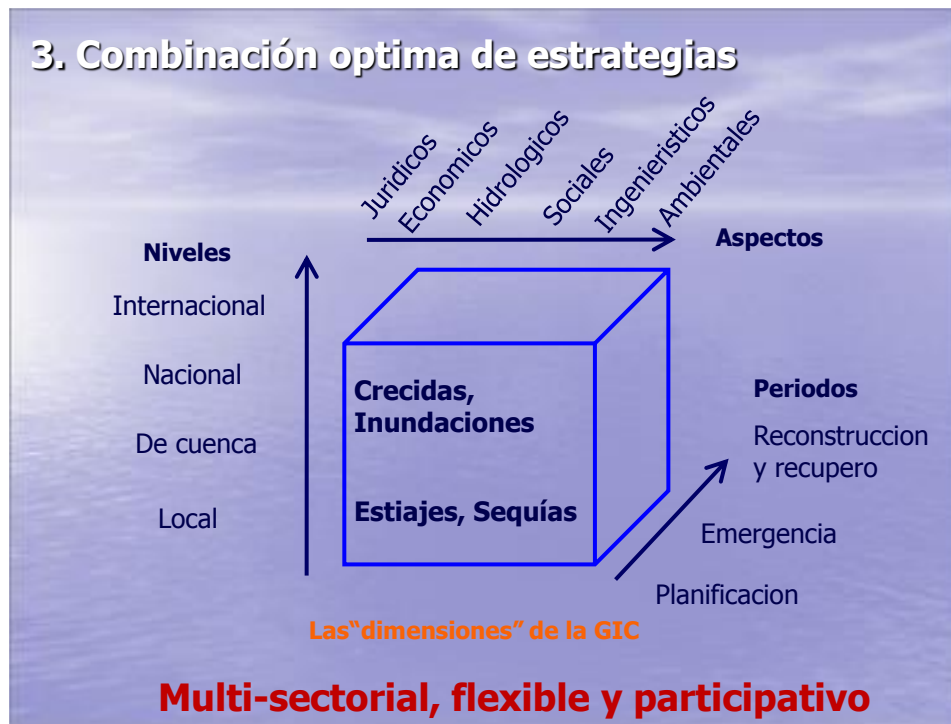
Estrategia	Opciones
Reducir las inundaciones	Presas y embalses
	Diques, malecones y obras de contención
	Desviación de avenidas
	Ordenación de cuencas
	Mejoras a los canales
Reducir la vulnerabilidad a los daños	Regulación de las planicies de inundación
	Políticas de desarrollo y reaprovechamiento
	Diseño y ubicación de las instalaciones
	Normas para viviendas y construcciones
	Protección de elementos situados en zona inundable
	Predicción y alerta de crecidas
Atenuar los efectos de las inundaciones	Información y educación
	Preparación en caso de desastres
	Medidas de recuperación después de la inundación
	Seguro contra inundaciones
Preservar los recursos naturales de las llanuras de inundación	Determinación de zonas y regulación de las planicies de inundación

Estrategias y opciones para la gestión de crecidas

Fuente: OMM – GWP (2009) Gestión integrada de Crecientes – Documento Conceptual.

El tipo de estrategia y la combinación óptima de opciones dependerá de las características fisiográficas e hidrológicas de la cuenca y sistema fluvial y de la tipología de crecidas e inundaciones a gestionar y por supuesto del tipo de ocupación, población, grado de desarrollo y condiciones socioeconómicas.

Por lo tanto será muy importante considerar en forma conjunta las diversas dimensiones de la GIC, como se muestra en el gráfico siguiente.



6.4. GARANTÍA DE UN ENFOQUE PARTICIPATIVO

En una cuenca la apropiación de beneficios del uso y control de los recursos hídricos puede ser privada y/o pública, mientras que la preservación de los mismos es un bien común y por ello los costos deben ser afrontados por el conjunto de la sociedad. Específicamente para el caso de inundaciones los impactos se producen en terrenos que son de dominio privado y público y los daños que se producen deben ser afrontados por los propios afectados y por la sociedad en su conjunto. También las propuestas de ciertas medidas de urgencia o definitivas afectan intereses privados o generan a menudo conflictos para cuya resolución se debe disponer de los mecanismos aptos para la participación de todos los actores sociales involucrados. Por ello resulta imprescindible desarrollar las acciones necesarias para:

- Asegurar la implementación de planes de gestión integrada de crecientes con pleno apoyo del público
- Asegurar la sostenibilidad de los planes y las decisiones asociadas
- Construir un consenso y apoyo público a las opciones de gestión de crecidas seleccionadas
- Construir el compromiso de los involucrados

6.5. ADOPCIÓN DE ENFOQUES DE GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RIESGOS

En el documento OMM-Nº 1047 (2009) referido a la Gestión integrada de Crecientes, se dice:

“Se acostumbra decir que la sociedad moderna es una “sociedad de riesgos”. La incertidumbre y la gestión de riesgos son características definitorias, en lugar de representar inconvenientes. Se reconoce que la idea de “riesgo” es un concepto social que ha sido concebido sobre la base de los efectos, tanto acumulativos como a corto plazo, de procesos sociales y económicos, y que se define como las condiciones que resultan molestas para la sociedad. Por consiguiente, la gestión de riesgos es un componente necesario del proceso de desarrollo, esencial para lograr un desarrollo sostenible. Los riesgos de inundación guardan relación con las

incertidumbres hidrológicas. Nuestro conocimiento de las condiciones presentes es incompleto y, por lo general, solamente tenemos una comprensión parcial de la índole de los procesos causales de los fenómenos. Es imposible predecir con certeza la magnitud de los cambios futuros, ya que esos cambios podrían ser aleatorios (por ej., la variabilidad climática), sistémicos, (por ej., el cambio climático) o cíclicos (como ocurre con El Niño). Con todo, la incertidumbre hidrológica podría estar subordinada a incertidumbres sociales, económicas y políticas. Por ejemplo, es de esperar que los cambios más importantes y más difíciles sean resultado del crecimiento demográfico y de la actividad económica.”

6.6. MANEJO (O GESTIÓN) INTEGRADO DE RIESGO

Según la terminología de la EIRD (2004), el **manejo del riesgo** en los desastres consiste en el “conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas, estrategias y fortalecer sus capacidades a fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos consecuentes.” Esto involucra todo tipo de actividades, incluyendo medidas estructurales y no-estructurales para evitar (prevención) o limitar (mitigación y preparación) los efectos adversos de los desastres.

Un enfoque de manejo integrado de riesgos está conformado por acciones sistemáticas en tres grandes etapas o ciclos:

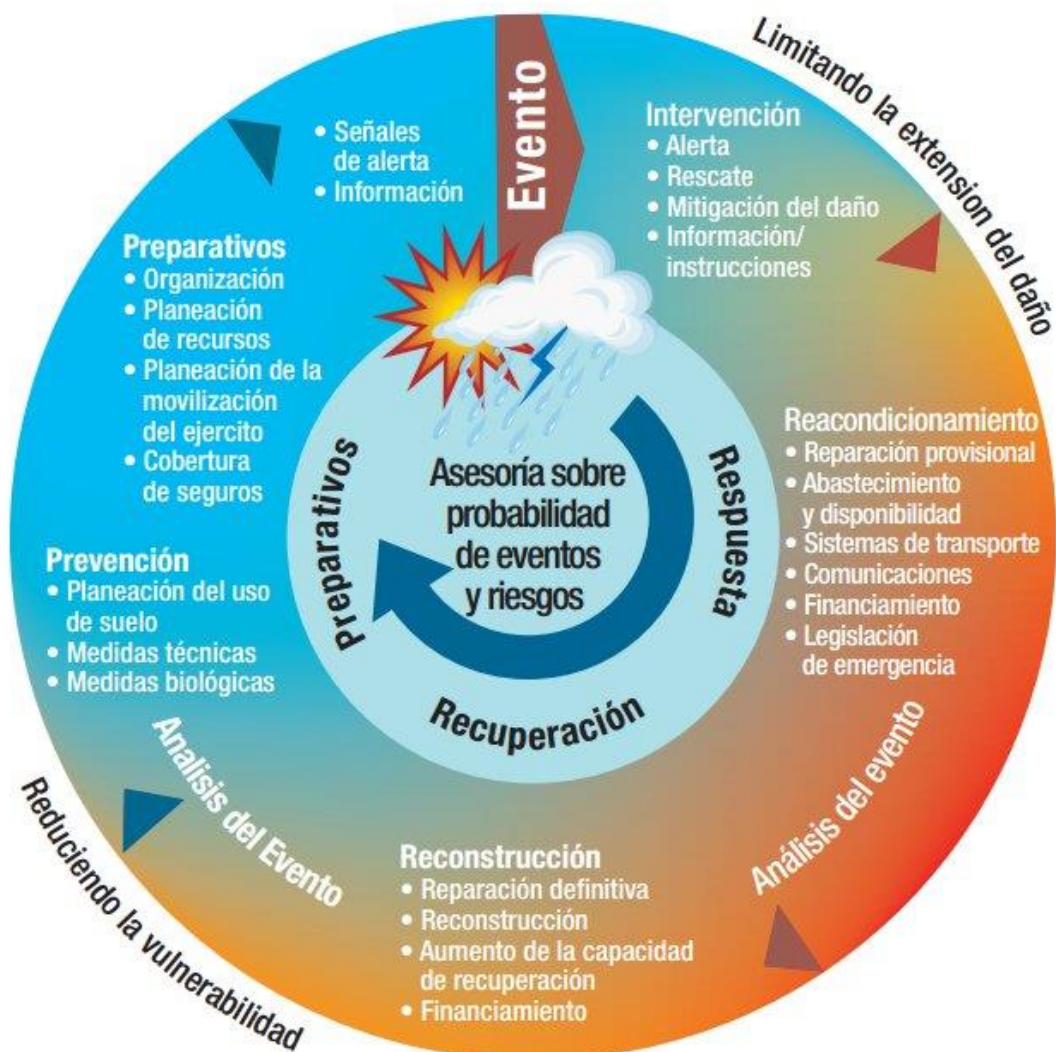
- Preparación
- Respuesta
- Recuperación.

La **preparación** consiste en medidas preventivas y precautorias para enfrentar un evento antes de que ocurra. Apunta a minimizar el efecto de las actividades del desarrollo para que no acentúen la magnitud del peligro, sino reduzcan la exposición a los peligros naturales y minimicen la vulnerabilidad socio-económica de las personas y los recursos materiales expuestos. La prevención trata de planificar a largo plazo y está incorporada al proceso de desarrollo. La preparación trata de reducir la vulnerabilidad a nivel local y limitar la magnitud de impacto adverso del evento inevitable en el corto plazo. La inversión en medidas estructurales es necesaria para alcanzar un determinado grado de protección, pero no es suficiente y la estrategia también debe incorporar medidas no-estructurales y debe hacer frente a los riesgos.

La etapa de **respuesta** consiste en medidas que limitan los efectos de exposición a un peligro y su duración. Se enfoca principalmente en alertar a las personas, rescatar a las víctimas y proporcionar ayuda en caso de ser necesario. También incluye medidas inmediatas para prevenir mayores impactos adversos, el reacondicionando provisional de infraestructura importante y la documentación de los eventos.

La fase de la **recuperación** consiste en permitir que las actividades económicas y sociales regresen a la normalidad con el mínimo retraso. También involucra el análisis del desastre para aprender las lecciones pertinentes e integrar las medidas correctivas en la prevención y la preparación de los planes.

Al respecto resulta ilustrativo el gráfico presentado en el Documento Temático 5 del IV Foro Mundial del Agua (2006), que se muestra a continuación:



Ciclo del Manejo de Riesgos

Fuente: IV Foro Mundial del Agua (2006), Swiss Confederation, The Cycle of integrated risk management
Protección Civil Suiza

En dicho documento se expresa que la efectividad del ciclo del manejo del riesgo para reducir la exposición al peligro y los daños depende de la voluntad política para aplicar los principios del manejo de riesgos en el desarrollo de planes, la existencia de responsabilidades institucionales bien definidas y un proceso democrático de consulta y control social con una gobernabilidad eficaz. Consiste, además, en un cambio fundamental de la respuesta y la reacción al desastre, hacia la anticipación y mitigación.

Las estrategias para minimizar los riesgos variarán considerablemente según el tipo de peligro y la sociedad. Mientras el cambio climático global puede realmente modificar la frecuencia de los peligros y los ciclos hidrológicos, afecta en un grado mucho menor la "exposición" y la "vulnerabilidad"; ésta última se ha visto influenciada esencialmente por la expansión de población mundial y las actividades de desarrollo en las áreas de alto riesgo.

Dado que no puede alcanzarse la seguridad absoluta frente a los riesgos, una pregunta básica es: qué tan lejos deben llegar los esfuerzos por proteger una comunidad? Un equilibrio sensato tiene que encontrarse entre los intereses de corto plazo y los beneficiarios dispersos en el largo plazo.

7. FORMULACION DE MEDIDAS

Partiendo siempre de los objetivos primarios establecidos de lograr la reducción de las pérdidas por inundación y lograr el restablecimiento del valor natural del valle de inundación, se dispone de una serie de medidas de intervención que agrupan en:

- Medidas que modifican o actúan sobre la crecida.
- Medidas que modifican la susceptibilidad a la inundación.
- Medidas que actúan sobre el impacto de la inundación.

Las medidas de intervención más conocidas para el control y protección contra crecidas son las denominadas estructurales, es decir aquellas que implican obras físicas.

Las medidas no estructurales se consideran como complemento imprescindible de las obras y pueden combinarse con diferentes variantes. Un tipo de medidas no estructurales se refieren en general a todas las acciones de reglamentación y regulación, asociadas a la administración y gestión de los recursos hídricos, tendientes a optimizar su uso y control. Como tal son de una gran variedad y están condicionadas a la normativa y legislación disponible. Otro tipo de medidas no estructurales son las que pueden agruparse como de prevención, también en una gama muy amplia, pero que en general consisten en estudios y actividades permanentes, asociadas a cada obra o conjunto de obras.

La urgencia y la importancia de implementar medidas no estructurales de fondo, se como ejemplo, en la región litoral argentina donde quedaron claramente expresadas en el "Estudio de regulación del Valle aluvial de los Ríos Paraná, Paraguay y Uruguay para el control de las inundaciones" de 1994 realizado por Halcrow dentro del Programa del Banco Mundial para la emergencia por las inundaciones. En este Informe se establece que las medidas de emergencia y coyuntura ya se han encarado y que lo que se requiere ahora es un nuevo concepto en materia de mitigación de daños por inundaciones de cara al futuro, en el se dice textualmente: *"la solución radica en una mejor administración de la llanura de inundación.... la intención no se limita solamente a mejorar el uso de la llanura, sino también a romper el esquema cerrado inversión-daños-protección estructural-nuevas inversiones, que aumenta el potencial de daños en caso de que fallen las protecciones estructurales."*

7.1. MEDIDAS QUE MODIFICAN O ACTÚAN SOBRE LA CRECIDA.

Son aquellas que buscan disminuir el nivel máximo de las aguas en crecida o impedir que las aguas avancen sobre las áreas a proteger. Involucran principalmente a medidas estructurales (obras) y también a medidas no estructurales, como la reducción de escorrentía por manejo en las áreas de aporte.

PRESAS Y RESERVORIOS

El objetivo específico es almacenar y disminuir el pico de las crecidas. Para que esto sea posible se requiere la existencia de un adecuado lugar para almacenar agua, con un volumen suficiente en relación al volumen de las crecidas. Por lo tanto en general es una medida frecuentemente usada en pequeños y medianos cursos

donde se presenten esas condiciones. Los reservorios presentan la aparente ventaja de que en general permitirían un uso múltiple, hidroelectricidad, abastecimiento para distintos fines, recreación, etc., lo que facilitaría su factibilidad económica. No obstante, el hecho de que requieren disponer de un volúmen de almacenamiento libre, en concepto de volúmen de espera, en muchos casos plantea situaciones conflicto con respecto a los otros usos.

TERRAPLENES Y PAREDONES

Su objetivo es proteger un sector o tramo determinado impidiendo que el agua desbordada del cauce, avance sobre la zona protegida. La protección que brindan es solamente contra la altura de crecida seleccionada para el diseño. Este aspecto no es bien entendido por los ocupantes del área protegida y se crea en ellos una falsa sensación de seguridad que puede ser muy peligrosa. Generalmente se presentan dos situaciones diferenciadas: En una, el área a proteger presenta un gradiente continuo hacia el cauce, en cuyo caso a cada incremento de nivel se incrementa el área inundada. En la otra se trata de un área deprimida separada del cuerpo de agua por un umbral de desborde, en cuyo caso el área no es afectada mientras los niveles de agua no superen dicho umbral, pero una vez que es superado, toda el área es inundada, con mayor o menor tirante según el nivel de crecida.

Los terraplenes contruidos de tierra, requieren un diseño apropiado en función de su estabilidad y de la acción a que estarán sujetos, su altura debe contemplar una revancha por encima de la crecida de proyecto que tenga en cuenta la acción del oleaje, asentamiento de la obra y otros factores que se incluyen en un coeficiente de seguridad. En general requieren suficiente ancho, por lo que la disponibilidad de espacio para su construcción es muy importante. En muchos casos es conveniente el uso conjunto como terraplén de sustento a un camino o vía férrea y como terraplén de construcción

Los paredones contruidos en hormigón, mampostería, gaviones o metálicos, son más costosos pero ocupan menos espacio y por lo tanto son la única posibilidad en zonas urbanizadas o con restricciones para movimiento de suelos. Cuando las protecciones laterales se hacen en ambas márgenes, se producirá una sobreelevación del nivel de agua en el ingreso a la zona protegida, que afectará en mayor o menor medida a las zonas de aguas arriba no protegidas. También es posible que se produzca una aceleración del flujo por estrechamiento que afecte fundamentalmente a las zonas inmediatamente aguas abajo.

CANALES

Son obras de particular interés para el manejo de inundaciones rurales originadas por excedentes de lluvia en el área. Los canales pueden cumplir diversas funciones según su ubicación topográfica y dirección en relación al escurrimiento natural de las aguas. Las principales son:

- Canalización de la vía de agua más importante del área: se entiende por tal a la de mayores dimensiones (río, arroyo o canal) ubicada en la parte más baja del área. En estos casos el canal aumenta la capacidad de conducción de la vía natural que actúa como colectora de su propia cuenca o área de aportes.
- Canal paralelo a la dirección del escurrimiento no encauzado: en este caso el canal no puede captar los excedentes de agua superficiales de ambos lados. Su uso se restringe a actuar como evacuador

de desbordes de zonas de almacenamiento de aguas (tajamares, presas) o de acumulación natural (bajos).

- Canal transversal a la dirección del escurrimiento no encauzado: en esta situación el canal intercepta el flujo de aguas desviando su dirección. Se utiliza justamente como canal de guardia para impedir o disminuir la llegada de agua a un determinado lugar.

En cualquiera de los casos uno de los problemas a resolver es el destino de las aguas colectadas, para impedir trasladar el problema de inundación de un sitio a otro.

MODIFICACIÓN DEL CAUCE

Este tipo de medida se refiere a la posibilidad de aumentar la capacidad de conducción de los cursos de agua, por rectificación, profundización o ensanchamiento de los mismos. También se refiere a la remoción de obstáculos y a la limpieza y ampliación de puentes y alcantarillas. El objetivo es disminuir la altura que alcanzan las aguas, pero debe tenerse cuidado de no aumentar los problemas hacia aguas abajo al acelerar los flujos.

