

Metodologías de análisis y cuantificación de riesgo e incertidumbre de inundación: revisión de la literatura comprendida entre el período 1985 a marzo del 2017

Hector Ivan Barón Rondón, Silvia Juliana Bedoya Luna

Trabajo de Grado para Optar el título de ingeniería Civil

Director

Guillermo Mejía Aguilar

Ingeniero Civil, PhD

Codirector

Andrea García F.

Ingeniera Civil

Universidad Industrial de Santander
Facultad de ingeniería físico mecánicas
Escuela de ingeniería civil
Bucaramanga
2018

Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander pues gracias a su biblioteca electrónica y bases de datos hizo posible la realización de este proyecto.

A nuestro director Guillermo Mejía por creer en nosotros brindándonos su gran ayuda y colaboración en cada momento de consulta y soporte en este trabajo de investigación.

A nuestra codirectora Andrea García por ver en nosotros esa motivación y empeño de hacer las cosas.

A todos nuestros compañeros de pregrado, muchos de ellos amigos, que nos brindaron su afecto y el apoyo necesario para disfrutar y aprender del día a día.

A nuestros padres, por su apoyo incondicional durante todos los años, ustedes y sus enseñanzas nos convirtieron en quienes somos en estos momentos.

A Dios pues es quien nos puso en este camino y conspiró para mantenernos firmes y no decaer a pesar de las adversidades presentadas durante este gran esfuerzo y dedicación que comprendió nuestra carrera como Ingenieros Civiles.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos	15
1.1 Objetivo General	15
1.2 Objetivos Específicos.....	15
3. Cuerpo del trabajo.....	16
3.1 Marco Referencial	16
3.1.1 Revisión sistemática.....	17
3.1.2 Desastres	18
3.1.3 Inundación.....	18
3.1.4 Riesgo.....	20
3.1.5 Incertidumbre	21
3.1.6 Método	22
3.1.7 Resultados.	27
3.1.7.1 <i>Factores de riesgo</i>	27
3.1.7.1.1 <i>Cambio climático</i>	29
3.1.7.1.2 <i>Factor de Urbanización</i>	29
3.1.7.1.3 <i>Factor de concientización</i>	30
3.1.7.1.4 <i>Factor de desarrollo socioeconómico</i>	30
3.1.7.1.5 <i>Factor de estructuras de defensa</i>	31
3.1.7.2 <i>Metodologías para la reducción del riesgo</i>	31
3.1.7.2.1 <i>Modelo probabilístico</i>	33

3.1.7.2.2 <i>Toma de decisiones</i>	33
3.1.7.2.3 <i>Mapa de riesgo</i>	34
3.1.7.2.4 <i>Modelo semicuantitativo</i>	35
3.1.7.2.5 <i>Modelos que requieren miles de simulaciones</i>	35
3.1.7.2.6 <i>Análisis de sensibilidad</i>	36
3.1.7.3 <i>Factores generadores de incertidumbre</i>	37
3.1.7.3.1 <i>Cambio climático</i>	38
3.1.7.3.2 <i>Elección del modelo</i>	40
3.1.7.3.3 <i>Meteorología</i>	41
3.1.7.3.4 <i>Datos de entrada</i>	42
3.1.7.3.5 <i>Topografía</i>	43
3.1.7.4 <i>Metodologías de análisis de incertidumbre</i>	43
3.1.7.4.1 <i>Método Montecarlo</i>	45
3.1.7.4.2 <i>Modelo bayesiano</i>	46
3.1.7.4.3 <i>Modelo DEM</i>	46
3.1.7.4.4 <i>Modelo LIDAR</i>	47
3.1.7.4.5 <i>Modelo GLUE</i>	48
3.1.8 <i>Relación Riesgo-Incertidumbre</i>	49
4. <i>Conclusiones</i>	50
5. <i>Recomendaciones</i>	53
<i>Referencias bibliográficas</i>	54
<i>Apéndices</i>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Resumen de desastres por eventos naturales 1900-2011 en Colombia	12
Tabla 2. Resumen de desastres por eventos naturales 1985-2016 en Colombia	13
Tabla 3. Número de publicaciones por factor de riesgo en inundaciones.....	28
Tabla 4. Número de publicaciones por metodologías de análisis de riesgo en inundaciones	32
Tabla 5. Número de publicaciones por factores de incertidumbre en inundaciones	37
Tabla 6. Número de publicaciones por metodologías de análisis de incertidumbre en inundaciones	44

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1.Publicaciones anuales según SCOPUS®	23
Figura 2.Diagrama de flujo de selección de publicaciones sobre incertidumbre.....	24
Figura 3.Diagrama de flujo de selección de publicaciones sobre riesgo	25
Figura 4. Tabulación y codificación de la muestra	26
Figura 5.Tipo de documento consultado	26
Figura 6. Línea de tiempo de publicaciones sobre factores de riesgo en inundaciones	28
Figura 7. Línea de tiempo de publicaciones sobre metodologías de análisis del riesgo en inundaciones	32
Figura 8. Línea de tiempo de publicaciones sobre factores de incertidumbre en inundaciones	38
Figura 9. Línea temporal de publicación de métodos de análisis de incertidumbre en inundaciones	44

