
Incertidumbres asociadas al problema de las inundaciones ante la posibilidad de cambios climáticos"

MÉXICO
Agosto de 2011

Angel Luis Aldana Valverde

Angel.L.Aldana@prohimet.org

Crecida, avenida e inundación

□ Crecida

- Elevación, generalmente, rápida en el nivel de las aguas de un curso, hasta un máximo a partir del cual dicho nivel desciende a una velocidad menor.
- Flujo relativamente alto medido como nivel o caudal
 - Fuente:
 - Glosario Hidrológico Internacional
 - <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/glossary/glu/aglo.htm>

□ Avenida

- Aumento **inusual** del caudal de agua en un cauce que puede o no producir desbordamiento e inundaciones
 - Fuente:
 - Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones. BOE de 14 de febrero de 1995

□ Inundación

- Sumersión **temporal** de terrenos normalmente secos, como consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que es habitual en una zona determinada.
 - Fuente
 - Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (BOE de 14 de febrero de 1995)

Factores en las inundaciones

- Avenidas
 - Lluvia
 - Deshielo
- Temporales ciclónicos
 - Ciclones (Caribe, sur y este de los EE.UU., ...)
 - Tifones (Japón, Filipinas, Indonesia,...)
- Acciones del mar
 - Estática: Marea alta y drenaje (mareas meteorológicas)
 - Dinámica: Intrusiones por oleaje o sobreelevación
- Obstrucciones de los cauces
 - Artificiales: infraestructuras, agricultura, ...
 - Naturales
 - Morfológicas
 - Arrastres y flotantes
- Efectos de presas y embalses
 - Normales o permanentes
 - Niveles de embalse, inundación en crecidas, deslizamiento de laderas, modificación de hidrogramas, caudales sólidos, objetos flotantes, morfología del río
 - Laminación
 - Accidentales o eventuales
 - Accidentes parciales: roturas parciales o maniobras erróneas
 - Rotura

Riesgos hidrometeorológicos.- Actuaciones

- Decisiones, acciones y medidas
 - Antes
 - Prevención – evitar el riesgo
 - Mitigación – reducir el riesgo
 - Preparación – aumentar capacidad de respuesta
 - Durante.- Respuesta
 - Después.- Recuperación
 - Rehabilitación
 - Reconstrucción

- Mitigación
 - Medidas estructurales
 - Reducción de amenaza
 - Medidas no estructurales
 - Reducción de vulnerabilidad y exposición

Alternativas de actuación contra las inundaciones

□ Procedimientos preventivos

□ Métodos estructurales

- Embalses

- Corrección, protección y encauzamientos

- Obras de drenaje

□ Actividades de gestión

- Conservación de suelos y reforestación

- Zonificación y regulación legal de cauces y áreas próximas

- Operación de obras hidráulicas

- Sistemas de alerta temprana

- Sistemas de seguros

□ Actuaciones de emergencia

El coste de las inundaciones. Tipología de daños

- Vidas humanas
- Bienes y servicios
 - existentes antes de la inundación
 - los que no podrán producirse como consecuencia de la misma
- Costes de la lucha contra las inundaciones
 - De operación
 - Infraestructuras
 - Dispositivos de emergencia

Diferenciación y evaluación de daños

□ Variables representativas a considerar

- Altura de agua
- Velocidad del agua
- Permanencia de la inundación
- Aportación sólida
- Contaminación de aguas
 - Natural
 - Artificial

□ Criterios

- Peligro para vidas humanas
 - $\text{Altura} > 1 \text{ metro}$ ó $\text{Altura (m)} * \text{Velocidad (m/s)} > 0.7$
- Peligro para edificios y estructuras
 - $\text{Altura} > 3.6 \text{ metros}$ ó $\text{Altura (m)} * \text{Velocidad (m/s)} > 6$

Crecidas.- otros aspectos importantes

- Se propagan efectos tanto hacia aguas arriba como hacia aguas abajo
 - Transporte de sólidos
 - Sedimentaciones
 - Cambios en perfil longitudinal del lecho
 - Cambios en hidrogramas
 - Velocidades, caudales y tiempos de respuestas
 - Curvas de remansos
- Hay fenómenos relacionados que se producen a escalas temporales muy diferentes
 - Crecidas repentinas (horas)
 - Equilibrios en transporte de sólidos o flujos subterráneos (meses o años)
- Interacción entre fenómenos locales y a escala de cuenca