REGULACIÓN MEDIANTE ALMACENAMIENTO DINÁMICO EN DESAGÜES URBANOS

La urbanización creciente y desordenada que sufren las concentraciones poblacionales trae aparejado graves inconvenientes, entre ellos el aumento de los caudales y de los volúmenes a evacuar. Este proceso en constante aumento ha generado que las redes existentes de desagües pluviales urbanos queden sin capacidad para descargar los volúmenes precipitados y en consecuencia se inunden las ciudades cada vez con mayor frecuencia

Una alternativa a la tradicional de aumentar el tamaño de los conductos, consiste en dispositivos de atenuación del pico de los excedentes, mediante la regulación del hidrograma, lo que se puede conseguir en diferentes escalas y con diferentes niveles de intervención:

- A nivel de predio, con intervención del Propietario y del Municipio
- A nivel de calles en el ingreso del agua a conductos, con intervención del Municipio
- A nivel de cuenca urbana y rural en zonas apropiadas de almacenamiento, con intervención del Municipio y / o Provincia.

El INA desarrolló dispositivos de regulación que están siendo utilizados en forma creciente (Secchi, 1998, 2013).

DISPOSITIVOS REGULADORES DOMICILIARIOS

La descarga de los techos escurre por el tubo de bajada que en su extremo inferior ingresa al accesorio de regulación. Este constituye sola pieza de tamaño reducido y bajo costo, que puede ir empotrado en la pared o en el exterior dependiendo de las condiciones constructivas del edificio y debe ir acoplado a una conducción que derive los caudales calculados para amortiguamiento hacia el reservorio, según se observa en la figura siguiente.

DISPOSITIVO REGULADOR DE CRECIDAS EN BOCAS DE TORMENTA

La función de este tipo de dispositivo es disminuir los caudales máximos antes que ingresen a los conductos de desagüe pluvial. Es decir que estos dispositivos permiten, mediante una trampa hidráulica, "cortar" los picos de las crecidas, almacenarlos y retenerlos hasta que la red existente vuelva a tener capacidad de conducción y no produzca anegamientos. Se observan en la figura siguiente:



Medidas para disminuir los riesgos ante la amenaza del agua – Los retardadores pluviales
Diario “EL LITORAL” Especial “Que cambió en la ciudad 10 años después” – 29 de abril de 2013

Las principales ventajas detectadas son:

- Estos sistemas permiten, mediante una planificación urbanística y ambiental, controlar los excesos pluviales, devolviendo a las cuencas su capacidad de retención, por ejemplo: una disminución del caudal pico del 25 %, representa que en cuatro manzanas totalmente impermeables, equivale a tener una de ellas totalmente con césped.
- Plazos de ejecución de obras menores: la instalación de los dispositivos reduce drásticamente la duración de las obras con respecto a las alternativas tradicionales. Sólo se rompe parte de la calzada y solamente en determinadas esquinas de una intersección.

- No exige la culminación del total de las obras del proyecto para obtener beneficios. Se pueden obtener mejoras inmediatas, llevando un adecuado plan de obras por etapas, comenzando por los ramales más críticos y sin que ello impida los trabajos progresivos hacia otras zonas. Esto permitiría un cronograma de inversiones escalonadas en función de las disponibilidades presupuestarias y financieras. Fundamental, no es necesario comenzar desde la desembocadura.
- Bajo impacto ambiental: por la forma de instalación los trabajos pueden realizarse con apertura parcial de calles y/o veredas, con el mínimo de inconvenientes para la población.

7.2. MEDIDAS QUE MODIFICAN LA SUSCEPTIBILIDAD A LA INUNDACIÓN

Son aquellas que actúan sobre el medio físico y social sobre el cual se producen las inundaciones, procurando que los mismos sean menos susceptibles de dañarse o verse afectados.

REGULACIÓN DE LA PLANICIE DE INUNDACIÓN

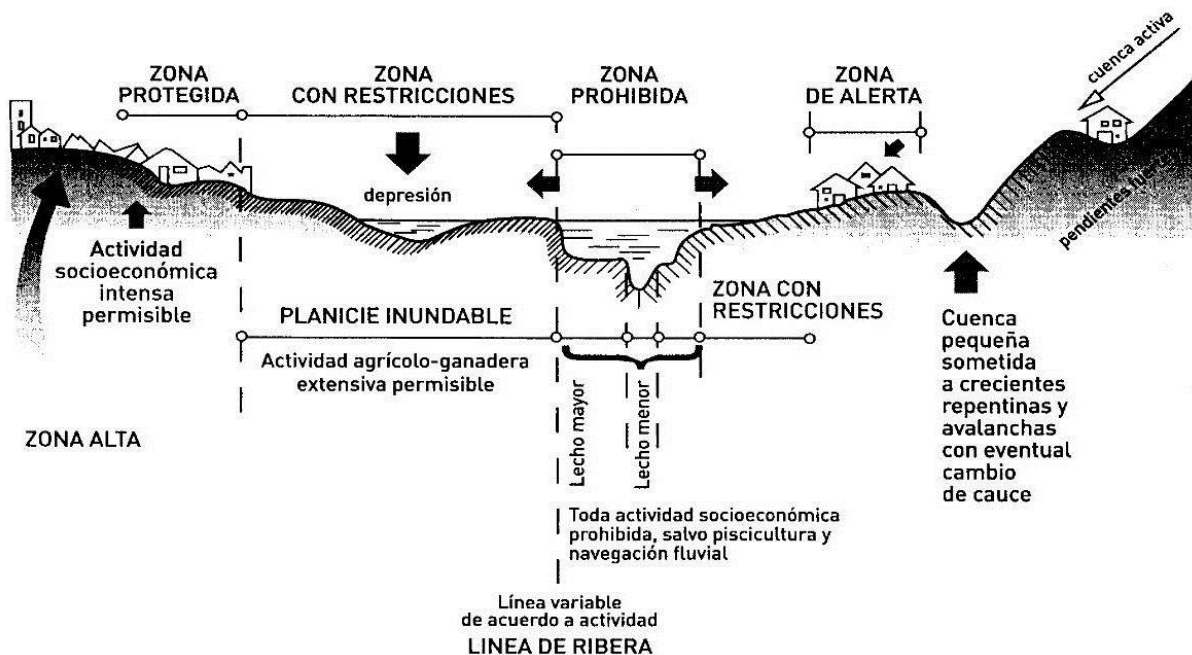
Su objetivo es limitar el uso de la planicie de inundación en función del riesgo, para lo cual debe servir para:

- Prevención para nuevas explotaciones y urbanizaciones
- Protección a potenciales compradores
- Prevenir las instrucciones que disminuyen la capacidad de conducción.
- Reducir los costos públicos para emergencia, evacuación y relocalización
- Preservar el patrimonio natural de la planicie de inundación

Las principales herramientas de regulación son:

- Zonificación
- Regulación de la subdivisión
- Códigos de construcción apropiados

La zonificación generalmente se realiza en 2 ó 3 zonas según las experiencias de países que la han efectuado. El esquema más general que se encuentra en la mayoría de las reglamentaciones, contempla una zona central en coincidencia con el curso principal, Canal de evacuación de crecidas (floodway), que se caracteriza porque en ella prácticamente se prohíben todo tipo de estructuras y sólo se permiten usos agropecuarios, forestal y de recreación. En las riberas del curso y a ambos lados de la zona central se dispone una segunda zona, Area inundable, donde se permite la construcción de infraestructuras y urbanizaciones siempre y cuando las mismas estén preparadas para soportar la inundación. Tanto el área del canal de evacuación de crecidas, como el área inundable conexas, pueden ser desagregadas en diferentes formas y con diferentes criterios, pero siempre tendiendo a regular un uso compatible con el fenómeno natural de cubrimiento por partes de las aguas del valle de inundación de un curso (Figura adjunta). Esta cuestión viene siendo impulsada desde hace más de 50 años, Naciones Unidas (1977); Cano G.J. et al 1988).



Control de las urbanizaciones

Fuente: Naciones Unidas, 1977 y elaboración propia, en Paoli (2007)

Esta medida se refiere a una serie de acciones que tienen por finalidad orientar la ocupación del espacio en zonas aún no urbanizadas o reorientar las que se encuentran en proceso de ocupación dentro de la planicie de inundación. Dentro de estas acciones pueden mencionarse:

- La implementación de políticas públicas que no favorezcan o limiten los servicios públicos e infraestructura en las zonas inundables como ser: pavimentaciones, suministro de electricidad, agua potable y saneamiento, servicios educativos y de salud, etc.
- Colocación de avisos con signos de alerta que identifiquen las áreas propensas a inundarse y marcas del alcance de las aguas en crecidas históricas.
- Utilización de tasas inmobiliarias diferenciadas, muy bajas para las zonas no urbanizadas y muy altas para las urbanizadas, siempre hablando de las áreas inundables.
- Adquisición de tierras para parques, camping y otros lugares abiertos.

ALERTA Y PREVENCIÓN

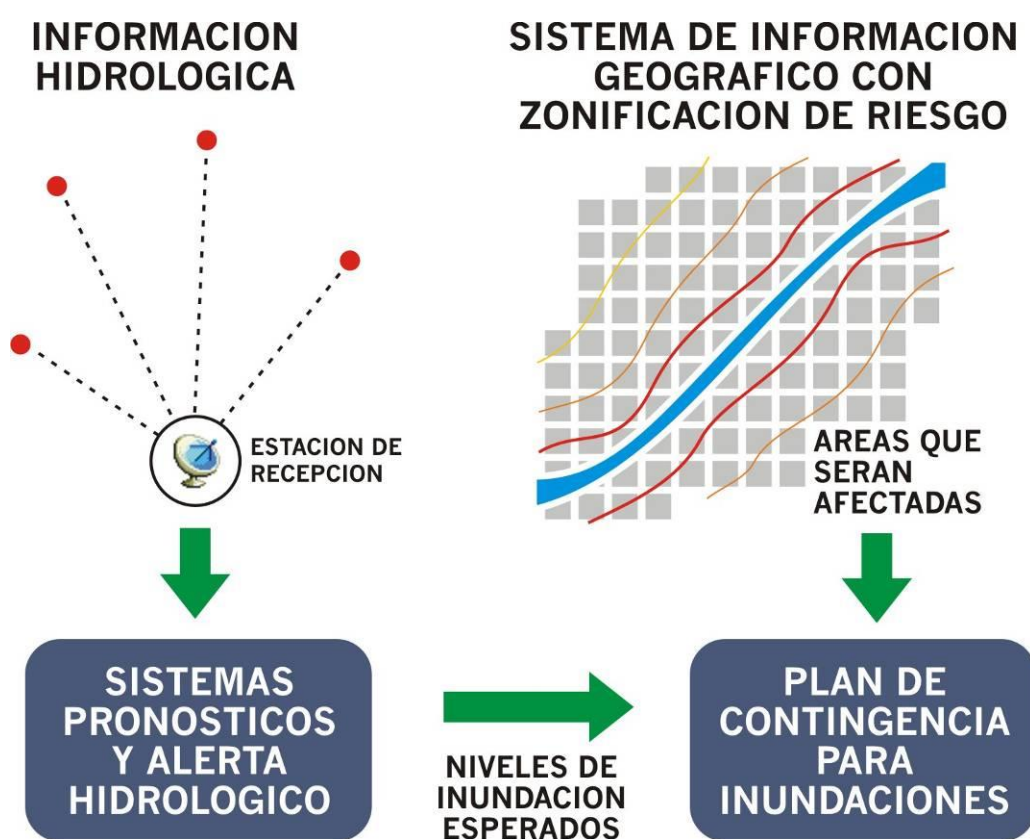
Esta medida comprende las acciones que van desde la identificación de la primera señal de que se producirá una crecida que provocará inundación, pasando por el aviso de los niveles esperados, evacuación, ubicación y mantenimiento de inundados hasta las acciones de mantenimiento y reparación de obras de emergencia, que se conocen como lucha contra la inundación. En esta medida es esencial el sistema de pronóstico de caudales y niveles esperados.

Para que esta enorme ventaja que es conocer con anticipación los niveles esperados sea realmente aprovechada deben existir planes de prevención explícitos que describan y asignen responsabilidades a cada

sector. Para poder avanzar en estos planes resulta de vital importancia dos aspectos que son los más relevantes e inmediatos a encarar.

- Por una parte la organización, que requiere la modificación y/o adaptación de la forma jurídico-administrativa que establezca el rol y las relaciones institucionales de los organismos municipales, provinciales y nacionales, directa e indirectamente vinculados al tema de las inundaciones.
- Por otra parte es necesario disponer de una adecuada delimitación de áreas de riesgo y de un inventario actualizado de la planicie de inundación que permita prever el alcance potencial de las aguas y zonas críticas en función el pronóstico.

Aún queda mucho por hacer en lo que hace al conocimiento que la comunidad debe tener sobre el objetivo, alcance y aún procedimiento con que se efectúan los pronósticos. En cada situación de crecida crítica, distintos estamentos técnicos (con o sin fundamentos) y los medios de prensa proporcionan información muchas veces contradictoria o mal interpretada que producen confusión en la población y generan desconfianza y las más variadas sospechas sobre los pronósticos.



TÉCNICAS Y PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS ADAPTADAS A LA INUNDACIÓN (FLOODPROOFING)

El concepto de estas medidas es modificar las edificaciones, su entorno o la disposición de su contenido para reducir daños por entrada del agua. También tienen como propósito, mantener las actividades de la menor alteración posible durante el período de inundación y permitir una más rápida recuperación. Entre otras acciones concretas pueden mencionarse a:

- Elevación de la edificación, por elevación del terreno o construcción sobre columnas.
- Impermeabilización especial de paredes.
- Cerramiento de ventanas y puertas bajas con mampostería.
- Ubicación de elementos importantes, luz, gas, instalaciones, etc., por encima del nivel de inundación previsto.
- Construcciones con posibilidad de flotar en la zona inundada.

Estas medidas requieren un diseño profesional y no ser improvisados, puesto que una mala utilización puede producir daños más severos o afectar a otros ocupantes vecinos. Solo son recomendables en las áreas inundables con escasa velocidad de corriente, fuera del canal de evacuación de crecidas.

RELOCALIZACIÓN

Esta medida, aunque de difícil implementación, es en ciertos casos la única posible y consiste como su nombre lo indica en trasladar las actividades que se desarrollan en un área de riesgo crítico y por supuesto a sus ocupantes. En general existe un rechazo y oposición de los ocupantes a ser reubicados ante el temor de perder ventajas comparativas en la nueva ubicación o debido al costo en que directa o indirectamente debe incurrir. Generalmente esta medida debe considerarse en conjunto con la de Regulación del uso de la planicie de inundación.

SERVICIO DE DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN

Se deberá implementar un sistema de centralización de toda la documentación: antecedentes, proyectos, cartografía de áreas de riesgo, evaluación de daños, datos hidrológicos y topográficos, etc. Asimismo se deberá mantener la información a la comunidad sobre los riesgos de inundación de cada zona y suministrar la orientación y datos requeridos que se dispongan para cada consulta que se presente.

7.3. MEDIDAS QUE ACTÚAN SOBRE EL IMPACTO DE LA INUNDACIÓN

SEGURO CONTRA INUNDACIONES

Para ser establecido se requiere una correcta delimitación de áreas de riesgo asociadas a diferentes probabilidades de ocurrencia de crecidas y que exista una reglamentación de ocupación de la llanura de inundación. No existe en nuestro país por la ausencia de esos condicionantes básicos y porque requiere además el apoyo gubernamental como se dispone en otros países que lo han implementado.

MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y RECUPERACIÓN

Comprende las distintas formas de transferir fondos o facilitar las actividades de los damnificados. Pueden mencionarse entre otras a:

- Descuento, eximición o prórroga del pago de impuestos, tasas y servicios públicos.
- Ayuda en elementos y recursos para limpieza y restablecimiento de viviendas y comercio.
- Créditos especiales.

Este tipo de medidas tiende a favorecer lo que se ha dado en llamar la "Industria del Inundado" que consiste en magnificar los efectos de la inundación o exponerse voluntariamente a sufrir sus efectos para recibir beneficios que superan a los verdaderos daños.

8. FORMULACIÓN DE PLANES DE GESTION DE CRECIDAS

8.1. JUSTIFICACIÓN Y FINALIDAD

Tradicionalmente se ha considerado que un **Plan para el Manejo y Control de Inundaciones** tiene por finalidad central prevenir y mitigar en forma sostenida en el tiempo los daños por inundación a través de la formulación, implementación y operación de medidas de acción principalmente estructurales.

Mientras que un **Plan de Gestión Integrada de Crecidas** tendrá como objetivo general reducir los daños provocados por las inundaciones, preservar y aumentar los valores naturales y promover un óptimo uso de las tierras y aguas. Para conseguir estos propósitos es necesario formular planes que involucren a los propietarios de las tierras, a todos los niveles de gobierno y al público en general, tendiendo a establecer un balance entre los beneficios a recibir del desarrollo y ocupación de las planicies inundables con las pérdidas potenciales por inundación y destrucción de los valores naturales. Este balance debe establecerse en términos presentes y de las generaciones futuras.

En realidad un Plan de Gestión para inundaciones es solamente un subplan integrante de otro más general como lo es un **Plan Maestro de Gestión de los Recursos Hídricos** entendiendo por tal a las acciones ordenadas para el desarrollo y administración de los recursos hídricos de una determinada jurisdicción, unidad de producción o espacio geográfico.

Un Plan Maestro de Gestión implica necesariamente el concepto de **gestión ambiental**, entendiendo por tal al proceso de articulación de acciones de diferentes actores sociales que interactúan en un espacio dado, procurando garantizar, con base en principios y directrices previamente acordados/definidos, la adecuación de los medios de explotación de los recursos ambientales (naturales, económicos y socio-culturales) a las especificidades del medio ambiente. Se requiere por lo tanto un proceso organizado de obtención de informaciones, reflexión sobre los problemas y potencialidades de una región, definición de metas y objetivos, definición de estrategias de acción, definición de proyectos, actividades y acciones, así como definición del sistema de monitoreo y evaluación que irá a retroalimentar el proceso.

Como resultado se dispondrá de un **Instrumento** que orienta al poder público y a la sociedad, a largo plazo, para la utilización y monitoreo de los recursos ambientales - naturales, económicos y socio-culturales - en el área de influencia de una cuenca hidrográfica o de un sistema hídrico, de forma tal de promover el desarrollo sustentable.

En forma objetiva, cuando se observan los casos concretos de aplicación, los Planes que se implementan adquieren diversas denominaciones, como:

- Plan de Gestión de Inundaciones (Cuando el Énfasis está en las Inundaciones)
- Programa de Prevención Contra Contingencias Hidráulicas. Aparicio (2013)
- Plan Nacional de Prevención y Reducción de Daños por Inundaciones. Page (1980)

Más allá de la denominación que se le dé, lo más importante es que se efectúe desde la visión de la GIC y por lo tanto que contemple sus principios. Resulta claro por lo expuesto que si bien se puede avanzar en la formulación de un Plan de Gestión para Inundaciones, el mismo debe estar empujado de los principios de la Gestión Ambiental y de la Gestión Integral de Recursos Hídricos del sistema. De hecho, muchos de los requerimientos de información, de estudios básicos y de acciones que se plantean en un Plan de Gestión para Inundaciones son requeridos e imprescindibles en los Planes mayores.

8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y SU IMPLEMENTACIÓN

Teniendo en cuenta las definiciones expresadas, los objetivos específicos de un plan son:

- Reducir las pérdidas por inundación en los asentamientos y desarrollos existentes.
- Prevenir o limitar futuros asentamientos y actividades de uso del suelo, incompatibles con el riesgo de inundación.
- Reducir el impacto de crecidas que no pueden ser controladas.
- Compatibilizar diferentes propósitos, como comunicaciones, abastecimiento de agua y saneamiento, recreación, usos comunitarios del espacio, otros servicios, etc.
- Preservar y restaurar los valores de la naturaleza de la planicie de inundación.

Los pasos o etapas principales que debe contemplar un plan de gestión son:

- Identificación de problemas y necesidades.
- Formulación de estrategias y medidas.
- Evaluación de alternativas.
- Selección e implementación de alternativas.
- Seguimiento y control.