Resumen en Español

TITULO: METODOLOGIAS DE ANÁLISIS Y CUANTIFICACION DE RIESGO E INCERTIDUMBRE DE INUNDACION: REVISION DE LA LITERATURA COMPRENDIDA ENTRE EL PERÍODO 1985 A MARZO DEL 2017*

AUTOR: HECTOR IVAN BARON RONDON**
SILVIA JULIANA BEDOYA LUNA**

PALABRAS CLAVE: INUNDACION, RIESGO, INCERTIDUMBRE.

DESCRIPCIÓN:

Datos históricos comprendidos entre 1985 y 2017 confirman que en Colombia las repercusiones sociales y económicas producto de las inundaciones son considerables, afectando a más de 16 millones de personas y dejando perdidas por un valor aproximado de \$3.900 billones de pesos. A pesar de que a Colombia se le reconoce el inmenso esfuerzo realizado en la inversión para la prevención integral de los riesgos y desastres, logrando disminuir el número de pérdidas de vidas humanas, aun se siguen presentando con cierta tendencia creciente daños en la propiedad, la infraestructura y los medios de subsistencia cuando un desastre natural de inundación ocurre con considerable impacto.

El presente estudio consiste en una revisión sistemática de la literatura publicada entre 1985 y 2017, con base en una muestra de 574 artículos con el fin de identificar tanto los principales factores generadores de riesgo e incertidumbre en eventos naturales de inundación, como también, las metodologías utilizadas para analizar o cuantificar el riesgo y dicha incertidumbre contribuyendo a brindar información relevante y complementarias para diseñar estrategias de mitigación. Se espera que los resultados proporcionan información valiosa para la toma de decisiones que ayudan a priorizar la inversión de las acciones preventivas y de mitigación ante inundaciones.

*Trabajo de grado.

**Facultad de ingenierías físico-Mecánicas. Escuela de ingeniería civil. Director: Guillermo Mejía Aguilar. Ingeniero Civil, PhD.

Abstract in English

TITLE: METHODOLOGIES OF ANALYSIS AND QUANTIFICATION OF RISK AND UNCERTAINTY UNCERTAINTY: REVISION OF LITERATURE UNDERSTOOD BETWEEN THE PERIODS 1985 TO MARCH OF 2017*

AUTHOR: HECTOR IVAN BARON RONDON**
SILVIA JULIANA BEDOYA LUNA**

KEY WORDS: FLOOD, RISK, UNCERTAINTY.

DESCRIPTION:

Historical data between 1985 and 2017 confirm that in Colombia the social and economic repercussions of the floods are considerable, affecting more than 16 million people and leaving losses of approximately \$ 3,900 billion pesos. Although Colombia is recognized for the immense effort made in investing for the comprehensive prevention of risks and disasters, managing to reduce the number of human lives lost, there is still a growing trend of property damage. Infrastructure and livelihoods when a natural flood disaster occurs with considerable impact.

The present study consists of a systematic review of the literature published between 1985 and 2017, based on a sample of 574 articles in order to identify both the main factors that generate risk and uncertainty in natural flood events, as well as methodologies used to analyze or quantify the risk and this uncertainty contributing to provide relevant and complementary information to design mitigation strategies. It is expected that the results provide valuable information for decision-making that helps prioritize the investment of preventive and flood mitigation actions.

*Bachelor Thesis

**Facultad de ingenierías físico-Mecánicas. Escuela de ingeniería civil. Director: Guillermo Mejía Aguilar. Ingeniero Civil, PhD.

Introducción

Los desastres naturales son eventos catastróficos que se presentan con cierta frecuencia a lo largo y ancho de nuestro planeta, con repercusiones económicas, sociales y ambientales. Dichas repercusiones han incrementado año tras año observándose un mayor impacto en países en vía de desarrollo (Campos, g., Niels, h., Díaz, g. et al. ,2012).

En Colombia estas repercusiones han sido analizadas, estudiadas y tabuladas por el Sistema de inventario de efectos de desastres (desinventar) quien tabulo los desastres naturales de acuerdo a las diferentes afectaciones humanas y materiales [Tabla 1] y de igual manera la Universidad Católica de Lovaina y su Centro de Investigación sobre Epidemiología de los Desastres (OFDA - CRED) citado por el banco interamericano de desarrollo (BID) junto con la comisión económica para américa latina y el caribe (CEPAL) en el documento “Valoración de daños y pérdidas de la ola invernal en Colombia 2010-2011” se puede observar el estudio de los desastres naturales en cuanto a frecuencia y población afectada [Tabla 2].

Tabla 1.