Gestión Integrada de Crecidas (GIC)

Programa Asociado de Gestión de Crecidas

<http://www.apfm.info>

- El Programa Asociado de Gestión de Crecientes, que se conoce por sus siglas en inglés APFM, es una iniciativa conjunta de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y de la Asociación Mundial del Agua [Global Water Partnership (GWP)]. El Programa promueve el concepto de gestión integrada de crecientes, nuevo enfoque en materia de gestión de crecidas.
- GIC: 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.

GIC: Elementos esenciales

- Gestión del ciclo hidrológico en su conjunto
- Gestión integrada de suelos y rocas
- Adopción de una combinación de estrategias óptima
- Garantía de un proceso participativo
- Adopción de enfoques de gestión integrada de riesgos

GIC.- Hacia la integración de ...

- Gestión de aguas y tierras
- Aguas arriba y aguas abajo
- Medidas estructurales y no estructurales
- Corto y largo plazo
- Medidas locales y de cuenca
- Toma de decisiones de arriba a abajo y de abajo a arriba
- Necesidades de desarrollo con consideraciones ambientales y económicas
- Integración funcional de instituciones

Gestión integrada de crecidas (GIC)

- Combinación de medidas

- Políticas

- Reglamentarias

- Financieras

- Físicas

- *Ref: Programa Asociado de Gestión de Crecientes*

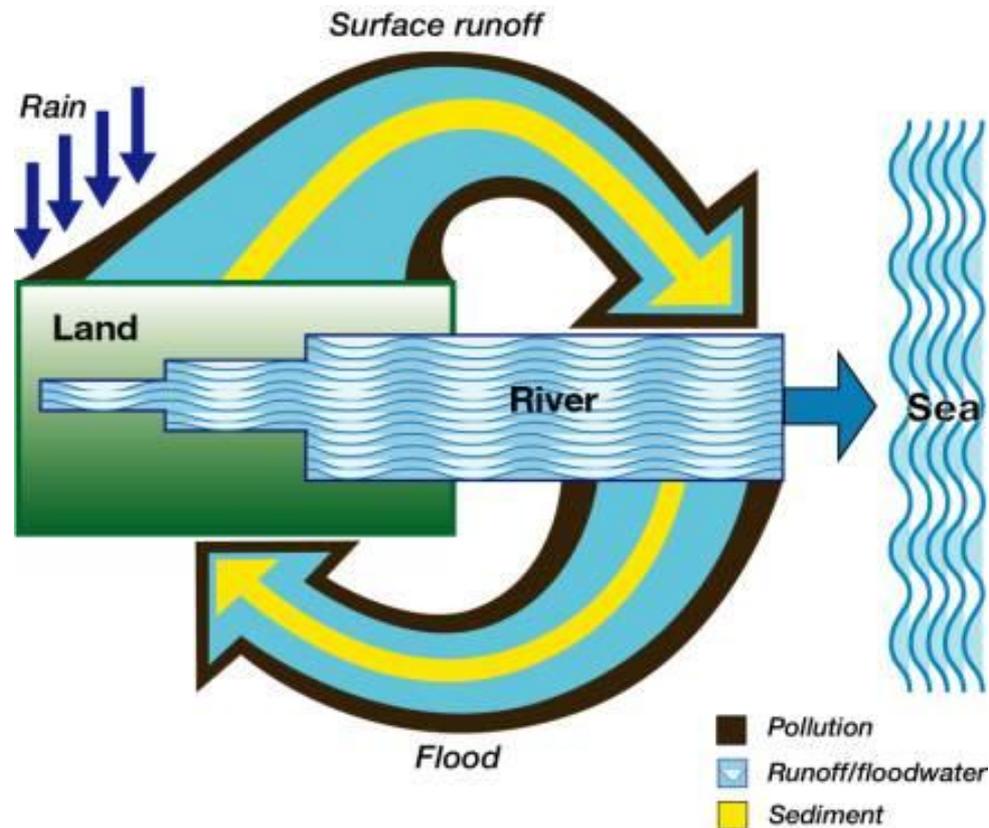
- *<http://www.apfm.info>*

Complementariedad de alternativas de actuación contra las inundaciones

- Las actuaciones pueden y deben ser **complementarias** no excluyentes
- En especial, los sistemas de alarma y previsión y las actuaciones de emergencias son complementarias de todas las demás