La cuestión central a asumir es que la implementación y operación de un Plan de Gestión implica el compromiso por un largo tiempo que nunca es menor a 25 a 30 años y dentro de ese período el Plan va siendo retroalimentado permanentemente por sus propios logros y yerros, por lo que se encuentra en actualización y adaptación continua. Para el logro con éxito de un Plan son necesarias ciertas condiciones o acciones que pueden sintetizarse en:

COORDINACIÓN INSTITUCIONAL, JURISDICCIONAL Y SECTORIAL

Esta acción es previa al desarrollo del Plan o constituye el punto inicial del mismo, con lo que se quiere significar que resulta prioritario e imprescindible. Una alternativa es la constitución de un Comité o Autoridad de Cuenca, que involucre dentro de sus objetivos la elaboración del Plan. Otra alternativa es constituir una Comisión Interjurisdiccional y/o intersectorial cuyo principal objetivo sea encargar y supervisar el Plan y dentro de los trabajos a realizar en el Plan, se plantee estudiar y proponer los mecanismos jurídicos-institucionales para una implementar una coordinación permanente.

Las cuestiones principales que entran en juego son la relativas a como compatibilizar todos los intereses territoriales en juego, como compartir responsabilidades, como establecer los procedimientos de toma de decisiones y como disponer y administrar los recursos económicos. Al respecto resulta muy gráfica la expresión de Owen y Wall (1981) quienes manifiestan que resolver los problemas de gestión de planicies de inundación es como saber armar un “rompecabezas” y presentan la figura que se presenta a continuación.



Coordinación de roles y medios

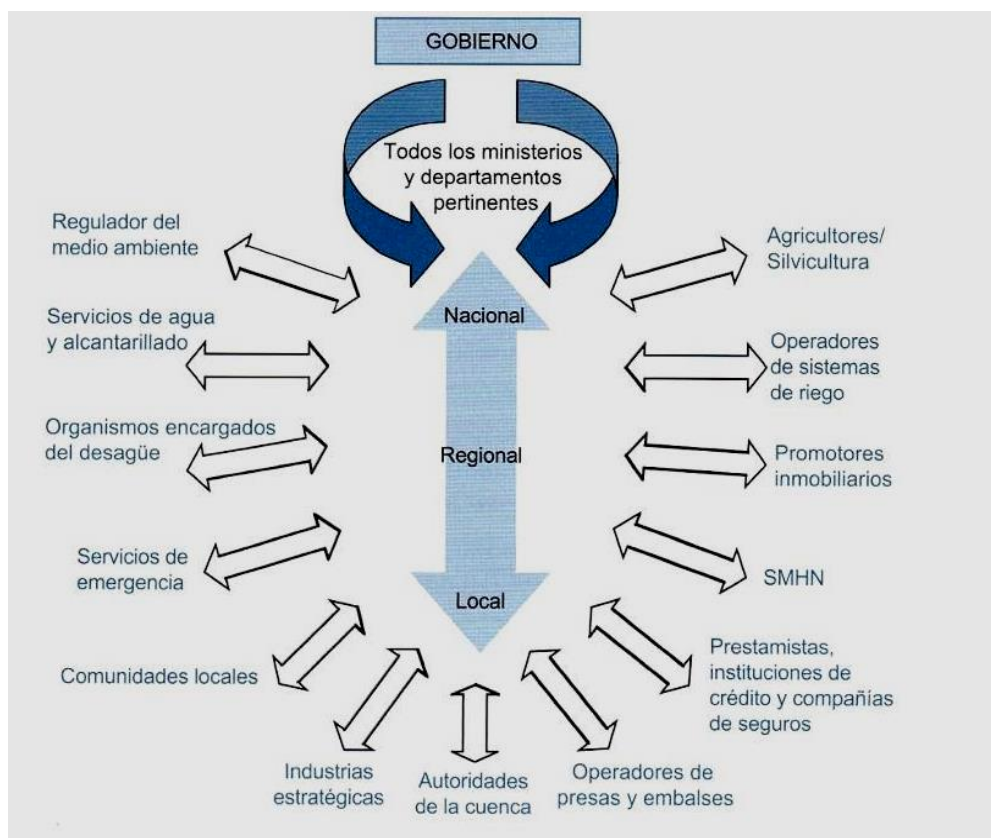
Fuente: Esquema de Owen, (1981), modificado por Paoli, (2003)

Como se puede deducir no resulta fácil remover los inconvenientes que traban la posibilidad de realizar una acción coordinada y concertada ante la diversidad de jurisdicciones y sectores intervinientes. En muchos casos, son los propios organismos gubernamentales los que inician o alientan una incorrecta ocupación o utilización de la planicie inundable o encaran soluciones parciales y sectoriales no debidamente evaluadas y por tal razón son renuentes luego a aceptar su responsabilidad.

INTEGRACIÓN DE LOS PROCESOS GUBERNAMENTALES DE PLANIFICACIÓN

Existe una gran diversidad de prácticas nacionales relativas a la distribución de responsabilidades en materia de gestión de crecidas entre los ministerios. Además, las funciones de los responsables de la planificación, el funcionamiento y el mantenimiento de las defensas contra inundaciones y de los servicios de predicción y avisos son diferentes de aquellas de los encargados de dar respuesta en casos de desastre.

En el Documento sobre “Aspectos Jurídicos e Institucionales de la Gestión Integrada de Crecidas” OMM-GWP (2006) se puntualiza que según sea la estructura política y administrativa del país, la responsabilidad directa de la gestión de crecidas puede recaer en el gobierno federal o local. El gobierno central o federal podría ser el principal responsable de la política, las directrices y el marco jurídico del país, mientras que las unidades administrativas subnacionales se encargarían de la reglamentación, aplicación, funcionamiento y mantenimiento detallados de las medidas de gestión de crecidas, lo que se visualiza en el gráfico adjunto de dicho documento.



Aspectos Jurídicos e Institucionales de la Gestión Integrada de Crecidas

Fuente: OMM – GWP (2006)

En situaciones de emergencia, la responsabilidad de la respuesta suele incumbir a los ministerios del interior o ministerios específicos encargados de la defensa civil. En los Estados federales se suele aplicar el principio de subsidiariedad para exhortar a la acción a diferentes niveles del gobierno, según sea la magnitud de los efectos de la crecida. En situaciones de emergencia se requiere un marco institucional inequívoco que permita gestionar la interacción entre los distintos niveles gubernamentales pertinentes y minimizar el tiempo de respuesta en cada uno de ellos. Sin embargo, se debe destacar que en toda situación de emergencia el éxito de las operaciones también depende del tipo de liderazgo que ejerza el sector político.

DETERMINACIÓN DE ESCENARIOS PARA EL PLAN

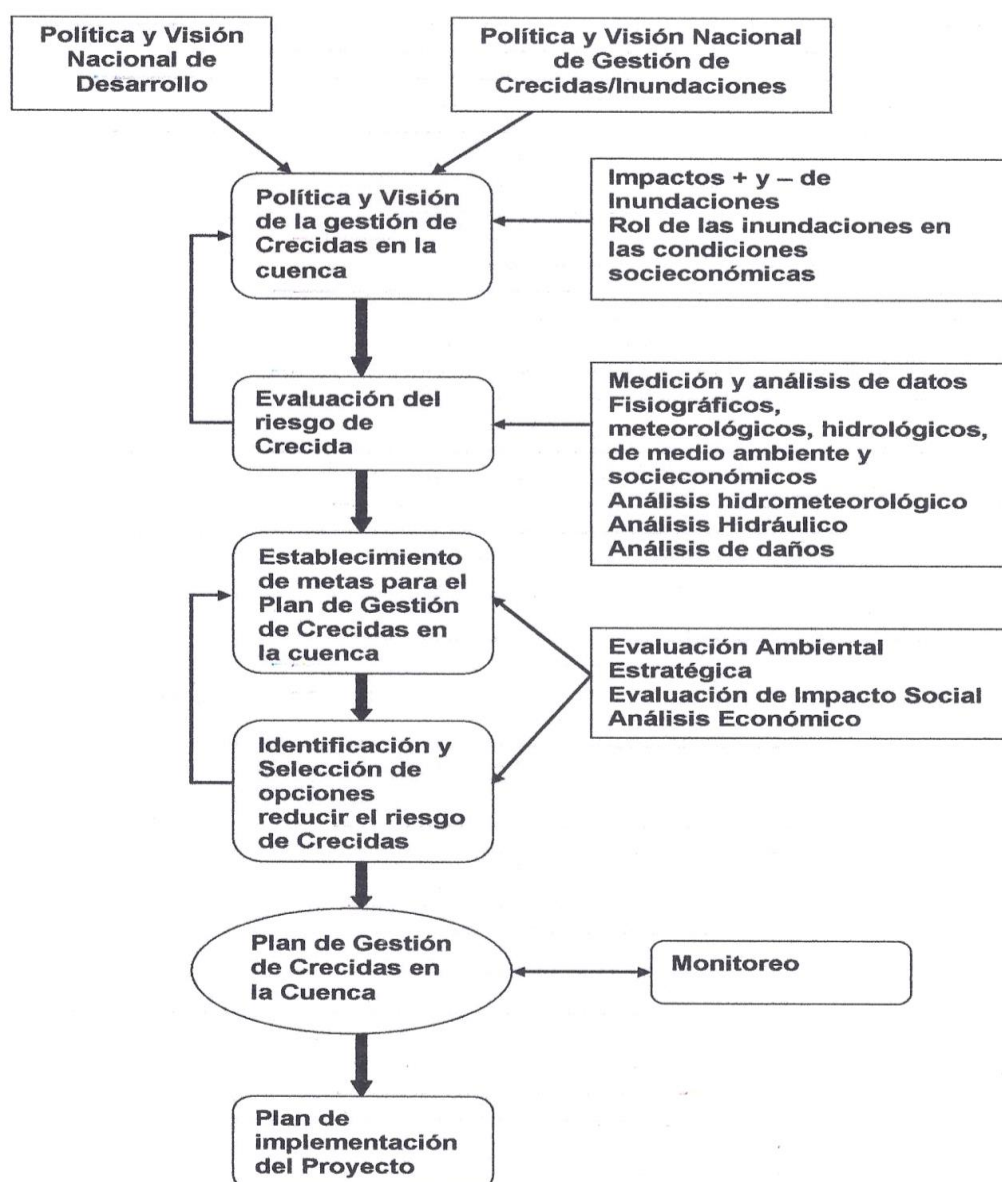
Resulta de significativa trascendencia para asegurar la eficacia de los procesos deliberados de transformación, reconocer (llegar a imaginarse), cuales pueden ser los escenarios futuros alternativos que puede enfrentar la región, porque en función de las características que dichos escenarios tengan, va a depender el tipo de iniciativas y emprendimientos que será necesario impulsar para el logro de los objetivos planteados, como asimismo los esfuerzos que van a ser necesarios afrontar para los mismos, lo cual esta directamente vinculado a la viabilidad de dichos emprendimientos.

Si bien en un principio el futuro puede aparecer como algo absolutamente incierto, de él se sabe con certeza sólo una cosa, que va a ser diferente al actual, con lo cual, en la medida que se pueda ser capaz de predecir la direccionalidad de dichos cambios, mejor será la capacidad de planificar la transformación. Sin duda en la medida que el análisis de escenarios se haga en términos de un horizonte temporal más próximo, mayor y

mejor será la capacidad predictiva. Mientras que en la medida que dicho ejercicio se haga para horizontes temporales más remotos, menor será la certeza que se tenga sobre su resultado. Y así como los escenarios posibles imaginados para el Corto Plazo, no tienen porqué ser semejantes a los imaginados para el Largo Plazo, las variables más significativas en la determinación de escenarios para un período temporal dado no tienen porque ser relevantes en el otro período analizado.

FORMULACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE CRECIDAS PARA UNA CUENCA

Los pasos a dar se muestran en el cuadro siguiente:



Formulating a Basin Flood Management Plan - A tool for Integrated Flood

Fuente: WMO/GWP (2007)

DE LA TEORÍA A LA ACCIÓN

Para conseguir los objetivos fijados teniendo en cuenta los principios expresados, se han planteado y desarrollados distintas estrategias que tienen en cuenta los más diversos aspectos involucrados: técnicos, sociales, ambientales, jurídicos, económicos y políticos que han sido reflejados en los numerosos documentos y manuales disponibles.

Sin embargo..., “La gestión integrada de crecidas no se puede aplicar de forma universal sino que requiere adaptarse a situaciones concretas, variando de acuerdo con la naturaleza de la crecida, el problema de las inundaciones, las condiciones socioeconómicas y el nivel de riesgos que una sociedad esté dispuesta (o forzada) a aceptar con el fin de alcanzar sus objetivos de desarrollo.” Asimismo, la aplicación de la gestión integrada de crecidas debe hacerse a diferentes niveles administrativos o a escalas geográficas diversas (Regional o de poblaciones)

Por todo ello, el verdadero desafío de la GIC es pasar de la propuesta conceptual y teórica a la implementación concreta.

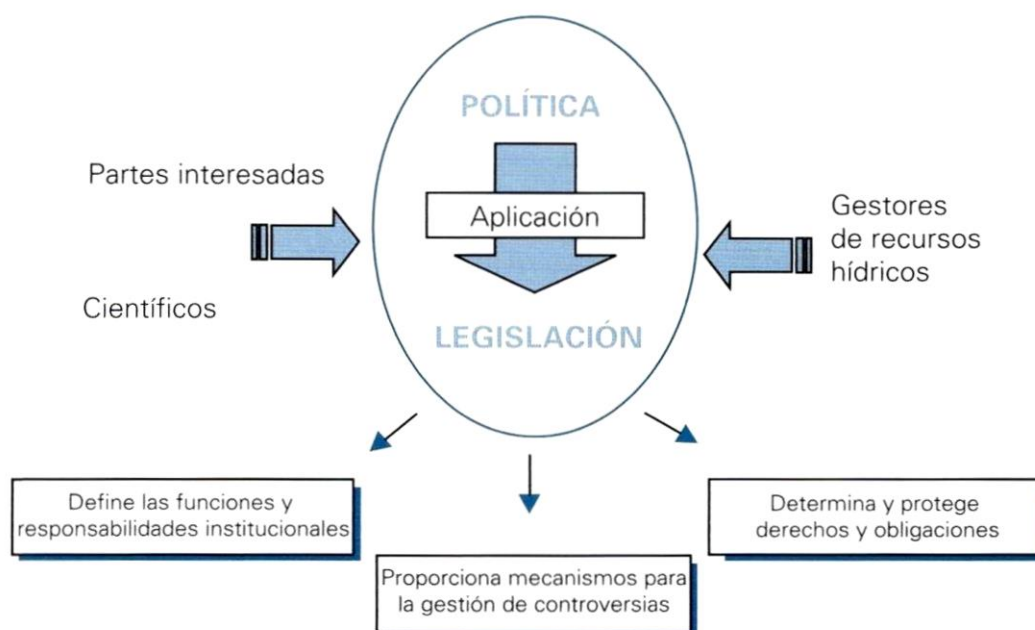
9. LINEAMIENTOS SOBRE ASPECTOS DE LEGISLACION PARA LA GIC

9.1. EL ROL DE LA LEGISLACIÓN

El Estado de Derecho moderno implica un necesario apego al Principio de Legalidad, es decir que la ley o bloque de juridicidad es fundamento de las potestades estatales e imponen el límite de las mismas.

Si se entiende a la Política como la actividad orientada a la toma de decisiones de un grupo para alcanzar ciertos objetivos, se entenderá que la aplicación de dicha política es la que genera un cuerpo de legislación acorde para cumplir con dichos propósitos.

En el Documento sobre “Aspectos Jurídicos e Institucionales de la Gestión Integrada de Crecidas” OMM-GWP (2006), se expresa que la Gestión Integrada de Crecidas se debería basar en un marco jurídico firme y en arreglos institucionales complementarios, lo que se muestra en la figura siguiente, donde se representa las funciones que desempeña un marco jurídico en el proceso de aplicación de las políticas de gestión de crecidas. Además, muestra que el enfoque de la GIC supone la participación de varios agentes para asegurar la coordinación y cooperación a través de los límites institucionales.



Aspectos Jurídicos e Institucionales de la Gestión Integrada de Crecidas

Fuente: OMM – GWP (2006)

9.2. ACCIONES MÁS IMPORTANTES SEGÚN MOMENTOS DE LA GIC

Sin ser exhaustivo, el tipo de normativas y legislación más importante requerida en los distintos Momentos de la Gestión del Riesgo en el marco de la GIC, son:

PREVIO A LA OCURRENCIA DE LA CRECIDA

- Establecer toda la legislación relativa a la delimitación de las áreas de riesgo y al uso del suelo conforme dicho riesgo.
- Establecer los planes de contingencia.
- Realizar obras.
- Actividades preparatorias de los órganos competentes.
- Establecer pautas para la resolución de conflictos.

DURANTE LA CRECIDA

- Flexibilización de los esquemas burocráticos a los efectos de responder con mayor rapidez.

DESPUÉS DE LA CRECIDA

- Recuperación
- Exenciones impositivas
- Sistema de reparación

Resulta importante en la etapa de Diagnóstico de la Formulación de un Plan, saber si se cuenta con las herramientas jurídicas necesarias para una GIC, para lo cual se recomienda efectuar una evaluación desde este punto de vista

9.3. PROPUESTAS PARA LA EVALUACIÓN JURÍDICA DESDE LA ÓPTICA NACIONAL-PROVINCIAL

Etapa 1: Establecer la normativa existente sobre cuestiones relativas a la gestión de crecidas conforme los momentos (previo, durante y posterior) a crecidas.

Etapa 2: Verificar la adecuación a las disposiciones constitucionales relativas a recursos hídricos, terrestres y ambientales.

Etapa 3: Verificar la vinculación con la normativa de los entes menores (municipios y comunas) y con las provincias lindantes

Etapa 4: Verificar el reparto de competencias interorgánicas.

Etapa 5: Identificar las oportunidades, limitaciones y restricciones de una reforma jurídica

Etapa 6: Planificar el proceso de reformas jurídicas en función de las áreas identificadas.

El Derecho 'per se' no puede dar solución adecuada. Debe necesariamente recurrir a otras disciplinas (como la ingeniería, la economía, la política, la administración, etc.) para que brinden la sustancia real y concreta objeto de regulación, recién entonces instrumentarla y articularla jurídicamente. De ese modo las decisiones que se adopten en consecuencia, podrán armonizar con los intereses en juego. Por ello, redactar leyes es tarea propia

de juristas, pero prepararlas, es labor de abogados especialistas con el auxilio de expertos en disciplinas científicas conexas. Esto denota el carácter netamente interdisciplinario de esta rama del derecho

Un marco jurídico fructífero es aquel que se adapta y responde a las condiciones cambiantes y proporciona un sentido de orientación claro, sin enredarse en intrincados detalles. Un proceso destinado a elaborar planes de gestión detallados y jurídicamente vinculantes en el marco de directrices legislativas claras puede proporcionar la capacidad de adaptación deseada.

9.4. ELEMENTOS ESENCIALES QUE DEBE CONTENER UNA LEY DE REGULACIÓN DE USO U OCUPACIÓN DE ZONAS INUNDABLES

- a) Introducir los conceptos de “vía de evacuación de inundaciones” y de “zonas de riesgo de inundaciones”, brindando apoyo a decisores y planificadores gubernamentales en materia de ordenamiento del espacio geográfico, Litwin et al (1993).
- b) Declarar el interés público de la sociedad por la rápida evacuación de las crecientes y el mantenimiento expedito de toda vía de evacuación de inundaciones.
- c) Abrir el camino a la confección de cartas de riesgo hídrico con peso legal, permitiendo así una más criteriosa asignación de recursos en materia de flexibilización de cargas impositivas, otorgamiento de créditos o subsidios, a la vez que puede ser base para una adecuada instrumentación del seguro contra crecidas.
- d) Redefinir los anchos de las zonas de servidumbre, discriminando si se trata de un curso o cuerpo de agua navegable y dando siempre a la autoridad local facultad para extender el ancho de servidumbre en caso de considerarlo necesario pero siempre con audiencia de los interesados como paso previo.
- e) Establecer obligaciones de tipo genérico para operadores de represamientos, de modo que cada gobierno provincial o municipal pueda perfeccionar la norma; se trata de la obligatoriedad de avisar acerca de la futura erogación de aguas altas, con tiempos adecuados a las distintas realidades físicas.
- f) Poseer otras disposiciones transitorias, para no afectar derechos adquiridos y para armonizar el texto de algunas otras leyes con las nuevas normas.