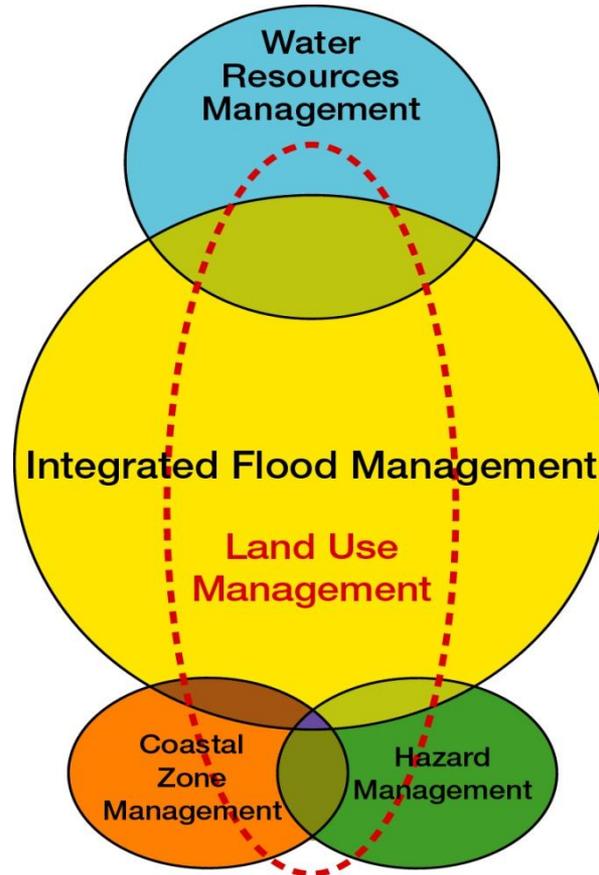
GIC.- Concepto de río

- Reconocimiento de que un río es un sistema dinámico con muchas interacciones entre cuerpo de agua y tierra



GIC.- Coordinación institucional

- Se requieren acuerdos institucionales



Incertidumbres en las variables hidrometeorológicas

- Variables medidas y variables estimadas como variables de decisión
- El problema de la interpretación de datos hidrometeorológicos
- Conocimientos necesarios
- Hidrología de diseño e hidrología operacional

Incertidumbres en el seguimiento pluviológico

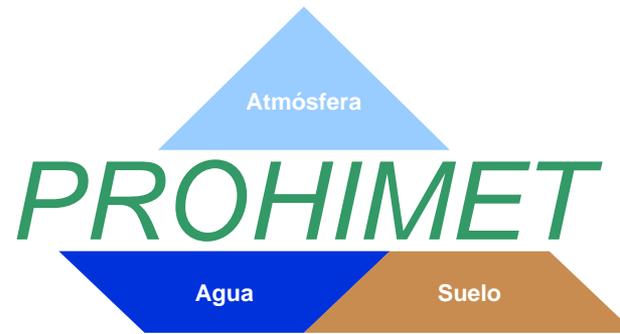
- Las precipitaciones, fenómenos difícilmente modelables
- Representación de precipitaciones
 - Mallas
 - Subcuencas
 - Hietogramas
- El problema de la distribución espacial de precipitaciones
 - Estimaciones puntuales y superficiales
 - Estimación basada en datos pluviométricos
 - Representatividad de la medida
 - Errores de medición
 - Estimación basada en datos de radares meteorológicos. Principales fuentes de error.
 - Apoyo en imágenes satelitales.
- Distribución temporal de precipitaciones
 - Hietogramas
 - Interpretación de una curva intensidad-duración-frecuencia

Incertidumbres en el seguimiento hidrológico en ríos

- **Medida de niveles**
 - Variación en el tiempo y frecuencias de muestreo y colección de datos
 - Arrastres de sedimentos, flotantes, cambios en la geometría.
- **Estimación de velocidades y caudales**
 - Cambios geométricos y alteraciones del cauce
 - Efecto de la vegetación y del arrastre de sedimentos
 - Histéresis y remansos
 - Curvas de gasto. Concepto y aproximación
 - Aforos directos en aguas bajas y extrapolaciones para caudales altos
 - El caso especial de las crecidas repentinas

Incertidumbres en las proyecciones climáticas

- Temperaturas
- Magnitud y distribución espacial y temporal de precipitaciones
- Adaptación de coberturas vegetales
- Cambios en uso de suelos
- Cambios en cultivos y prácticas agrícolas
- Alteración del ciclo hidrológico
- Repercusión en comportamiento de cuencas y cauces de todo lo anterior



*Red iberoamericana para el
monitoreo y pronóstico de
fenómenos hidrometeorológicos*

<http://www.prohimet.org>

*Acciones para la divulgación de conocimientos y
promoción de soluciones para
la gestión de riesgos hidrometeorológicos*

Las aportaciones de los protagonistas

PROHIMET.- Creación y apoyos fundamentales

PROHIMET: Red iberoamericana para el monitoreo y pronóstico de fenómenos hidrometeorológicos

Iniciada en 2005 y subvencionada por:

- Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo
- Organización Meteorológica Mundial (Tiempo, Clima y Agua)



CYTED



OMM

Actualmente reúne grupos de expertos de 16 países

Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba,
Ecuador, España, Guatemala, México, Perú, República
Dominicana, El Salvador, Uruguay, Venezuela

PROHIMET- Objetivos

Es una red temática, de ámbito iberoamericano, que une a especialistas en varias disciplinas especialmente preocupados por el problema de las inundaciones y las sequías, aunque también se tratan los problemas relacionados con el cambio climático.

□ Objetivos específicos

- Incrementar la **cooperación entre las comunidades científicas** de hidrólogos y meteorólogos y estimular su contacto con otros organismos que tengan relación con ambas, como es el caso de las instituciones dedicadas a la Protección Civil.
- Establecer una **cooperación multinacional** en el ámbito iberoamericano sobre el uso de técnicas modernas de pronóstico hidrometeorológico.
- Impulsar actividades de **formación y capacitación** de personal en el uso de herramientas modernas de vigilancia, predicción y difusión hidrometeorológica, así como en todo lo relacionado con los conceptos de riesgo, peligrosidad/amenaza y vulnerabilidad.
- Analizar y evaluar el **estado** de desarrollo y las carencias y necesidades de los diversos países iberoamericanos en relación con los **sistemas de pronóstico**, alerta y actuaciones relacionadas con los fenómenos hidrometeorológicos.
- Promover la elaboración de **proyectos piloto** que sirvan de casos de demostración.
- Contribuir al desarrollo, extensión y mejora de los **sistemas de medida y observación**

PROHIMET.- Características

PROHIMET es un marco **multisectorial** y **multidisciplinar** de especialistas que intercambian conocimientos y experiencias y contribuye a la creación de capacidades, concienciación pública y educación en temas de crecidas y clima. Son meteorólogos, hidrólogos, ingenieros, físicos, matemáticos, arquitectos y expertos en urbanismo y ordenación del territorio. La red une grupos de trabajo que desarrollan sus respectivas actividades en diferentes sectores: institutos nacionales de meteorología e hidrología, empresas hidroeléctricas, organismos de gestión de aguas, ayuntamientos, universidades, instituciones de investigación y desarrollo y fundaciones y organizaciones no gubernamentales.

Actualmente, reúne a docenas de miembros de 30 grupos de 16 países de Iberoamérica (Argentina, Brasil, Bolivia Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, España, Guatemala, México, Nicaragua, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela).