En función de lo expresado, se recomienda diferenciar al menos tres zonas, como por ejemplo:

AREA I: Cauces naturales y artificiales y cuerpos de agua permanente, corresponde al dominio público y como tal correspondería a la Línea de Ribera.

AREA II: Vías de evacuación de crecidas y áreas de almacenamiento

AREA III: Areas con riesgo de inundación no incluidas en las Areas I y II

Sobre las mismas se deberían establecer las siguientes prohibiciones, restricciones y advertencias:

PROHIBICIONES DE USO

AREA I: Según códigos y legislación nacional, en general se prohíbe todo uso que no sea el de navegación, paisajismo o recreación, ya que se trata de dominio público.

AREA II: obras, actividades y emprendimientos públicos o privados que impidan el escurrimiento natural de las aguas.

RESTRICCIONES DE USO

AREA II: Toda obra, actividad y emprendimiento están sujetos a los parámetros establecidos por la Autoridad de Aplicación y la aprobación está condicionada a que:

- a) no obstaculicen el escurrimiento natural de las aguas
- b) se adopten medidas para mitigar el riesgo de inundación o sean compatibles con el riesgo

ADVERTENCIA DE USO

AREA III: Se informará a los propietarios de inmuebles su inclusión dentro de la zona con riesgo de inundación y **advertirá a la comunidad** que las actividades desarrolladas en estas áreas, sufren de la contingencia de inundación.

Resulta de interés que se contemplen también sanciones y políticas activas que favorezcan la aplicación de la norma a dictarse, como ser:

SANCIONES

Si se ocupan, construyen o desarrollan actividades no permitidas, el Estado **no procederá** a:

- Ejecutar obras de infraestructura básica, de defensa ni protección de inundaciones.
- Otorgar créditos o subvenciones a través de entidades públicas.

POLÍTICAS ACTIVAS

AREA II

- Régimen impositivo diferencial con recargos sobre bienes y transacciones de quienes construyan o adquieran en esta zona
- Diseñar planes habitacionales en zonas no inundables para promover la reubicación de pobladores en otras áreas
- Favorecer el libre escurrimiento de las aguas, pudiendo demoler obras violatorias de la ley, **con cargo al estado o al propietario**

AREA III

- Adecuación de las obras de infraestructura a las condiciones naturales dominantes
- Promover el desarrollo y utilización de tecnologías adaptativas
- Promover la contratación de seguros
- Difundir las limitantes y riesgos en estas áreas

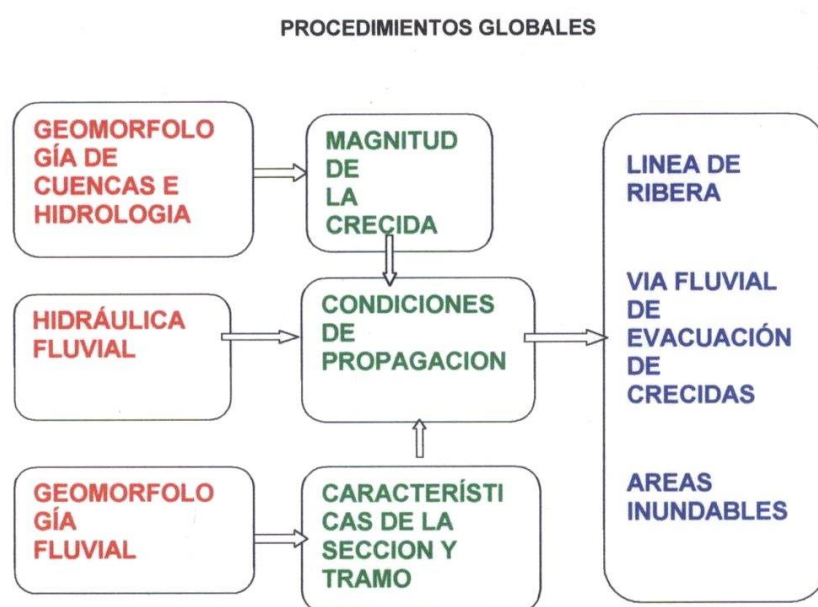
ZONAS EXISTENTES PROTEGIDAS CONTRA INUNDACIONES

Para el caso de áreas en las que ya se disponga de obras de protección, principalmente diques laterales, la norma debería regular que Tengan un uso compatible con el riesgo al que están sometidas, para lo cual el Estado debería reglamentar su utilización y ocupación, estableciendo que no será responsable de los daños derivados de **acciones u omisiones de terceros** ocasionados por la violación culposa o dañosa de dicha reglamentación, o por el advenimiento de **eventos de magnitud superior a los proyectos** de origen.

10. DELIMITACIÓN DE AREAS DE RIESGO POR INUNDACIÓN CON FINES DE REGULACIÓN

10.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

Se refiere específicamente a las Áreas indicadas en el punto anterior sobre las cuales se pretende regular su uso y ocupación y se corresponden con el mapeo de amenazas (eventos de crecidas) que corresponden a determinados criterios de diseño y en general no se refieren al mapeo de crecidas reales históricas. La delimitación de áreas de riesgo por inundación requiere básicamente de tres fases de estudio: la determinación de las características morfológicas del medio físico, la determinación de las crecidas de diseño a utilizar y el replanteo de los perfiles hídricos de dichas crecidas sobre el medio físico. Las metodologías usuales recomendadas para este tipo de trabajos resultan condicionadas o limitadas en su aplicación cuando el caso a resolver corresponde a un sistema hidrológico complejo, con una progresiva acción antrópica que modifica el medio físico y la relación de las variables descriptoras del régimen hidrológico. El esquema global en base al cual se determinan la línea de ribera y diversas líneas de afectación, es la siguiente:



El enfoque metodológico se basa fundamentalmente en el trabajo de CANO G. y otros (1988) y particularmente en la "Guía de procedimientos para la delimitación de las Líneas de Ribera y Correlativas y Preparación de Mapas de Zonas de Riesgo". En la misma se encuentra una serie de pasos ordenados a seguir en los estudios hidrológicos, geomorfológicos e hidráulicos para determinar los aspectos centrales de la cuestión, magnitud, propagación y alcance de las crecidas (Paoli y otros, 2000).

Las crecidas de diseño son aquellas que se utilizarán para definir distintas clases de líneas de afectación, como son la línea de la vía de evacuación de crecidas ordinarias, la línea de la zona inundable o zona de riesgo.

Las crecidas tipo son las distintas formas en que se pueden especificar las crecidas de diseño y son:

- a) Crecidas basadas en el análisis de frecuencia de datos de escurrimientos registrados. El análisis se realiza sobre las crecidas anuales máximas a través del caudal pico, o eventualmente del nivel pico.

- b) Crecidas producidas por una entrada determinada. Corresponden a la aplicación de métodos indirectos cuando una tormenta regional es transformada en caudales de una crecida. La especificación de la frecuencia corresponde a la tormenta y no al pico de la crecida que produce.
- c) Mayor crecida registrada. Dado el grado de complejidad que se presenta, las metodologías específicas se diferencian en cada sistema, adaptándose además a la información disponible.

10.2. GUÍA SINTETICA DE PROCEDIMIENTOS

Se han efectuado diversas recomendaciones referentes a Guías de Procedimientos para la delimitación de las líneas de ribera y correlativas y mapas de zonas de riesgo, las cuales contienen los siguientes tópicos:

A) INTRODUCCIÓN

B) CRECIDAS TIPO Y DE DISEÑO

- Líneas de ribera fluvial y lacustre
- Límite de la vía fluvial de evacuación de crecidas ordinarias.
- Límite de áreas inundables

C) REQUERIMIENTOS DE DATOS

- Registros hidrométricos
- Crecidas históricas
- Registros de tormentas
- Cartas topográficas
- Imágenes satelitales
- Información meteorológica y fisiográfica
- Estudios geológicos, geomorfológicos, hidrológicos
- Perfiles transversales y longitudinales
- Coeficientes hidráulicos
- Documentación de inundaciones
- Relevamiento de obras de regulación, drenaje, riego, etc.

D) ESTIMACION DE CRECIDAS

- Análisis de frecuencia de crecida
 - Análisis de los datos
 - Muestras de diferentes poblaciones
 - Datos no homogéneos
 - Transformación a condic. naturales
 - Extensión de registros de caud. y niveles
 - Outliers y marcas de crecidas históricas
- Análisis de frecuencia en un sitio
 - Elección y análisis muestral

- Selección del modelo teórico
- Análisis regional de Frecuencia de crecidas
 - Método de la crecida índice
 - Métodos de regresión múltiple
- Transformación lluvia-caudal
 - Crecidas de origen pluvial
 - Crecidas de origen pluvio-nival
- Niveles en cuerpos de agua
 - Análisis de frecuencia de niveles
 - Niveles a partir de una entra especificada

E) ANALISIS HIDRAULICO

- Curva de descarga
- Curva de remenso
- Tránsito de crecidas
 - Modelos basados en ecuac. de almacenamiento
 - Modelos basados en ecuac. saint venant completas
 - Modelos basados en ecuac. saint venant simpific.

F) ANALISIS GEOMORFOLOGICO

- Esquema regional
- Mapa geomorfológico de la cuenca
- Geomorfología cuantitativa
- Mapa geomorfológico del curso o cuerpo
- Informe geomorfológico
- Informe geomorfológico

G) SINTESIS DE LOS PROCEDIMIENTOS A SEGUIR

- Cursos de agua
- Cuerpos de agua
- Cursos y Cuerpos de agua artificiales

H) INFORME TECNICO

Dado que la aplicación de distintas metodologías está muy condicionada al tipo de información disponible, se sintetizan en el cuadro siguiente los procedimientos recomendados según esta condición:

10.3. SÍNTESIS DE PROCEDIMIENTOS A SEGUIR - CURSOS DE AGUA

Disponibilidad de Información	Determinación de la magnitud de la crecida	Determinación del nivel alcanzado en la sección de control	Determinación del nivel alcanzado en el tramo entre secciones
Cursos con registros prolongados de niveles y curvas H-Q estables o con aforos sistemáticos en todo el período	- Análisis de frecuencia de caudales pico en cada sitio - Análisis regional de frecuencia de caudales pico	A partir de la curva de gasto H-Q calibrada	Con modelos de propagación calibrados
Cursos con registros cortos de niveles y curvas H-Q estables	- Reconstrucción de caudales a partir de modelos precipitación-escurrimiento - Análisis de frecuencia puntual y regional de caudales picos reconstruidos	A partir de la curva de gasto H-Q calibrada	Con modelos de propagación calibrados
Cursos con registros prolongados de niveles, sin o escasos aforos y curvas H-Q no estables	- Análisis de frecuencia de niveles picos en cada sitio	Directo de los niveles registrados o inferidos	- Con perfiles hídricos empíricos de los datos de niveles disponibles - Con modelos de propagación a partir de una sección de aguas arriba
Cursos sin o muy escasos registros de niveles y aforos	- Análisis de frecuencia de tormentas y otros aportes - Transformación de eventos maximizados en caudales por modelos de crecidas - Regionalización de parámetros hidrológicos	A partir de la curva de gasto H-Q construida por el modelo de crecida utilizado	Con el método de propagación previsto en el modelo de crecida utilizado

REFERENCIAS

- APARICIO, J. (2013) Documento Conceptual del PRONACCH-Programa Nacional contra Contingencias Hidráulicas- CONAGUA. México
- BERTONI, J. C. y otros (2004) "Inundaciones Urbanas en Argentina" GWP-UNC-Arg Cap-Net-CPCNA. Córdoba ISBN N° 987-9406-76-1
- CANO, G. J. y otros (1998) Estudio sobre Línea de Ribera y Áreas de riesgo. Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires, Argentina
- 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; Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos CEDERI, Universidad de los Andes; Colombia.
- DIRDN-OMM (1994) "Un decenio contra los desastres naturales". OMM N° 799. Ginebra, Suiza
- GARCIA, L (2010) (EIRD) Marco internacional y discusión de los conceptos del riesgo. The OFDA/CRED International Disaster Database
- HALCROW & PTNERS. (1994) Estudio de regulación del valle aluvial de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay para el control de las inundaciones. Informe Final.
- HERZERT H. y ARRILLAGA H. (Editores) (2009). La Construcción social del Riesgo y el desastre en el aglomerado Santa Fe. ISBN 978-987-657-211-8. Libro del Centro de publicaciones de la UNL, Santa Fe.
- LITWIN, C. y PAOLI, C., (1993) Prevención y Control de inundaciones: Un proyecto de ley para delimitar el espacio público fluvial, la vía de evacuación de inundaciones y áreas de riesgo hídrico en la República Argentina. Anales I Simposio de Recursos Hídricos Do Cone Sul. Gramado. Brasil.
- NACIONES UNIDAS (1977). Directrices para prevención y regulación de las pérdidas debidas a las inundaciones en los Países en Desarrollo. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Recursos Naturales. Serie del Agua N15. New York. USA.
- OMM-N° 997 (2006) Programa Asociado de Gestión de Crecidas. Aspectos Jurídicos e Institucionales de la Gestión Integrada de Crecidas.
- OMM-N° 1009 (2006) Programa Asociado de Gestión de Crecidas. Aspectos Ambientales de la Gestión Integrada de Crecidas.
- OMM – GWP (2006) Aspectos Sociales y participación de los interesados en la Gestión Integrada de Crecidas. APFM Documento Técnico N° 4, Serie Políticas de Gestión de Crecidas.
- OMM – GWP (2007). Formulating a Basin Flood Management Plan. A Tool for Integrated Flood Management
- OMM-N° 1010 (2007). Associated Programme On Flood Management Economic Aspects of Integrated Flood Management Aspectos Económicos de la Gestión Integrada de Crecidas.
- OMM-N° 1047 (2009) Programa Asociado de Gestión de Crecidas – Documento Conceptual.
- OMM-GWP (2011) Flood Emergency Planning – A tool for Integrated Flood Management. APFM

OWEN, H.J.; WALL, G. (1981). Floodplain Management Handbook. Unites States Water Resources Council. Washington.

PAGE, G.A. (1980). The Canadian Flood Damage Reduction Program. Disasters. Vol.4, N14. Pergamon Press Ltd. Great Britain.

PAOLI, C., P. CACIK Y J. BOLZICCO, 1997, "Management of Paraná riverfloods under increasing uncertainty". Preprints. 13th Conference on Hidrology and Seventh Conference on Climate Variations, Joint Sessions, pp J66-69. 77th AMS Annual Meeting. Long Beach, California, USA. February, 2-7 1997.

PAOLI, C., (2000) "Gestión de Planicies de Inundación bajo incertidumbre creciente. Caso del Río Paraná en Argentina". Seminario Internacional sobre "Recursos Hídricos y Medio Ambiente: inundaciones, mitigación de amenazas y uso sostenible del suelo". Semana Iberoamericana del Agua. Universidad Central de Colombia. 15 al 17 de marzo del 2000.

PAOLI, C. SCHREIDER, M. y otros; (2000); El Río Paraná en su tramo medio. Contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un río de llanura; 2 Tomos. Ed. Centro de Ediciones de la U.N.L.; Santa Fe.

PAOLI, C. y GIACOSA R. (2003). Caracterización del Riesgo Hídrico con relación a las inundaciones y alas crecidas de y lluvias de diseño. Capítulo 2 del libro "Inundaciones en la Región Pampeana", ISBN N° 959-34-0246-8. EDULP, La Plata, Pcia. de Bs Aires.

PAOLI, C. y GONIADZKI, D. (2003). La Cuenca del Río Salado y la crecida de abril de 2003. ISBN N° 987-20109-3-5. Publicación del INA, Santa Fe, Argentina.

PAOLI, C. (2003) "Crecidas e Inundaciones: un problema de Gestión". Publicado en la Revista del Colegio de Profesionales de la Ingeniería Civil de la Provincia de santa Fe – Distrito 1, en tres partes en los Boletines Informativos N° 35 (agosto), 36 (octubre/noviembre) y 37 (diciembre)

PAOLI, C. (2007) Uso del suelo y riesgo de inundaciones. Revista HYDRIA, Año 3 – N° 11, Junio 2007.

PAOLI, C. y MALINOW G. (Editores) (2010) Criterios para la determinación de crecidas de diseño en sistemas climáticos cambiantes. Publicación de artículos del Seminario del mismo nombre. ISBN 978-987-657-371-9. © ediciones UNL. Santa Fe.

ROSENGAUS M. (2005) Taller Regional Iberoamericano sobre "La innovación científica y tecnológica para enfrentar los retos en materia de agua en la región iberoamericana" realizado en Jiutepec, Morelos, México entre el 15 al 18 de noviembre de 2005

SECCHI A. (1998) "Development and experimentation of peak flood regulating devce in urban basins". Proceeding: of NOVATECH '98. Lyon - Francia. 1998

SECCHI A. (2013) "Dispositivos Reguladores de crecidas en cuencas urbanas. Revista HYDRIA, nº 46. Issn: 1669-5119. Buenos Aires, Argentina

TUCCI C. (2007) Gestión de Inundaciones Urbanas. IPH/UFRGS – ABRH – OMM. Porto Alegre, Brasil

NU-EIRD, (2004, 2009) Estrategia Internacional para la Reducción de Daños. Terminología sobre Reducción del Riesgo de desastres. Ginebra, Suiza.

IV FORO MUNDIAL DEL AGUA (2006) Eje Temático 5, Manejo de Riesgos. México

CASO DE ESTUDIO: HACIA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GIC EN SANTA FE ARGENTINA

CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	58
2. LOS PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE CRECIDAS (GIC)	59
3. LA CUENCA Y LA CIUDAD DE SANTA FE, IMPACTOS DE LAS CRECIDAS, DESCRIPCIÓN DE LAS AMENAZAS Y VULNERABILIDAD.....	60
4. INTERPRETACIÓN DE LAS CAUSAS DE LA CATÁSTROFE	66
5. DEL DESASTRE A LA RECUPERACIÓN, A LA TOMA DE CONCIENCIA Y HACIA LA GESTIÓN INTEGRADA	68
6. ¿COMO SE CONSTRUYE UNA CIUDAD RESILIENTE?.....	79
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
8. REFERENCIAS	88

1. INTRODUCCIÓN

Las mayores dificultades de pasar de los conceptos teóricos de la Gestión Integrada de Crecidas (GIC) a su implementación, surgen de la diversidad de situaciones geográficas, socioeconómicas, políticas y culturales que se presentan, por lo cual resulta de interés las experiencias concretas de aplicación.

Se presenta el caso de Santa Fe y áreas cercanas que tiene una población aproximada de 500.000 habitantes y se encuentra ubicada en la confluencia de dos grandes sistemas fluviales. En el 2003 se produce una crecida del Río Salado de carácter extraordinario con consecuencias catastróficas.

Se analizan sintéticamente las causas principales: limitaciones de las medidas estructurales, falta de conocimiento y de previsión, cambio climático como factor importante y vulnerabilidad de Santa Fe como factor determinante del aumento del riesgo, no disposición de un sistema de alerta, ausencia de un Plan de Contingencias.

Inmediatamente después de ese diagnóstico se produce un cambio de paradigma y comienza un proceso hacia la Gestión Integrada de Crecidas, que con altibajos y logros ha mejorado notablemente el comportamiento y la respuesta ante otras situaciones que se presentaron posteriormente

Se resumen las acciones no estructurales emprendidas durante este proceso: inmediata medidas de reparación, participación de la academia en los nuevos enfoques y en estudios y proyectos, cambio en la agenda gubernamental, implementación de un sistema integral de previsión, elaboración de plan de contingencia con participación ciudadana, la Gestión de Riesgo como parte de la estructura municipal, planes de educación y divulgación, incorporación a programas internacionales para la creación de ciudades resilientes, conservación de la memoria y otras.