Son destacables las siguientes características:

- ❑ La red se orienta a **personas** y no a instituciones, con el objeto de evitar trabas políticas o burocráticas.
- ❑ Los **requisitos** que se exigen a sus miembros son **participar, aportar y compartir** (participar en las actividades, aportar opiniones, análisis y soluciones, y compartir conocimientos y experiencias).
- ❑ Los **intercambios** científico-tecnológicos se concretan en soluciones específicas a los problemas que se tratan.
- ❑ Se constituyen foros de **discusión** de temas específicos y transversales.
- ❑ El desarrollo y transferencia de tecnología se produce de forma **efectiva**.
- ❑ Reúne conocimiento de los problemas específicos de la **región**.
- ❑ Cuenta con capacidad de **asesoramiento**, con enfoque integral, en todo lo relacionado con los sistemas de vigilancia y pronóstico de fenómenos hidrometeorológicos y los sistemas de alerta temprana.
- ❑ Constituye una valiosa plataforma de apoyo en acciones de **ayuda al desarrollo**

PROHIMET- Actividades

- Formación y capacitación
 - 7 eventos (y estamos en el 8º)
- Proyectos piloto
 - 2 proyectos
- Difusión y foros
 - Internet
 - Medios de coordinación y foro de especialistas
- Grupos de trabajo
- Relación con otras actuaciones

Eventos PROHIMET

- "Curso Internacional de capacitación sobre Fundamentos para el monitoreo y pronóstico de fenómenos hidrometeorológicos". **Santo Domingo (República Dominicana)**. 18 al 27 de julio de **2005**.
- "Taller Iberoamericano sobre Inundaciones y Desastres Naturales". **Lima (Perú)**. 24 al 27 de octubre de **2005**.
- "Jornadas Iberoamericanas sobre Inundaciones y Desastres Naturales". **Antigua (Guatemala)**. 5 al 9 de junio de **2006**.
- "Taller Iberoamericano sobre Inundaciones y pronóstico de fenómenos hidrometeorológicos". **Mendoza (Argentina)**. 14 al 17 de noviembre de **2006**
- "Jornadas Internacionales sobre Gestión del Riesgo de Inundaciones y Deslizamientos de Laderas". **San Carlos (Brasil)**. 14 de mayo al 18 de mayo de **2007**
- "Taller de eventos hidrometeorológicos extremos: crecidas y sequías". **Santiago (Chile)**. Octubre de **2008**
- Taller "El Pronóstico hidrometeorológico y los problemas de las inundaciones urbanas". **El Salvador**. 30 de noviembre a 4 de diciembre de **2009**
- Jornadas sobre "Sistemas regionales de observación hidrometeorológicos. Intercambios de información". **Costa Rica**. 19 al 23 de julio de **2010**

- **México 2011.- Operación de las redes hidrometeorológicas para la prevención de desastres**

Diagnóstico y conclusiones

- En ámbito iberoamericano:
 - Formación y entrenamiento
 - Concienciación y educación pública
 - Fortalecimientos institucionales
 - Coordinación de instituciones a nivel nacional
 - Coordinación internacional
 - Enfoques multidisciplinares, multisectoriales y gestión integrada (usos del suelo)
 - Redes de medida y observación (instalación y mantenimiento)

- **Preparémonos para los problemas actuales y posibles situaciones futuras sobre la base de la medición de las variables relevantes que sustenten un enfoque con rigor científico-técnico**

Modelos, observación e información

- Un modelo
 - Es una representación de una parte de la realidad
 - Encierra gran simplicidad frente a la complejidad del mundo real
 - Se fundamenta en hipótesis simplificadoras
 - Necesita datos de entrada
 - Calidad
 - Cantidad
 - Puede complementar pero no sustituir la observación y medida.
- Solo la observación y la medida pueden validar un modelo

Resumen y conclusiones

- El problema de las inundaciones es complejo y requiere un enfoque integral
- Se cuenta con fuertes incertidumbres en la estimación de las variables representativas
- Las proyecciones climáticas cuentan con un alto nivel de incertidumbre en lo que concierne a las inundaciones
- En ámbito iberoamericano es muy necesario mejorar diferentes aspectos
 - Redes de medida
 - Coordinación y cooperación
- Solucionar problemas actuales servirá para prepararnos ante posibles cambios futuros, sean cuales sean sus magnitudes, signos y formas de los

□ **Angel Luis Aldana Valverde**

- Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX
- Teléfono: (0034) 91 335 79 63
- Correo:
 - Angel.L.Aldana@prohimet.org

<http://www.prohimet.org>