En las conclusiones se reflexiona sobre las limitaciones y dificultades encontradas y sobre las mejores estrategias para continuar el camino emprendido.

2. LOS PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE CRECIDAS (GIC)

Existe una profusa bibliografía referida a la temática de las crecidas, las inundaciones y la gestión del riesgo y no es la intención de este artículo hacer un análisis de la misma, por lo tanto solo se extraen las definiciones y conceptos principales que son necesarios

Según las definiciones de la Asociación Mundial del Agua [Global Water Partnership (OMMGWP, 2004)] la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) es “un proceso destinado a promover la gestión y el desarrollo coordinados de los recursos hídricos, los suelos y los recursos conexos, con vistas a maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales” y dentro de ella, La Gestión Integrada de Crecientes (GIC) es “un proceso que promueve un enfoque integrado, y no fragmentado, en materia de gestión de crecientes. Integra el desarrollo de los recursos de suelos y aguas de una cuenca fluvial en el marco de la GIRH, y tiene como finalidad maximizar los beneficios netos de las planicies de inundación y reducir al mínimo las pérdidas de vidas causadas por las inundaciones.”

Los principios básicos que deben considerarse para la GIC son:

- la gestión del ciclo hidrológico en su conjunto;
- la gestión integrada de la tierra y de los recursos hídricos;
- la adopción de la mejor combinación de estrategias;
- la garantía de un enfoque participativo; y
- la adopción de enfoques de la gestión integrada de riesgos.

Para conseguir los objetivos fijados teniendo en cuenta los principios expresados, se han planteado y desarrollados distintas estrategias que tienen en cuenta los más diversos aspectos involucrados: técnicos, sociales, ambientales, jurídicos, económicos y políticos que han sido reflejados en los numerosos documentos y manuales disponibles.

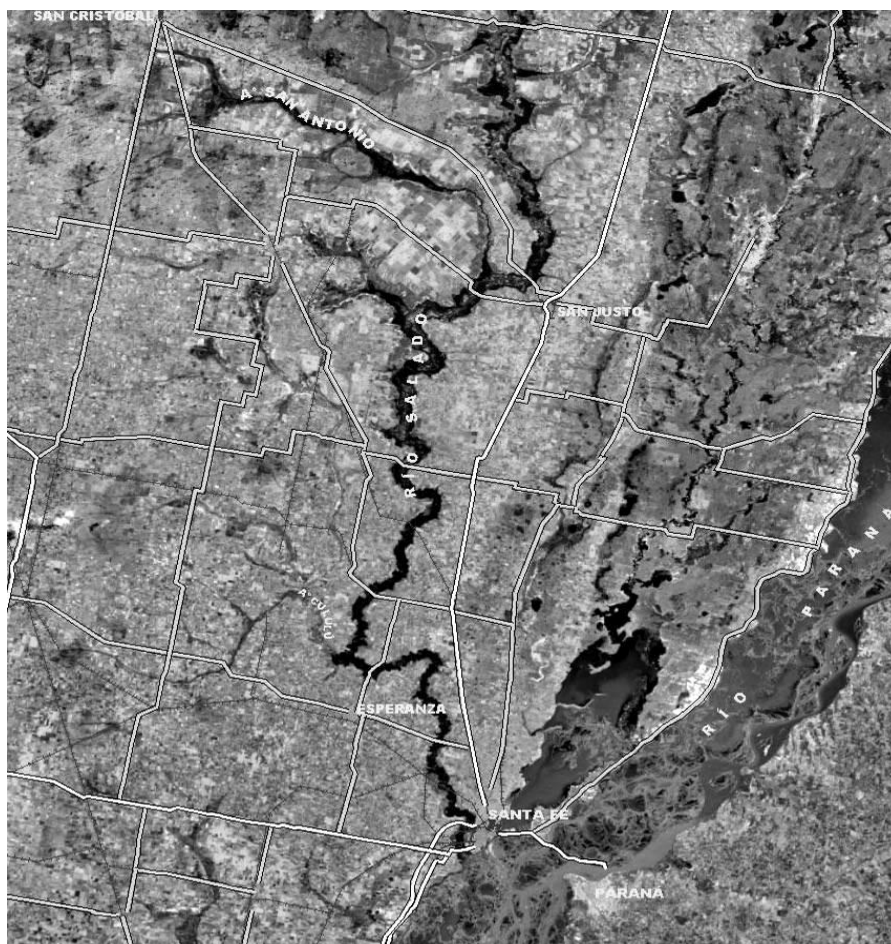
Sin embargo... y como bien lo dice el Documento Básico conceptual de la GIC, **“La gestión integrada de crecidas no se puede aplicar de forma universal sino que requiere adaptarse a situaciones concretas, variando de acuerdo con la naturaleza de la crecida, el problema de las inundaciones, las condiciones socioeconómicas y el nivel de riesgos que una sociedad esté dispuesta (o forzada) a aceptar con el fin de alcanzar sus objetivos de desarrollo.”** Asimismo, la aplicación de la gestión integrada de crecidas debe hacerse a diferentes niveles administrativos o a escalas geográficas diversas (Regional o de poblaciones)

Por todo ello, el verdadero desafío de la GIC es pasar de la propuesta conceptual y teórica a la implementación y para ello es de utilidad el estudio de casos y las lecciones aprendidas con sus yerros y aciertos.

3. LA CUENCA Y LA CIUDAD DE SANTA FE, IMPACTOS DE LAS CRECIDAS, DESCRIPCIÓN DE LAS AMENAZAS Y VULNERABILIDAD

UBICACIÓN GENERAL Y CARACTERÍSTICAS DEL CASO DE ESTUDIO

La ciudad de Santa Fe tiene una población aproximada de 500.000 habitantes y se encuentra ubicada en la zona central de la Argentina en la confluencia de dos grandes sistemas fluviales, en la margen derecha del Río Paraná (módulo de 17.000 m³/s y crecida máxima de 62.000 m³/s) y en la margen izquierda del Río Salado (módulo de 180 m³/s y crecida máxima de 4.000 m³/s).



Ubicación de la ciudad de Santa Fe en la desembocadura del río Salado en el río Paraná

Los puntos topográficos más altos de la ciudad se encuentran en cotas IGM 20 m, mientras que las máximas crecidas registradas de los ríos Paraná y Salado han estado en cotas IGM del orden de 16 a 17m, según las zonas y considerando las pendientes hidráulicas de los planos de inundación. Una gran superficie de ocupación urbana se encuentra por debajo de estas cotas de inundaciones máximas históricas y una superficie mayor aún por debajo de las cotas de inundación correspondientes a crecidas hipotéticas de mayor recurrencia.

La progresiva expansión urbana fue ocupando los valles de inundación del río Paraná hacia el este y del río Salado hacia el oeste. La situación de baja pluviosidad posterior a los años 20 y la condición de río menor del Salado respecto al Paraná influyó para que la ocupación hacia el oeste fuera muy marcada.

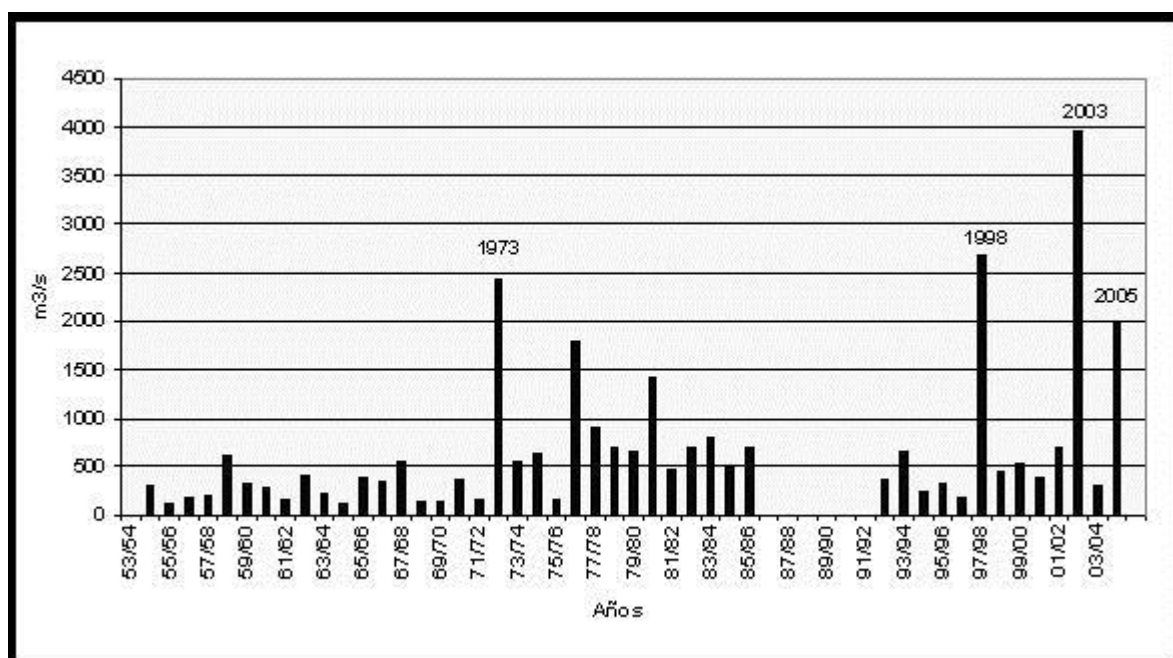
Hasta principios del siglo XXI, las mayores preocupaciones debido a inundaciones se habían originado en las crecidas del río Paraná que afectaban toda la zona este.

El valle de inundación del río Paraná tiene un ancho de 30 Km aproximadamente aguas arriba y luego se produce un estrechamiento que culmina con aproximadamente 13 Km de ancho en la sección Santa Fe – Paraná. Sobre la margen izquierda se encuentra el cauce principal del río Paraná y en la margen derecha una zona de islas frecuentemente inundables, el río Colastiné (formado por aportes del Paraná), y posteriormente el albardón costero, que en dirección SO – NO bordea el valle de inundación propiamente dicho, separándolo de las terrazas anteriores del valle aluvial, que se ubican hacia el Oeste, hacia donde se expande la ciudad de Santa Fe.

A partir de un ciclo húmedo que se inicia con posterioridad a los años 70, se producen grandes crecidas de tipo catastróficas en los años 1983, 1992 y 1998 con caudales picos que superaron los 50.000 m³/s, con consecuencias catastróficas para la zona y particularmente para la infraestructura de la zona. Como consecuencia de las mismas se implementaron importantes obras de defensa (especialmente las tradicionales defensas de borde que limitan el avance de las aguas desbordadas)

La cuenca total del río Salado tiene una superficie de 94.750 km², pero los aportes de la Cuenca Alta y Media atraviesa una zona semiárida de alta infiltración y escurrimiento impedido, por lo cual son de baja significación.

La Cuenca Inferior activa de unos 30.000 km², pasó de un gradiente de las precipitaciones medias anuales en el sentido Este-Oeste, de 1100 mm a 800 mm para el período 1941/1970 aun gradiente de 1200 mm a 900 mm para el período 1971/2000, originando un importante incremento de escurrimiento. Esta persistencia de condiciones húmedas que se manifiesta en toda la región, es debida al denominado “cambio climático”, caracterizado además por la aparición, cada vez con mayor frecuencia, de eventos lluviosos muy intensos y arealmente concentrados (Barros, V 2005).



Crecidas del Río Salado en Ruta 70 (Paoli, C. y otros 2003).

Antes de la crecida del 2003 las mayores registradas correspondían a 1973 con 2430 m³/s y a 1998 con 2672 m³/s (Paoli, C. y otros 2004).

LA SITUACIÓN DE CRECIDA DEL 2003

Durante el año 2003 la situación de aguas altas se manifiesta desde enero, produciéndose tres picos antecedentes que superaron los 1000 m³/s a mediados de enero, febrero y marzo. La crecida de abril del 2003 se originó por la ocurrencia de lluvias elevadas sobre su cuenca baja, ocurridas principalmente entre los días 22 y 24 de abril del corriente año. Durante esos días, un sistema frontal caliente semiestacionario se ubicó en el centro del litoral argentino (zona norte de Entre Ríos, sur de Corrientes y centro de Santa Fe). Sobre este sistema frontal se formaron núcleos de nubes convectivas, que originaron lluvias de muy alta intensidad (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional). (Paoli, C y otros, 2004)

Estas lluvias se produjeron sobre una cuenca baja del río Salado saturada, producto de precipitaciones ocurridas en los meses previos. Este estado de saturación antecedente originó que un importante porcentaje del agua precipitada se convierta en escurrimiento. El pico principal se presenta con un fuerte empuntamiento, pasando de 700 m³/s a 4000 m³/s en solo 7 días entre el 22-04-03 y el 29-04-03. La recesión es también bien marcada, por lo cual el caudal estuvo por encima de los 1000 m³/s solamente 30 días.

La crecida de abril del 2003 fue de carácter extraordinario y superior a todas las registradas hasta ese momento, pero estadísticamente previsible.

Del análisis de frecuencia de picos de crecidas máximas anuales efectuado para la serie 1971-1998, en oportunidad de los estudios realizados en ese momento, y los efectuados introduciendo en la serie la crecida 2003, o sea para la serie 1971-2003 se obtuvieron los siguientes valores, donde se indican los intervalos de confianza para un nivel del 90%:

T (años)	Caudal (m ³ /s) Serie 1971-98	Caudal (m ³ /s) .Serie 1971-2003		
		Límite Inferior.	Valor Esperado	Límite Superior
500	4000	3698	5470	7227
250	3500	3170	4825	6139
100	3010	2771	4110	5316
50	2590	2470	3470	4493
10	1615	1438	2000	3672
5	1190	1028	1375	2589

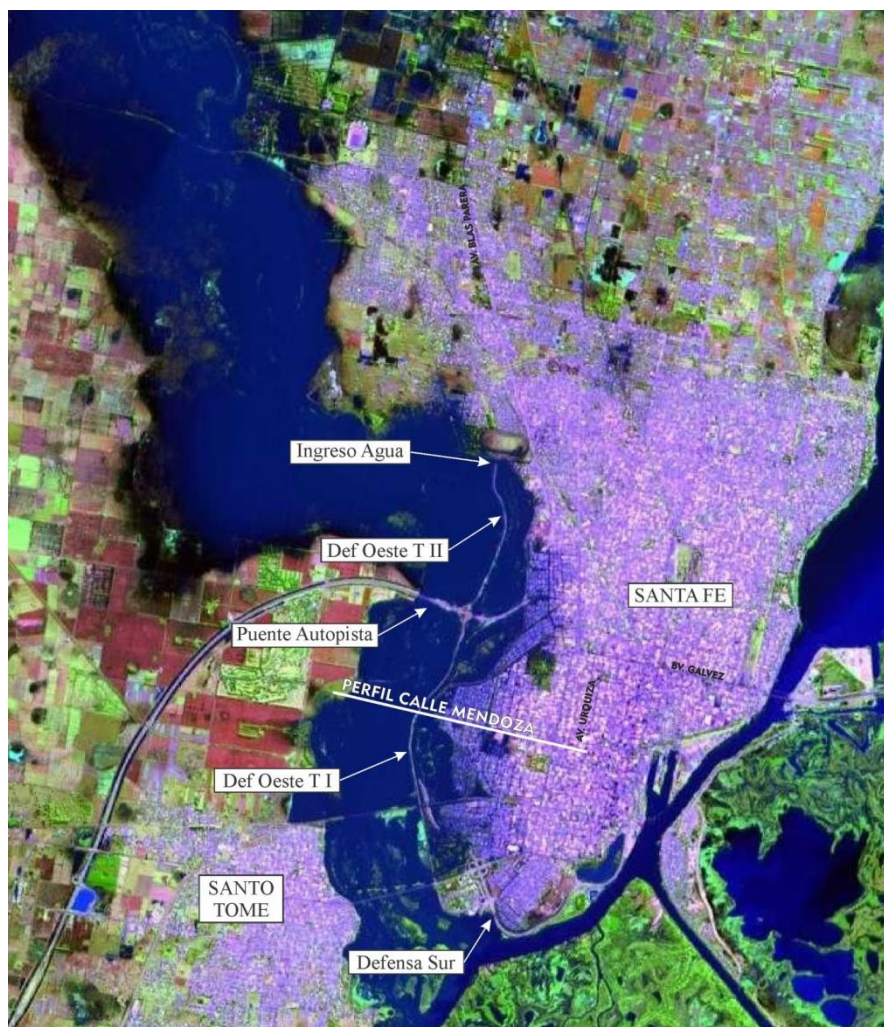
Caudales maximizados

Se observa que la crecida de 4000 m³/s que se produjo era previsible estadísticamente con una recurrencia de 500 años a la luz de los estudios que se disponían hasta ese momento, mientras que luego de producida, al introducirla en la serie muestral, la previsibilidad estadística que tiene dicha crecida es del orden de los 100 años.

La comparación de estos valores obtenidos muestra la importancia de mantener actualizados los estudios de análisis de frecuencia de extremos, los que deben ser revisados periódicamente y cada vez que se produce una crecida extraordinaria.

LA SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE LA ZONA OESTE DE LA CIUDAD

Como ya se expresara, en la desembocadura del río Salado en el río Paraná y sobre su margen izquierda, se produjo la expansión de la ciudad invadiendo el valle de inundación, construyendo una obra de protección, pero fundamentalmente como complemento de una obra vial, según se muestra en la figura:



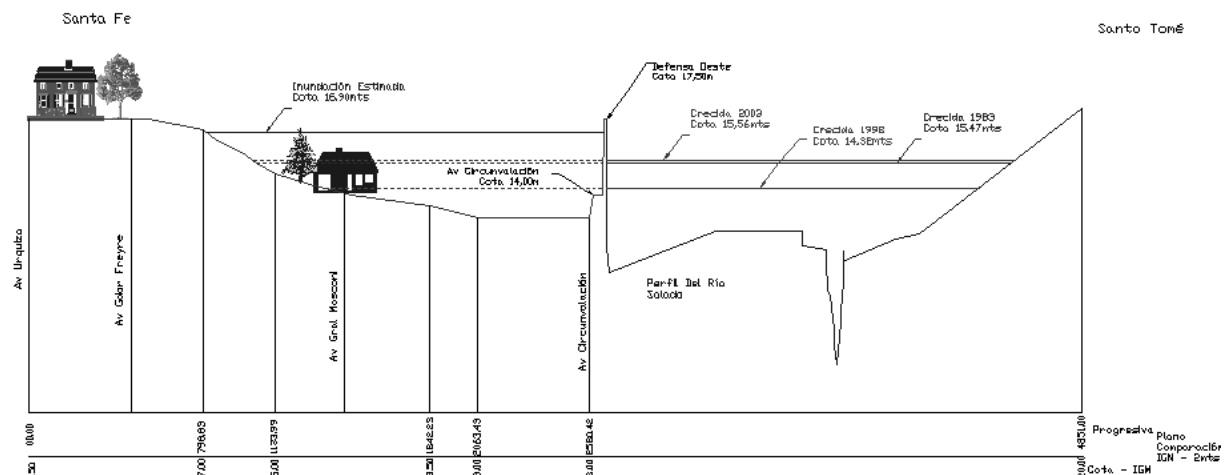
Obras de defensa existentes en el 2003 y ubicación perfil transversal

El tipo de defensa existente en el extremo oeste de la ciudad aumento (sin proponérselo, por supuesto) el riesgo por aumentó de la vulnerabilidad en la zona supuestamente protegida, debido a que en la concepción y diseño de las obras primó el carácter de Obra Vial por encima del de Obra de Defensa contra inundaciones de la ciudad de Santa Fe. Ello es así por cuanto en una defensa ribereña que se desarrolla desde aguas abajo hacia aguas arriba, es imprescindible asegurar el cierre superior a una cota adecuada al nivel de protección pretendido, aspecto elemental que fue subestimado.

La defensa existente en el año 2003 (Tramos I y II) no fue superada por el nivel de las aguas, sino que estas ingresaron por el sector donde terminaba el tramo II y el terreno natural era bajo. Una vez que el agua invadió la zona Oeste de la ciudad por su extremo Norte, se condujo hacia el Sur siguiendo la pendiente natural, encerrada por el terraplén de defensa por el Oeste y cotas de terreno más elevadas por el Este y favorecida por la Avenida de circunvalación que ofició de un verdadero canal de ingreso de las aguas en la ciudad.

El nivel del agua comenzó a subir hacia cotas superiores por un doble efecto: en una primera etapa, por el incremento de los niveles del Salado y sus correlativos mayores caudales de ingreso a la ciudad, y en segundo lugar por acumulación, ya que no tenía por donde salir por efecto de los terraplenes de cierre que conformaron un verdadero recinto estanco. Se llegó así a tener un desnivel de 2,5 m de agua dentro de la ciudad respecto al nivel de escurrimiento libre del río (ver figura).

Perfil Transversal Esquemático a la Altura de Calle Mendoza



Áreas urbanizadas en la sección transversal del valle de inundación del río Salado.

Fuente: La cuenca del Río Salado y la crecida de abril del 2003 (Paoli, C. y otros, 2004).

Debe aclararse que se encontraba en gestión la contratación y ejecución del tramo III que continuaba la defensa hacia el norte, pero mientras se conseguía su concreción se debió haber hecho un cierre provisorio hasta cotas de terreno natural compatible con la cota de coronamiento de la defensa existente. Se optó, mientras se esperaba la concreción del tramo III, por correr el riesgo de que no se produjera una crecida extraordinaria o que en caso de producirse, se podría efectuar en el momento un cierre transitorio para impedir el ingreso de las aguas, como se hizo en 1998. El problema es que no se evaluó correctamente el riesgo que se corría y las consecuencias que ello implicaba y tampoco se implementaron todas las medidas de prevención complementarias.

En la fotografía siguiente se observa claramente el sector por donde ingresó el agua a la zona urbana sin que se superara la cota de coronamiento de la defensa.



Ingreso del agua por el extremo norte de la defensa que no fue superada.

Fuente: La cuenca del Río Salado y la crecida de abril del 2003 (Paoli, C. y otros, 2004).

CONSECUENCIAS

Los principales impactos producidos durante esta crecida, se pueden resumir en los siguientes indicadores:

- 23 víctimas fatales directas y se estima una cifra similar como indirectas (colaterales)
- 120.000 personas que debieron ser evacuadas
- 43 barrios afectados, que implican 1296 manzanas
- Daños totales estimados de 1.000 mill U\$D - Estimado por CEPAL (2003)
- Obras de emergencia y subsidios 125 mill U\$D (Gob Prov SFe)

Posteriormente a este evento de crecida del río Salado, no se produjeron otras crecidas de esta magnitud y el río no volvió a ingresar a la ciudad. Sin embargo nuevamente la zona oeste y otros importantes sectores de la ciudad han sido afectados, pero por eventos de lluvias locales intensas, siendo el más significativo y severo el ocurrido entre el 26 de marzo y el 4 de abril del año 2007, en que se registró un total de lluvia caída en la ciudad de Santa Fe de 437 mm. La afectación que produjeron estas importantes precipitaciones se agravó por la insuficiencia de la capacidad de drenaje y de almacenamiento, así como la falta de funcionamiento de gran parte del sistema de bombeo de la ciudad para dar salida al agua en el oeste, hacia el río Salado. La organización de la respuesta también mostró deficiencias para atender a un sector muy similar al que padeciera las mayores consecuencias de la inundación del 2003. Unas 28.000 personas debieron dejar sus viviendas, las inundaciones o anegamientos de calles y rutas interrumpieron algunos pasos y accesos, dejando a la ciudad aislada, con un fuerte impacto social y psicológico.

4. INTERPRETACIÓN DE LAS CAUSAS DE LA CATÁSTROFE

LA FALTA DE CONOCIMIENTO Y DE PREVISIÓN COMO CAUSA PRINCIPAL DE LOS DESASTRES HÍDRICOS

Como sucede en la mayoría de los casos en que se producen catástrofes por inundaciones, la reacción inmediata pasa por calificar a las mismas de “impredecibles” e “imprevisibles”, como una forma de salvar responsabilidades por aquellas acciones y medidas que se pudieron haber tomado y no se tomaron, por lo que reviste gran interés aclarar este aspecto.

Prever es “conocer con anticipación o conjeturar lo que ha de suceder”, mientras que prevenir es “preparar, disponer con anticipación las cosas para un fin”. Las inundaciones se pueden prever según los siguientes aspectos:

Donde: Las inundaciones tienen lugar en forma recurrente y con magnitudes diferentes en las mismas zonas, que son las denominadas zonas inundables. Es decir que si tiene una cartografía de áreas de riesgo, como en el caso de Santa Fe, se puede prever perfectamente bien donde se producirá el impacto de las inundaciones y en función de ello tomar las medidas correspondientes.

Como: De acuerdo a las características de la cuenca de aportes, su régimen de lluvias y escurrimiento, las características del cauce y de las historias de las crecidas antecedentes, se determinan a partir de los estudios hidrológicos el como se presentarán las crecidas. En el caso del río Salado este aspecto era perfectamente conocido, como surge de los numerosos antecedentes disponibles.

Cuando: Este aspecto está referido a la “previsibilidad” de la crecida, donde se demuestra que la crecida era previsible desde ciertos puntos de vista. Lo que resulta imprevisible temporalmente es el momento y la magnitud que va asumir una lluvia determinada y es justamente por ello que deben tomarse medidas de prevención que permitan enfrentar este tipo de situaciones.

EL SOFISMA DE LA IMPREVISIBILIDAD DE LAS INUNDACIONES

Al respecto resulta de interés transcribir parte de un Informe del Instituto Geológico y Minero de España (Ayala-Carcedo, 2002), donde se analiza un caso español y sus alternativas.

“... Según el diccionario, sofisma es la “argumentación solo verdadera en apariencia”. Cuando tras las catástrofes se argumenta que la magnitud de la lluvia fue imprevisible, y, en consecuencia, se dice que la inundación fue imprevisible, se está diciendo una verdad respecto a la lluvia (a medias, puesto que cada vez se estima mejor), pero una mentira respecto a la inundación, ya que por lo expuesto, toda inundación es plenamente previsible en cuanto al donde y al como. Se está proporcionando así, conscientemente cuando lo hacen expertos, una apariencia de verdad a una afirmación que es mentira. Por tanto, decir que una inundación fue imprevisible es un sofisma. Solo puede decirse, y parcialmente, que fue imprevisible la lluvia. La argumentación es aún más falaz si lo que se pretende con ella es justificar la ausencia de medidas de prevención que hubieran evitado la catástrofe, ya que como vimos, estas son factibles siempre. La utilización de esta argumentación falaz por parte de expertos, confunde objetivamente a la opinión pública y al Poder Judicial y puede proporcionar coartadas a los presuntos responsables, y, en cualquier caso, es sospechosa de incompetencia profesional. Por estas razones, los expertos, reales o supuestos, deberían abstenerse de volver a calificar de imprevisibles las inundaciones...”

Como resumen de la falta de conocimiento, preparación y de previsión se pueden mencionar:

- La subestimación del problema de las crecidas del río Salado en comparación con las del Río Paraná y el desconocimiento del estado altamente peligroso de la defensa existente
- El desconocimiento de la cartografía de áreas de riesgo que se disponía desde el año 1992
- La no disposición de un sistema de alerta de crecidas del Río Salado, ni aún elemental
- La falta del tratamiento y manejo conjunto de las crecidas ribereñas con el drenaje pluvial
- La no disposición de un Plan de Contingencias.

EL CAMBIO CLIMÁTICO COMO FACTOR PREPONDERANTE DEL AUMENTO DEL RIESGO

A partir de la consideración del riesgo como producto de la amenaza por la vulnerabilidad, se comprende claramente que el riesgo de inundación puede aumentar o disminuir por que se modifica la amenaza (cambio climático) o la vulnerabilidad (condiciones físicas de infraestructuras y socioeconómicas del sitio) o ambas.

Pero debe tenerse en cuenta que:

- El cambio climático, de responsabilidad global, da lugar a una mayor frecuencia de tormentas intensas y crecidas extraordinarias.
- La ocupación de los valles de inundación y otras acciones antrópicas, de responsabilidad local, aumentan la vulnerabilidad

Como ya se expresara, (Rosengaus, 2005) plantea en términos de disyuntiva la importancia de la Vulnerabilidad vs. Cambio Climático, cual enfatizar en el manejo de riesgos?. En sus conclusiones y con relación al aumento del nivel de riesgo al que están sometidas las poblaciones ubicadas a la vera de los cursos de agua, hay una tendencia de la sociedad en su conjunto (incluidos los gobernantes) a sobrestimar la incidencia del cambio climático y por lo tanto a globalizar las medidas de mitigación y la responsabilidad de su implementación, lo que típicamente se presentó en el caso de Santa Fe.

LA VULNERABILIDAD DE SANTA FE COMO FACTOR DETERMINANTE

Alta vulnerabilidad natural debido a su ubicación geográfica entre dos grandes ríos no regulados, con amplios valles de inundación que han sido ocupados por la expansión urbana y topografía local plana con deficiencias para el escurrimiento de los excesos pluviales y con zonas bajas cercanas a los ríos con napa freática cercana a la superficie, Paoli y otros (1992).

Alta vulnerabilidad construida por la falta de un Plan Urbano y de ordenamiento territorial que tenga en cuenta los factores anteriores y el desarrollo de obras de infraestructuras viales y de defensas no totalmente compatibilizados y no acordes a los escenarios hídricos cada vez mas extremos que se presentan y la falta de un adecuado plan de operación y mantenimiento de las mismas. El factor crítico resultó una obra de defensa incorrectamente planteada e inconcebiblemente abierta en su extremo, lo que dio lugar a un daño mucho mayor aún del que se hubiera producido sin ninguna defensa

Alta vulnerabilidad social, ante la falta de conciencia de que una zona protegida sigue siendo una zona de riesgo y como consecuencia la falta de medidas no estructurales que complementen a las obras, como la no disposición de un sistema de alerta de crecidas del río Salado y consecuentemente la ausencia de un Plan de Contingencias explícito.

5. DEL DESASTRE A LA RECUPERACIÓN, A LA TOMA DE CONCIENCIA Y HACIA LA GESTIÓN INTEGRADA

Se describen las principales medidas que se tomaron luego del desastre que fueron paulatinamente cambiando la consideración del tema por parte de las autoridades y de la sociedad en su conjunto. Se hace hincapié en las medidas no estructurales puesto que en ciertos aspectos son innovadoras y factibles de replicar en otros sitios, mientras que las medidas estructurales, que también se implementaron, son más tradicionales y específicas de cada lugar.

INMEDIATA MEDIDAS DE REPARACIÓN

Mediante la Ley 12.106 Emergencia Hídrica del 21-05-03, se crea la Unidad Ejecutora de Recuperación de la Emergencia Hídrica y Pluvial (UEREHyP). Su constitución fue de carácter Multidisciplinario, integrándose Ingenieros, Abogados, Contadores, Psicólogos, Asistentes Sociales, etc. y su función principal fue de Contención y Reparación

Mediante las Leyes Nº 12.183 (06-11-2003) y Nº 12.259 (09-09-04), la reparación de los deterioros o pérdidas causadas en inmuebles de residencia y muebles accesorios, se ajustó a las siguientes pautas:

- 1) La estimación del deterioro del inmueble de residencia se efectúa en función de:
 - a) Categoría del inmueble.
 - b) Altura alcanzada por el agua en la vivienda.
 - c) Cantidad de metros cuadrados de superficie cubierta afectados existentes al momento del evento, incluyendo las mejoras no declaradas, que indique el beneficiario, sujeto a verificación.
- 2) Categoría del inmueble: Se establecieron (10) categorías según la indicada en los padrones catastrales con los cuales se calcula el Impuesto Inmobiliario.
- 3) Altura alcanzada por el agua en la vivienda: Fueron establecidos por una Comisión Especial en base a relevamientos in situ y documentos gráficos
- 4) Estimación económica del daño: Se ha considerado:
 - a) Valor del inmueble, conforme al valor de mercado por metro cuadrado.
 - b) Grado de deterioro según el nivel de agua alcanzado, considerando tramos de 10 cm. entre 0 y 2,5 metros de altura del nivel del agua, siendo la última categoría: "nivel de agua superior a los 2,5 metros".
- 5) Estimación económica del monto a reconocer: Surge de combinar, el valor de la vivienda por metro cuadrado con la altura del nivel del agua.
- 6) Estimación económica del deterioro en bienes muebles, accesorios, enseres y costo de reparaciones: El reconocimiento de los deterioros o pérdidas por estos conceptos se efectuó según las pautas siguientes:

- a) Categoría del Inmueble: se establecen dos rangos, el primero abarca las categorías 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 y el segundo abarca las categorías 8, 9 y 10
- b) Altura del agua: se aplica el mismo criterio que para afectación del inmueble.
- c) se ha considerado el valor de mercado de los muebles que razonablemente integran una unidad familiar.
- d) Grado de deterioro según el nivel de agua alcanzado
- e) La estimación económica del monto a reconocer: surge de combinar el rango con el nivel del agua.
- f) El reconocimiento por reposición del deterioro de los bienes muebles calculados de acuerdo a lo anterior, será incrementado en un 5% por cada integrante del grupo familiar, a partir del quinto integrante inclusive de acuerdo a los datos aportados por el censo del IPEC realizado durante el 2003 y la información del Censo Residual.

LA RESPUESTA DE LA ACADEMIA

Sabido es la dificultades que a diario se presentan para conseguir una labor coordinada y compatibilizada de las Instituciones de Ciencia y Técnica que actúan en mismo espacio geográfico, sin embargo dada la situación se conformó un Programa de Cooperación Interinstitucional Frente a la Emergencia (ProCIFE), integrado por la Universidad Nacional del Litoral (UNL), la Universidad Católica de Santa Fe (UCSF), la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe (UTN), el Centro Regional de Investigación y Desarrollo del CONICET y el Instituto Nacional del Agua (INA), más las siguientes Organizaciones de la Sociedad Civil: Fundación Hábitat y Desarrollo, y Centro de Estudios y Servicios de la Bolsa de Comercio de Santa Fe

La misión de este Programa específico fue: “Articular y potenciar la capacidad de cooperación y asistencia técnica del sistema universitario y científico-tecnológico con las acciones que el Gobierno Provincial, los Gobiernos Municipales y las Organizaciones de la Sociedad Civil promuevan, en orden a enfrentar la situación de emergencia hídrica y el proceso de reconstrucción de la Región Santafesina afectada por eventos hídricos”.

A partir del PROCIFE se realizaron diversos informes de diagnósticos de lo sucedido, propuestas de acción, Jornadas y Seminarios sobre la temática con amplia participación de toda la comunidad científica y Técnica, lo que permitió elaborar una agenda común de las prioridades que en materia de investigación y desarrollo era necesario llevar adelante, lo que permitió a la vez la gestión y utilización eficiente de fondos condicha finalidad. Arrillaga et al, (2003)

CAMBIO EN LA ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA Y AGENDA GUBERNAMENTAL

Al momento de producirse la crecida e inundación del 2003 el tema hídrico a nivel provincial se desarrollaba principalmente a través de una Dirección Provincial de Obras Hidráulicas, dependiente de una Secretaría de Obras Públicas en el ámbito de un Ministerio de Obras y Servicios Públicos. Inmediatamente después del desastre se crea un Ministerio de Asuntos Hídricos (MAH), que reúne todos los sectores relativos a planificación, estudios, proyectos, construcción de obras y gestión, marcando un claro cambio en la importancia que tomó el tema hídrico en la agenda gubernamental. Posteriormente en el año 2007, se da un paso mas al incorporar a dicho Ministerio el tema ambiental y de Servicios de Sanitarios, pasando a denominarse **Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente (MASPyMA)** que es el que se encuentra actualmente en funcionamiento. En la estructura de este ministerio se encuentra una Secretaría

de Aguas, que a la vez tiene una Subsecretaría de Planificación y Gestión Hídrica, que se ocupa de todos los temas de prevención de crecidas e inundaciones.

A nivel municipal, la creación de la **Dirección de Gestión de Riesgos** como un área dependiente del intendente, es una acción fundamental que pone en relevancia el tema y facilitar su incorporación como eje transversal, involucrando a las distintas secretarías del gobierno local.

Esto permite lograr una real “transversalización” de la reducción de riesgos, disponiendo de mayores recursos y evitando la superposición de funciones y actividades entre las distintas áreas como ser: obras públicas, desarrollo social, ambiente, comunicación, educación, cultura y planeamiento urbano, que ya tienen su lugar en secretarías específicas. Para lograr esto no solo se modificó la estructura orgánica, sino que se realizaron talleres de capacitación y sensibilización destinados a autoridades y funcionarios del Municipio.

NUEVOS ESTUDIOS, PROYECTOS E IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS RECOMENDADAS

A partir de las nuevas estructuras administrativas y sus respectivas agendas, en el período de los últimos 10 años, se implementaron una gran cantidad de estudios y análisis entre los que resulta de gran interés resaltar:

- Estudios referentes al impacto sobre el régimen de crecidas de los cambios que se producen en la cuenca: “Influencia de los cambios físicos y climáticos en el régimen de escurrimiento del Río Salado – Tramo Inferior”, realizado en el año 2007 por encargo del MAH de la Provincia de Santa Fe a la Universidad Nacional del Litoral, Instituto Nacional del Agua (INA) e Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), Giacosa y otros (2007)
- Proyectos de readecuación de Obras de Defensa y complementarias: “Proyecto de adecuación y prolongación de la Obra de Defensa Oeste” realizada por la empresa INCOCIV en los años 2004/5; “Evaluación del estado y grado de protección del Sistema de Defensa de las ciudades de Santa Fe – Recreo y anillos de la Ruta Provincial Nº 1”, realizado en el 2009 por el INA por encargo del MASPyMA; Proyecto Ejecutivo de las Obras del Sistema de Reservorios y Estaciones de Bombeo de la Vertiente Oeste de las ciudades de Santa Fe y Recreo” realizado en el 2011 por el INA, UNL y UTN por encargo del MASPyMA.
- Actualizado cartografía de áreas de riesgo por inundación: Entre los años 2005 y 2007 el INA por encargo del MASPyMA actualizó la cartografía de áreas de riesgo que había realizado en el año 1992 y que en general era desconocida por la población y por Organismos de catastro y Ordenamiento territorial, Collins y otros (2006).
- Adecuación del drenaje Urbano: Revisión del “Plan Director de Desagües Urbanos de la ciudad de Santa Fe”, realizado por el INA en el año 1999. Esta labor es continua y complementariamente se ha incorporado en el año 2013-14 el Estudio de la zona de la Costa, donde se dispone de un anillo de defensas que incluye el barrio de Colastiné Norte de la ciudad de Santa Fe y la reciente ciudad de Rincón.

Como resultado de estos estudios y proyectos se adecuaron y construyeron nuevas obras e instalaciones que se pueden resumir en la disposición de:

- 140 km de defensas
- 152 bombas (fijas, móviles y de reserva)

- 53 puntos de operación y bombeo
- 250 ha de reservorios
- 125 km de conductos entubados
- 60 km de canales a cielo abierto

ESTADO DEL SISTEMA DE DEFENSAS DEL GRAN SANTA FE EN RELACIÓN CON EL RIESGO DE FALLAS.

Desde el punto de vista de las medidas estructurales, los terraplenes de defensas existentes y los nuevos que se completaron, fueron ejecutados en etapas por diferentes organismos y criterios de diseño, ofreciendo desiguales niveles de protección. Además, dichas obras no contaban con una actualización de la información en forma unificada y disponible de sus coronamientos, de su estabilidad y de sus condiciones de protección, lo que generaba una incertidumbre del nivel real de protección, con respecto a las distintas crecidas fluviales, sean históricas como estadísticas.

Por ello el estudio encomendado por el Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente de la prov. de Santa Fe, tuvo por finalidad conocer el riesgo real y potencial que presentan las áreas defendidas indicadas en la cartografía de áreas de riesgo hídrico (que también fueron actualizados).

Los estudios realizados fueron la revisión de las crecidas de diseño y su comparación con las cotas de coronamiento, las deformaciones existentes en el perfil transversal, su estabilidad estructural y sifonamiento en lugares críticos seleccionados y el estado general de mantenimiento, estableciendo así, la clasificación a partir de los resultados obtenidos, Collins (2009):

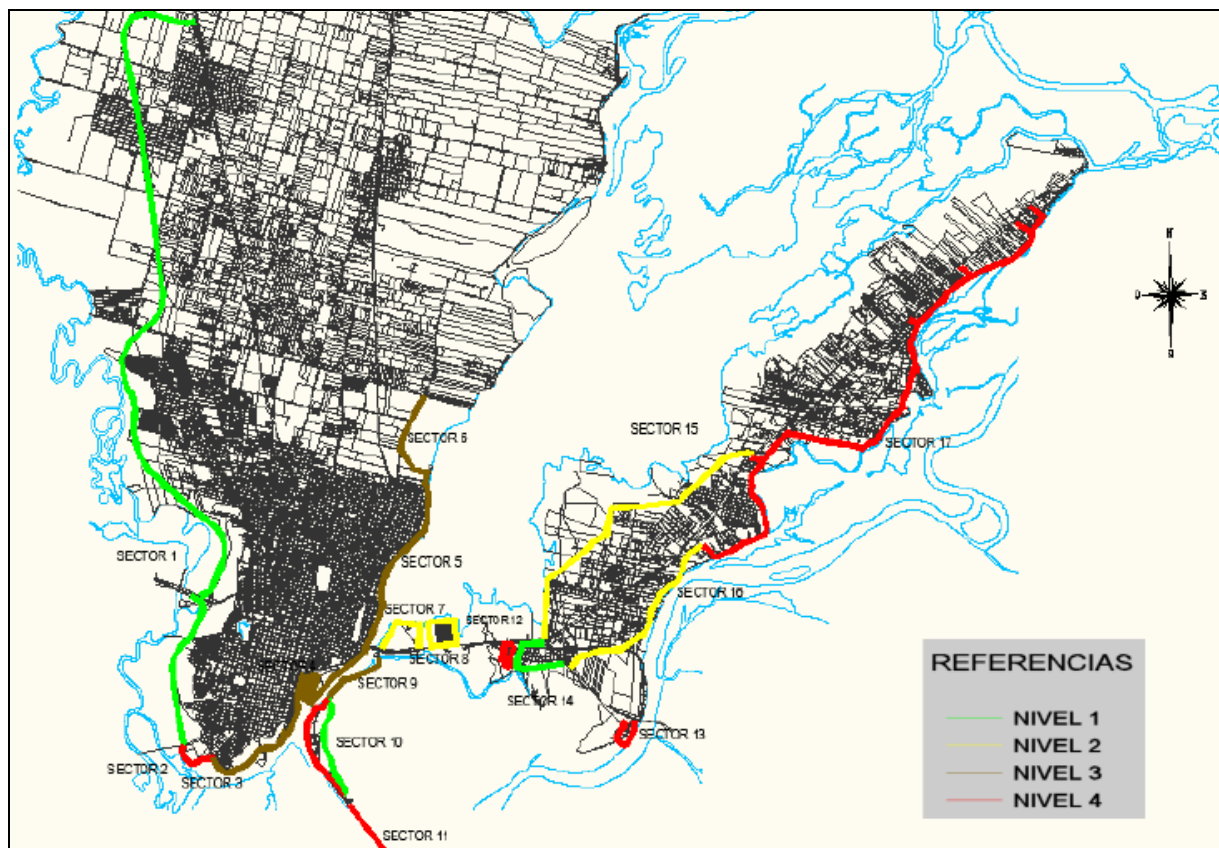
Nivel 1 – Defensas seguras para crecidas de diseño y revancha adicional: Corresponde a áreas o defensas que alcanzan u ofrecen una protección de una crecida de recurrencia P100-S100, tienen una sobreelevación para contener el oleaje y poseen una revancha de seguridad adicional. Tienen un coeficiente de estabilidad igual o por encima de 1.5.

Nivel 2 – Defensas seguras para crecida de diseño y sin revancha adicional: Corresponde a áreas o defensas que alcanzan u ofrecen una protección de una crecida de recurrencia P100-S100 y no tienen una sobreelevación para contener el oleaje ni una revancha de seguridad adicional. Tienen un coeficiente de estabilidad igual o por encima de 1.5.

Nivel 3 – Defensas con seguridad inferior a la crecida de diseño: Corresponde a áreas o defensas que alcanzan una protección de una crecida de recurrencia P50- S50 y no tienen una sobreelevación para la protección de oleaje ni una revancha de seguridad adicional. Tienen un coeficiente de estabilidad igual o por encima de 1.5.

Nivel 4 – Defensas con seguridad inferior a la crecida de diseño con baja estabilidad: Corresponde a áreas o defensas que alcanzan una protección de una crecida de recurrencia menor o igual P50- S50 y no tienen una sobreelevación para la protección de oleaje ni una revancha de seguridad adicional. Tienen un coeficiente de estabilidad por debajo de 1.5.

Considerando estos criterios, el sistema de defensas de Santa Fe presenta distintos niveles de protección, Fig.7 y al no observarse anillos interiores de separación entre diferentes zonas, las condiciones de riesgo hídrico se ven agravadas.

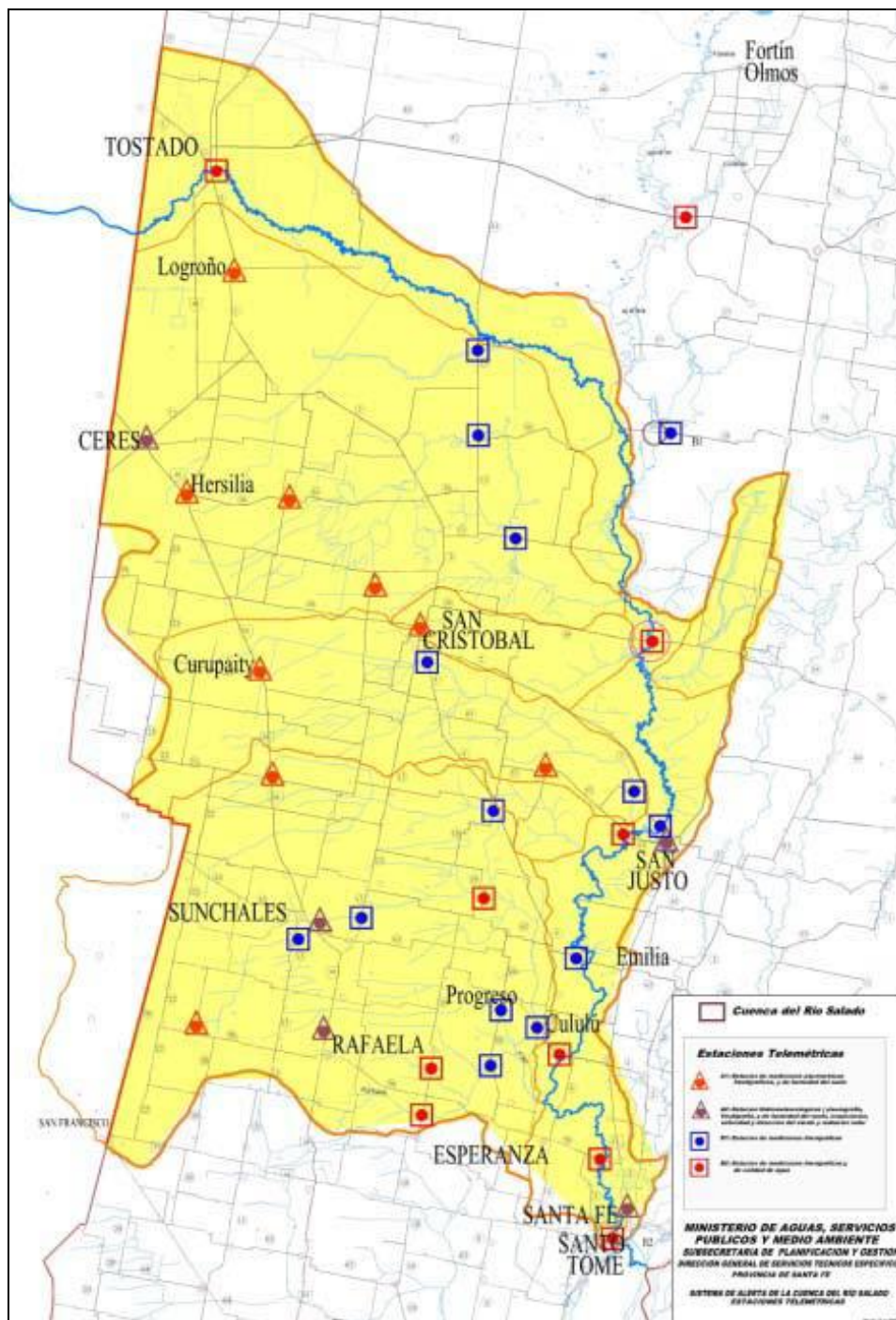


Niveles de protección de las defensas de Santa Fe.

Fuente: Evaluación del estado y grado de protección del Sistema de Defensas (Collins, J. y otros, 2009)

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO A TIEMPO REAL

En la identificación de causas, la ausencia de un sistema de alerta de crecidas del río Salado, constituía una de las falencias principales, por lo que inmediatamente se diseñó, licitó e implementó el conjunto de estaciones que se muestran a continuación:



Implementación de red de alerta hidrológica en la Cuenca Inferior del Río Salado.

Fuente: Plano suministrado por el MASPyMA, Gobierno de Santa Fe.

La red se integra con:

- 9 estaciones de tipo A1 (pluviométrica, pluviográfica y de humedad de suelo)
- 5 estaciones de tipo A2 (pluviográfica y freatigráfica, temperatura, humedad relativa, presión barométrica, humedad del suelo, evaporación, radiación solar, velocidad y dirección del viento)
- 14 de tipo B1 (limnigráfica y de aforos)
- 10 de tipo B2 (limnigráfica y de calidad de agua superficial)

INTEGRALIDAD DE LOS SISTEMAS DE PREVENCIÓN

Para que sea aprovechable el conocer con anticipación la magnitud y el tiempo de llegada de una crecida y los niveles esperados, es imprescindible disponer de:

- Un sistema de Pronóstico y Alerta Hidrológico
- Una adecuada delimitación de áreas de riesgo y de un inventario actualizado de la planicie de inundación que permita prever el alcance potencial de las aguas y zonas críticas en función el pronóstico.
- Planes de prevención y contingencia explícitos que describan y asignen responsabilidades a cada sector.

Por lo tanto es necesario que se disponga de los 3 componentes de un Sistema de Prevención para que el mismo resulte realmente efectivo como herramienta de prevención.

Estos tres componentes se han implementado y su perfeccionamiento es constante para lograr que la población tome confianza en el mismo.

REGULACIÓN DE USO DEL TERRITORIO EN LA RIBERA DE LOS CURSOS Y CUERPO DE AGUA

El uso y ocupación indebida del territorio, especialmente las zonas bajas que constituyen los valles de inundación de ríos y arroyos de la región, explican más del 70 % de las situaciones de afectaciones, por lo cual resulta de vital importancia evitar que se continúe en el futuro incrementando la ocupación de estas zonas, a la vez que se debe buscar soluciones a medida para los casos existentes.

Se dispone de la Ley provincial 11730, que establece las siguientes zonas y las prohibiciones y restricciones para cada una de ellas:

AREA I: Cauces naturales y artificiales y cuerpos de agua permanente, limitados por la línea de ribera que delimita el dominio público del privado. Dentro del area I está prohibida todo tipo de actividad que no sea la navegación, pesca y recreación.

AREA II: Vías de evacuación de crecidas y áreas de almacenamiento, que establece la Autoridad de aplicación hasta el límite de crecidas de entre 5 y 25 años de recurrencia. En ella están prohibidas las obras, actividades y emprendimientos públicos o privados que impidan el escurrimiento natural de las aguas. Como restricción de uso se establece que, toda obra, actividad y emprendimiento están sujetos a los parámetros establecidos por la Autoridad de Aplicación y la aprobación está condicionada a que:

- a) no obstaculicen el escurrimiento natural de las aguas
- b) se adopten medidas para anular el riesgo de inundación o sean compatibles con el riesgo

AREA III: Areas con riesgo de inundación no incluidas en las Areas I y II, cuyo límite va hasta los 100-500 años o máxima crecida registrada, según lo establezca la autoridad de aplicación y se informará a los propietarios de inmuebles su inclusión dentro de la zona con riesgo de inundación y advertirá a la comunidad que las actividades desarrolladas en estas áreas, sufren de la contingencia de inundación.

Una mayor restricción a la urbanización de zonas con riesgo de inundación, se introdujo en el año 2013, con la Resolución MASPyMA Nº 292/13, que no autoriza loteos en zonas con riesgo de inundación de 100 años y que obliga a los urbanizadores a presentar un estudio de factibilidad hídrica.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Ante la necesidad de habitar zonas inundables en áreas de islas y del valle de inundación del río Paraná, se ha impulsado el diseño y desarrollo de viviendas de tipo palafíticas y flotantes, como la que se indica en la figura:



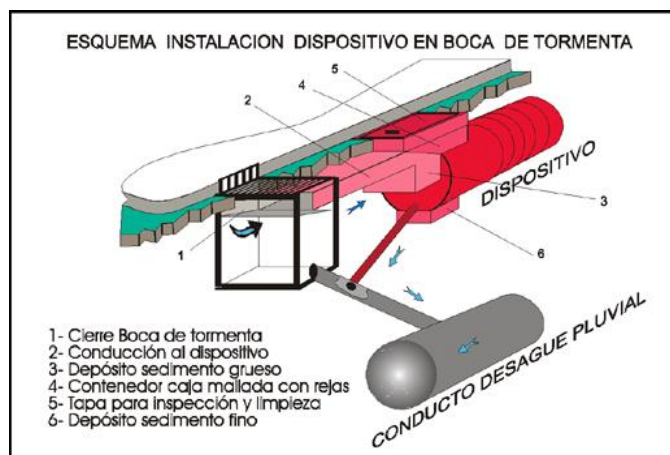
Vivienda Flotante que se comercializa en Santa Fe.
Fuente: Diario El Litoral, 14 de septiembre de 2013.

REGULACIÓN DE EXCEDENTES PLUVIALES EN ZONAS URBANAS

El mayor problema que se presenta generalmente con el drenaje urbano, es debido al efecto de urbanización que da lugar a un notorio incremento de la impermeabilidad y por ende a un aumento de los caudales a evacuar para mitigar las condiciones de inundación locales. Atendiendo a la limitación que presentan las soluciones tradicionales de incrementar el tamaño de los conductos existentes, el INA desarrolló dispositivos de regulación que están siendo utilizados en forma creciente, Secchi (1998).

DISPOSITIVO REGULADOR DE CRECIDAS EN BOCAS DE TORMENTA

La función de este tipo de dispositivo es disminuir los caudales máximos antes que ingresen a los conductos de desagüe pluvial. Es decir que estos dispositivos permiten, mediante una trampa hidráulica, "cortar" los picos de las crecidas, almacenarlos y retenerlos hasta que la red existente vuelva a tener capacidad de conducción y no produzca anegamientos. Se observan en la figura:



Dispositivos reguladores para colocar en sumideros

Fuente: Revista HYDRIA Nº 46 – Abril 2013

Cabe destacar que estos dispositivos fueron ensayados en laboratorio, experimentados en cuenca y los resultados muy satisfactorios fueron presentados en distintos eventos científicos internacionales.

Las principales ventajas detectadas son:

- Estos sistemas permiten, mediante una planificación urbanística y ambiental, controlar los excesos pluviales, devolviendo a las cuencas su capacidad de retención, por ejemplo: una disminución del caudal pico del 25 %, representa que en cuatro manzanas totalmente impermeables, equivale a tener una de ellas totalmente con césped.
- La implementación de los mismos puede realizarse alentando inversiones públicas o privadas, ya que estos dispositivos también han sido diseñados para ser instalados en los desagües domiciliarios con el mismo fin, dependiendo la instalación de estos últimos, del distado de nuevas normas de edificación.
- Plazos de ejecución de obras menores: la instalación de los dispositivos reduce drásticamente la duración de las obras con respecto a las alternativas tradicionales. Sólo se rompe parte de la calzada y solamente en determinadas esquinas de una intersección.
- Se eluden las interferencias: Mediante los planos de ubicación de otros servicios (Gas, Agua Potable, Teléfono, etc.), se pueden ubicar por proyecto los dispositivos de tal forma de no dañar infraestructura existente, ya que el dispositivo está diseñado en forma modular y puede conectarse variando la distancia y la disposición de los mismos.
- No exige la culminación del total de las obras del proyecto para obtener beneficios. Se pueden obtener mejoras inmediatas, llevando un adecuado plan de obras por etapas, comenzando por los ramales más críticos y sin que ello impida los trabajos progresivos hacia otras zonas. Esto permitiría

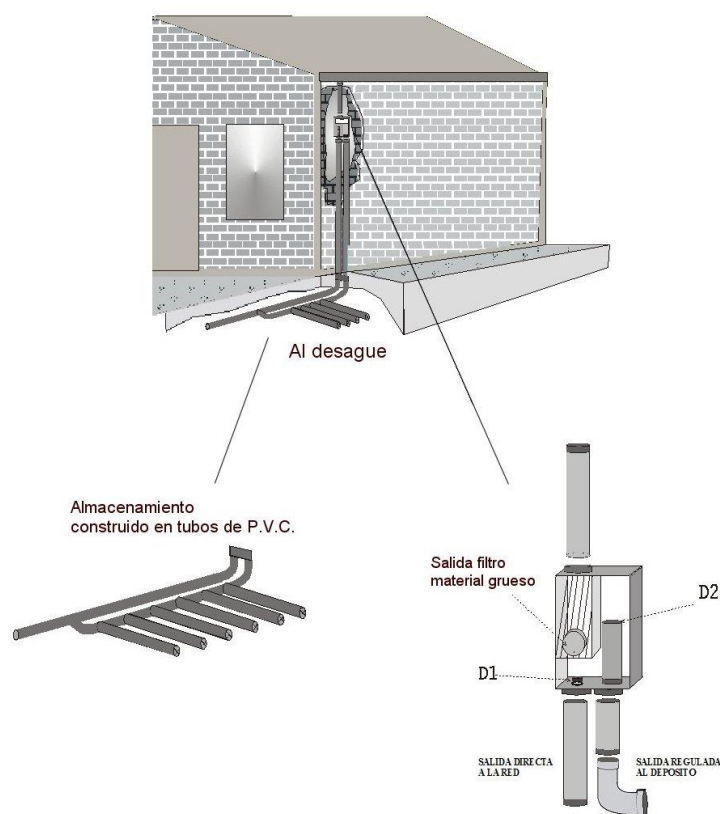
un cronograma de inversiones escalonadas en función de las disponibilidades presupuestarias y financieras. Fundamental, no es necesario comenzar desde la desembocadura

- Bajo impacto ambiental: por la forma de instalación los trabajos pueden realizarse con apertura parcial de calles y/o veredas, con el mínimo de inconvenientes para la población.

DISPOSITIVOS REGULADORES DOMICILIARIOS.

La regulación se puede conseguir en diferentes escalas y con diferentes niveles de intervención, para la regulación a nivel de predio ha sido desarrollado el dispositivo domiciliario.

La descarga de los techos escurre por el tubo de bajada que en su extremo inferior ingresa al accesorio de regulación. Este constituye sola pieza de tamaño reducido y bajo costo, que puede ir empotrado en la pared o en el exterior dependiendo de las condiciones constructivas del edificio y debe ir acoplado a una conducción que derive los caudales calculados para amortiguamiento hacia el reservorio, según se observa en la figura.



Dispositivos reguladores domiciliarios
Fuente: Revista HYDRIA N° 46 – Abril 2013

PRINCIPALES ACCIONES MUNICIPALES PARA EL MANEJO DE EXCEDENTES

- Mediante la Ordenanza N° 11.610, se establece la obligatoriedad de dejar “cinta Verde” en las nuevas intervenciones urbanas, principalmente veredas y proteger todas los espacio verdes existentes para favorecer la infiltración de los excedentes pluviales.
- La colocación obligatoria de cestos en altura para la disposición de residuos domiciliarios en veredas (Ord. N° 11.865 y Ord. N° 10.762), tiene por finalidad no solo una cuestión ambiental y de higiene, sino impedir que los dsehechos urbanos colocados sobre la superficie de veredas y calles sean arrastrados durante las tormentas y obstruyan los sumideros.
- Asimismo, la Ordenanza N° 11.959, dispone medidas para retardar o disminuir el escurrimiento del agua de lluvia en obras públicas y en edificaciones privadas. Se proponen los dispositivos para laminar el escurrimiento de techos y otros que son factibles de colocar en los sumideros como los desarrollados por el INA y se da amplia difusión a esto.

6. ¿COMO SE CONSTRUYE UNA CIUDAD RESILIENTE?

La resiliencia es la capacidad humana individual o colectiva para superar las adversidades y salir adelante. No solo consiste en soportar crisis y adversidades, sino en poder recobrase y salir fortalecido de ellas. La resiliencia comunitaria se refiere a la capacidad de las comunidades para superar las crisis y catástrofes. Entre los pilares de la resiliencia comunitaria se encuentran la autoestima colectiva, la identidad cultural, la honestidad, la solidaridad, la organización y el liderazgo.

DISPOSICIÓN DE UN MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL APROPIADO PARA EL PLAN DE CONTINGENCIA Y QUE PREVEA LA PARTICIPACIÓN DE LA POBLACIÓN

A partir de la creación de la **Dirección de Gestión de Riesgos**, se formuló el **Sistema Municipal de Gestión de Riesgos** mediante la Ordenanza N° 11.512/08. Desde entonces, la estructura del Sistema ha establecido un Comité central y varias comisiones específicas para abordar las diferentes instancias de la reducción de riesgos: prevención, preparación, respuesta y recuperación, Aguirre Madariaga y otros (2014).

Dentro del Sistema de Gestión de Riesgos, una de las primeras acciones fue la elaboración participativa del **Plan de Contingencias**. En cada uno de los barrios se discutió ampliamente las condiciones de vulnerabilidad y las afectaciones que se producirían con distintos tipos de evento, para acordar entre otras cosas, las vías de escape y de reunión para situaciones críticas y como resolver las diferentes situaciones de conflicto. Por supuesto se acordaron las formas de avisos y advertencias para su mejor llegada a la población. Todas estas cuestiones se incorporaron a los protocolos de acción del Plan de Contingencia. El municipio a la vez instaló instrumental hidrometeorológico complementario para implementación de alertas tempranas.



Elaboración participativa del Plan de Contingencia

Fuente: Aprender de los desastres (Aguirre Madariaga Eduardo y otros, 2014)

El Plan de contingencias comprende las acciones que van desde la identificación de la primera señal de que se producirá una crecida que provocará inundación, pasando por el aviso de los niveles esperados, evacuación, ubicación y mantenimiento de inundados hasta las acciones de mantenimiento y reparación de obras de emergencia, que se conocen como lucha contra la inundación.

COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO

El primer desafío fue lograr un cambio de una “cultura de reacción” por una “cultura de prevención”, basada en el conocimiento y comprensión de los fenómenos naturales, de la geografía de la zona, de la infraestructura disponible y también de las condiciones socioeconómicas y ambientales imperantes, Aguirre Madariaga y otros (2014).

Se creó un **Programa de Comunicación de Riesgos**, con doble dependencia de la Dirección de Comunicación y de la Dirección de Gestión de Riesgos, del cual participan más de 60 organizaciones de 45 vecinales de la ciudad, que han sido parte de estas actividades y han aportado allí sus experiencias y visiones sobre estos temas.

A partir del año 2008 se realizan cursos de formación para docentes y referentes comunitarios como una acción conjunta con asociaciones civiles y el apoyo de docentes de la Universidad Nacional del Litoral y participaron 15 personas en esa primera edición. Estas instancias de capacitación son muy importantes para comenzar a incorporar el tratamiento de la temática en las escuelas y también para desarrollar materiales educativos de apoyo para la tarea docente. Se crearon así manuales sobre inundaciones y gestión de riesgos, incluyendo propuestas de actividades para el aula elaboradas por los participantes del curso.

La conciencia acerca de la ciudad, el territorio y sus dinámicas ha sido un eje central en las actividades educativas y culturales propuestas por la Municipalidad. Esta relevancia se ha reflejado particularmente en la publicación de los fascículos “La ciudad y el río” (2009) y “Convivir con el Río” (2013) de la serie Aula Ciudad, que trabaja sobre temas emblemáticos de la identidad cultural santafesina para facilitar su abordaje en las escuelas a partir de la apropiación de la trama urbana.

Numerosas escuelas de la ciudad han participado en diferentes propuestas del proyecto en las cuales se utiliza el material educativo desarrollado en el marco del Programa “Aula-Ciudad” y dentro del mismo se han realizado numerosas visitas de alumnos, docentes, instituciones, asociaciones, funcionarios, etc., que han realizado el recorrido al sistema de drenaje a través de **la Ruta del Agua**, como parte de las actividades propuestas en los fascículos. En la figura siguiente se muestra la visita a una estación de bombeo de la zona oeste.



Visita de alumnos a una Estación de Bombeo de la Defensa Oeste
Aprender de los desastres.

Fuente: Aguirre Madariaga y otros, 2014.

Finalmente resulta imprescindible mantener la información actualizada y accesible a la población, para lo cual se ha implementado una página web donde se encuentra no solo el Plan de Contingencia y publicaciones, sino que además reúne información meteorológica a tiempo presente de estaciones propias, estado de los ríos y los pronósticos, como se muestra en la figura:

gestión de riesgos

Información Meteorológica
Estado del tiempo nacional y local

Información Hidrológica
Estado de los ríos

Centro de Operaciones
Informes actualizados

Registro de Sustancias Peligrosas
DDJJ

Gestión de Riesgos

La gestión de riesgos es un proceso de planificación y aplicación de medidas que se pone en marcha con la comunidad para orientar las acciones e intervenciones hacia la modificación de las condiciones que generan riesgos.

Plan de contingencia

La ciudad de Santa Fe ha elaborado un [Plan de Contingencia](#) que define las tareas que debe realizar cada área del Municipio ante lluvias intensas, tormentas o crecidas de los ríos, así como las funciones de otras instituciones que colaboran.

Noticias

Todas las novedades y noticias sobre los avances en materia de Reducción de Riesgos de Desastres (RRD) y las acciones prioritarias que se están realizando para lograr una ciudad "resiliente".

Página web de Gestión de Riesgos de la Municipalidad

Fuente: <http://santafeciudad.gov.ar/blogs/gestionderiesgos/>

RECUPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MEMORIA VIVA

Esta acción es muy importante para crear la conciencia de que las inundaciones constituyen un problema “siempre presente en términos de probabilidades”, para lo cual es importante rescatar las imágenes del pasado que ayudan a prevenir un futuro probable.

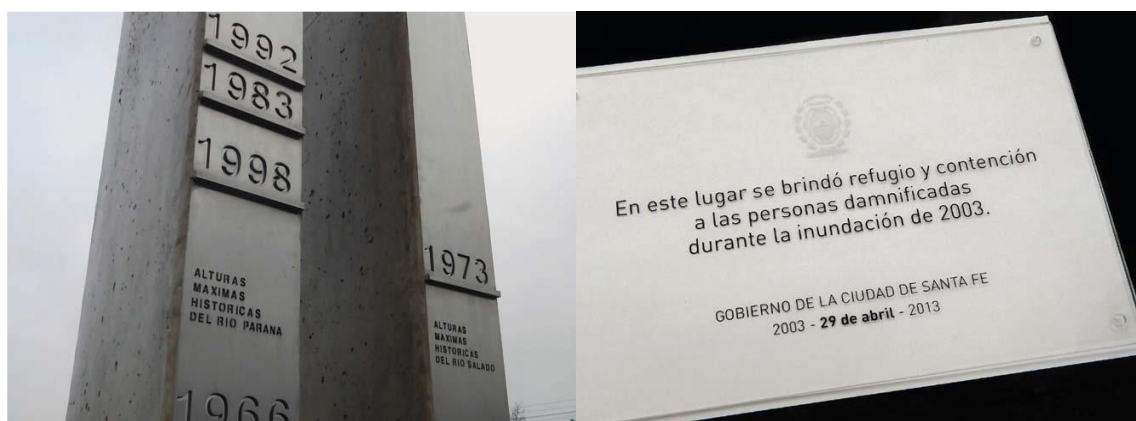
Dentro de estas acciones se han realizados numerosa muestras fotográficas y documentales de los registros de inundaciones pasadas como se muestran en la figura:



Actividades culturales, exposiciones y maquetas relacionadas con la Inundación
Aprender de los desastres.

Fuente: Aguirre Madariaga y otros, 2014.

Asimismo son importantes la materialización en el lugar de las “marcas del agua” en diferentes inundaciones y también la identificación de las acciones de socorro y atención a los damnificados, como las que se muestran en la figura:



Hitos recordatorios de los niveles alcanzados en crecidas históricas y de reconocimientos a la solidaridad.
Aprender de los desastres.

Fuente: Aguirre Madariaga y otros, 2014.

Y como expresión más elevada de esta memoria se propone el disponer de un “Memorial”, que ya se encuentra diseñado y aprobado para ser construido a la brevedad, según la figura que se muestra:

10 /// EL LITORAL
VIERNES, 1 DE MARZO DE 2013

ÁREAMETROPOLITANA

EN LA ZONA DEL HIPÓDROMO



Se construirá un memorial, a 10 años de la inundación

Será un lugar simbólico para reflexionar. Además se harán muestras artísticas para conmemorar la primera década de la tragedia hídrica. Y se generará material de difusión para escuelas.

Mantenimiento de la Memoria Viva

RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR AMBIENTAL DE ZONAS MARGINADAS

Frecuentemente las zonas de mayor impacto de las inundaciones son áreas anegables cercanas o dentro del valle inundación, con ocupación irregular y consideradas marginales desde el punto de vista socioeconómico. Intentar regular su ocupación limitando o prohibiendo su urbanización, es solo una visión limitada del problema, mientras que la gestión integrada propone la recuperación y puesta en valor con usos ambientalmente posibles.

Transformar el degradado borde oeste de la capital santafesina en una Reserva Natural Urbana es un ambicioso proyecto del municipio que consiguió el visto bueno del Fondo Francés para el Medio Ambiente (FFEM), un fondo público bilateral creado por el gobierno francés para favorecer la protección del medio ambiente mundial. El proyecto permite múltiples usos de la trama verde de todo el sector; reduce la vulnerabilidad ecológica y social, porque mejorará la calidad de vida de los vecinos; favorece un vínculo social porque crea un espacio público de sociabilidad; y permite preservar la biodiversidad y la naturaleza. Estas son las estrategias urbanas que el FFEM quiere apoyar y ya lo está haciendo en otras partes del mundo, como en México y Guatemala.



Recuperación ambiental de la zona inundable Oeste
Fuente: Municipalidad de Santa Fe

Es importante destacar dos cuestiones que son centrales para la recuperación social de la zona: seguridad y educación. Por ello en las primeras acciones ya se han construido una nueva seccional de policía y un nuevo Jardín de Infantes. Inmediatamente después se continuará con la zonificación y regularización catastral y estudio de los títulos de propiedad de la zona; la definición de los límites de la reserva; la inscripción catastral como área municipal y la incorporación como área de reserva natural. Además, se realizará un inventario ecológico para concretar un Vivero de Sitio, un espacio de reproducción de flora autóctona para ser utilizada en el diseño paisajístico de la reserva y otros sectores verdes de la ciudad. Ya está en marcha el traslado de familias que están asentadas en zonas bajas, definiendo la traza de la calle cierre de trama. Ya se realojaron 20 familias y quedan unas 40 más aproximadamente.

RECONOCIMIENTO AL ESFUERZO PARA ORGULLO DE LAS AUTORIDADES Y DE LA POBLACIÓN.

Lograr el reconocimiento de todo lo que se hace constituye sin dudas una de las mayores Fortalezas para la Gestión y la sustentabilidad de la misma.

Santa Fe fue la primera ciudad argentina en sumarse a la Campaña Mundial de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR) “Desarrollando Ciudades Resilientes” para fomentar la implementación del Marco de acción de Hyogo y como tal ha obtenido la calificación de **“Ciudad Modelo Ejemplar”** y en el año 2011, fue galardonada con el **Premio Sasakawa**, instituido mundialmente para reconocer la labor de individuos o instituciones que hubieran realizado esfuerzos significativos para reducir el riesgo de desastres y favorecer el desarrollo sustentable en sus comunidades.

En reconocimiento a su labor, Santa Fe ha sido convocada para relatar su experiencia en ciudades como Santiago de Chile, Nuevo Vallarta y Distrito Federal de México, Santa Marta (Colombia), Ginebra (Suiza). Fue elegida además para integrar la Plataforma Temática de Riesgo Urbano, conformada por 12 ciudades de América Latina y el Caribe e impulsada por la UNISDR Oficina Regional – Las Américas

Entre 2011 y 2013, se han establecido vínculos e intercambios con las ciudades de Alegrete (Brasil) y, promovido por la UNISDR, con Cartago (Colombia), con contenidos ligados a la relación de la ciudad con el río, la prevención de riesgos y la construcción de resiliencia en la comunidad. Como corolario de todas estas acciones, en marzo de 2014 el intendente José Corral fue designado “Alcalde Campeón de la Campaña Desarrollando Ciudades Resilientes” por la UNISDR

Lo importante de esto es que el sentimiento de orgullo que se genera en autoridades y en la población en general permite dar continuidad y actualización a las acciones de prevención y preparación, lo que genera a la vez una mayor capacidad de afrontar y recuperarse ante nuevas amenazas que, indefectiblemente se presentarán, puesto que lo que no se puede evitar son las lluvias intensas y crecidas, que caracterizan la zona.

Así como la concientización y participación de la población se consideraba indispensable, también lo es el absoluto convencimiento y compromiso de la máxima autoridad que a la vez convoca a los Sectores Económicos que mayor esfuerzo deben hacer, como se muestra en la figura:



El Intendente de Santa Fe compromete personalmente a dirigentes de Empresas.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Lamentablemente, en la mayoría de los casos en que se puede hablar de la implementación práctica de una Gestión Integrada de Crecidas, ello se produce luego de una catástrofe.

No resulta fácil que se tome conciencia de la necesidad de prevención y preparación en sitios donde no se ha producido una situación previa de crecida e inundación extrema.

Cuando se produce una situación de desastre hay una tendencia a hablar de la imprevisibilidad del fenómeno

Cuando se pretende introducir los principios de la GIC es imprescindible primero que se tenga todo el apoyo de políticas del estado, lo que implica la coordinación inter jurisdiccional e intersectorial y la participación activa de la población. El problema de gobernanza es central.

Los procesos involucrados, las obras y medidas no estructurales que se plantean en la GIC llevan mucho tiempo para ser discutidos y aceptados, como única forma de asegurar su sustentabilidad temporal

Por ello la mejor estrategia es la que hemos definido como la de las **3P: Pesos**, porque todas las acciones estructurales y no estructurales lo requieren; **Prudencia**, porque las acciones que se proponen implican afectación de intereses que se deben tener siempre en cuenta para que su adopción sea por consenso y **Paciencia**, por que la implementación de una GIC exitosa lleva tiempo y los resultados generalmente solo se ven a mediano y largo plazo.

8. REFERENCIAS

Aguirre Madariaga Eduardo, Valsagna Andrea y Viduzzi Verónica (2014). Aprender de los Desastres. Gobierno de la Ciudad de Santa Fe y UNISDR. Santa Fe, Argentina

Ayala-Carcedo F. (2002) El Sofisma de la Imprevisibilidad de las Inundaciones y la Responsabilidad Social de los Expertos. Un Análisis del Caso Español y sus Alternativas. Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Ciencia y Tecnología

Arrillaga, H., Grether, R., Kinen, E., Paoli, C., Lozeco, C., Talin, J. y Valiente, D. (2003). Transformar Santa Fe. Publicación del diario El Litoral del Documento elaborado en el ámbito del PROCIFE, Santa Fe, agosto 2003

Barros, V., Clarke R. y Silva Días, P. (2006). El Cambio Climático en la Cuenca del Plata. Publicado por el CONICET, ISBN 950-692-066-4, Bs. As. Argentina.

CEPAL (2003) Evaluación del impacto de las inundaciones y el desbordamiento del Río Salado en la Provincia de Santa Fe, República de Argentina en 2003; LC/BUE/L.185; Buenos Aires.

Collins J. y otros (2006) Actualización del Estudio de Áreas de Riesgo Hídrico en Santa Fe. Informe Final, Convenio CFI-INA.

Collins, J. et al, (2009). Evaluación del estado y grado de protección del Sistema de Defensa de las ciudades de Santa Fe - Recreo y anillos de la Ruta Prov. N° 1. Informe Final. Convenio Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente -Instituto Nacional del Agua.

Giacosa R. y otros (2007) Influencia de los cambios físicos y climáticos en el régimen de escurrimiento del río Salado-Tramo Inferior. Informe Final Trabajo realizado por UNL-INA-INTA a solicitud del Ministerio Asuntos Hídricos prov Santa Fe.

OMM – GWP (2004) Gestión integrada de Crecientes – Documento Conceptual. APFM Documento Técnico N° 1, segunda edición.

Paoli C. y otros (1992) Delimitación de áreas de riesgo hídrico en Santa Fe. Convenio CFI-INCYTH. Informe Final. Tomo II . Sistema Salado.

Paoli C., Goniadzki, D.y otros (2004) La cuenca del Río Salado y la crecida de abril de 2003. Publicación del INA ISBN N° 987-20109-3-5

IV Foro Mundial del Agua, (2006) Manejo de Riesgos – Acciones locales para un reto global. Documento Temático. Eje temático 5. Ciudad de México.

Secchi, Alejandro, (2013) "Dispositivos Reguladores de crecidas en cuencas urbanas. Revista HYDRIA, nº 46. Issn: 1669-5119. Buenos Aires, Argentina

Europe Direct is a service to help you find answers to your questions about the European Union
Freephone number (*): 00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Certain mobile telephone operators do not allow access to 00 800 numbers or these calls may be billed.

A great deal of additional information on the European Union is available on the Internet.
It can be accessed through the Europa server <http://europa.eu>.

How to obtain EU publications

Our publications are available from EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>),
where you can place an order with the sales agent of your choice.

The Publications Office has a worldwide network of sales agents.
You can obtain their contact details by sending a fax to (352) 29 29-42758.

European Commission
EUR 27493 ES – Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability

Title: GESTIÓN INTEGRADA DE CRECIDAS, Guía y Caso de Estudio

Author(s): Carlos Ubaldo PAOLI, Céline DONDEYNAZ, César CARMONA-MORENO

Luxembourg: Publications Office of the European Union

2015 – 90 pp. – 21.0 x 29.7 cm

EUR – Scientific and Technical Research series – ISSN 1831-9424 (online), ISSN 1018-5593(print)

ISBN 978-92-79-52198-0 (PDF)
ISBN 978-92-79-52199-7 (print)

doi:10.2788/997460

JRC Mission

As the Commission's in-house science service, the Joint Research Centre's mission is to provide EU policies with independent, evidence-based scientific and technical support throughout the whole policy cycle.

Working in close cooperation with policy Directorates-General, the JRC addresses key societal challenges while stimulating innovation through developing new methods, tools and standards, and sharing its know-how with the Member States, the scientific community and international partners.

*Serving society
Stimulating innovation
Supporting legislation*

doi:10.2788/997460

ISBN 978-92-79-52198-0