Resumen de desastres por eventos naturales 1900-2011 en Colombia

Fenómeno natural	Frecuencia	Pérdida de vidas humanas	Población afectada
Terremoto	23	3.593	1'409.068
Inundaciones generalizadas	35	1.685	6'940.970
Movimientos de masas: deslizamientos	37	2.848	31.981
Erupciones volcánicas	11	22.826	56.964

**Datos resumidos de los desastres por eventos naturales en Colombia para el intervalo de tiempo entre los años 1900 y 2011. Adaptado de “Valoración de daños y pérdidas ola*

invernal en Colombia (2010-2011)”. Banco interamericano de desarrollo (BID) y comisión económica para américa latina y el caribe (CEPAL);(2012).

El Banco Mundial reconoce a Colombia entre los países de América Latina, como pionera en los tratamientos integrales de riesgos y desastres, evidenciados en la baja tasa de pérdidas de vidas humanas originadas por estos fenómenos naturales. No obstante, las pérdidas económicas son considerables, ya que los desastres naturales son fenómenos complejos que surgen de la iteración entre las condiciones naturales; que son inciertas, y lo modelos adoptados para el desarrollo (Campos, g., Niels, h., Díaz, g. et al. ,2012).

Tabla 2.

Resumen de desastres por eventos naturales 1985-2016 en Colombia

Fenómeno natural	Pérdida de vidas humanas	Afectados	Damnificados	Pérdidas (\$Billones)
Sequía	0	3'102.979	2.000	0,523
Sismo	1.813	126.810	241.611	303.458,000
Actividad volcánica	24.472	5.879	229.258	0,037
Incendio	417	106.121	20.313	0,094
Inundación	1.003	15'835.844	1'768.942	3.902,000
Deslizamiento	3.657	1'891.766	52.474	0,038
Vendaval	81	1'702.255	165.394	0,006

**Resumen de los desastres por eventos naturales en Colombia para un periodo de tiempo entre 1985 y 2016. Adaptado de “datos”. Sistema de inventario de efectos de desastres (Desinventar).*

Esta información deja en claro que las inundaciones son uno de los desastres naturales con mayor frecuencia e impacto en Colombia afectando aproximadamente a 16 millones de personas y con pérdidas cercanas a los \$4.000 billones de pesos solamente para el periodo de 1985-2016 y es que las considerables repercusiones económicas suelen demandar nuevos y diversos estudios sobre los desastres naturales para conocer de manera sistemática ,detallada y exhaustiva el comportamiento de dichos fenómenos, con el fin de tener las herramientas para diseñar correctas estrategias de prevención y mitigación de desastres una de las maneras de tener conocimiento de estos fenómenos es mediante una revisión sistemática de publicaciones en revistas indexadas, la cual permite identificar los factores que generan riesgo e incertidumbre ,así como las metodologías empleadas actualmente para cuantificarlos.

1. Objetivos

Debido a los grandes efectos económicos y sociales que las inundaciones causan no solo en Colombia sino también en muchas otras partes del mundo, además de la necesidad de entender el riesgo y la incertidumbre el presente estudio presentó los siguientes objetivos.

1.1 Objetivo General

Analizar y describir las características más importantes de los métodos de análisis de riesgo e incertidumbre presentes en los fenómenos naturales de inundación, basados en una revisión sistemática de literatura publicada desde 1985 hasta marzo del 2017.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar y clasificar los cinco factores generadores de riesgo e incertidumbre presentes en los fenómenos de inundación, más reportados en la literatura.
- Identificar y describir los cinco métodos de análisis del riesgo e incertidumbre más publicados en la literatura.
- Hacer un análisis comparativo de los métodos propuestos para y analizar la incertidumbre y el riesgo.

3. Cuerpo del Trabajo

3.1 Marco Referencial

Los desastres naturales son fenómenos que ocurren con cierta frecuencia en todas las partes del mundo dejando a su paso grandes pérdidas humanas, materiales y un sin número de personas damnificadas. Existen varios tipos de desastres pero este estudio se limita explícitamente a los desastres naturales de inundación que se definen como el ascenso del agua sobre el nivel normal del cauce, este tipo de desastres tiene un gran impacto no solo en Colombia sino en el mundo, motivando a comprender los tipos de incertidumbres y como cuantificarlas y así brindar información para contribuir con posibles soluciones para reducir los riesgos referentes a este tipo de desastres.

3.1.1 Revisión sistemática. La revisión sistemática es un método de estudio que permite identificar lo más importante que se ha publicado en diferentes revistas de la literatura. Específicamente, es una investigación en sí misma, las cuales sintetizan los resultados de múltiples investigaciones primarias. Estas estrategias incluyen la búsqueda exhaustiva de todos los artículos potencialmente relevante con base en criterios explícitos y reproducibles por la selección (Newell, r. y Burnard, p, 2006). Así se evalúan los diseños y características de las investigaciones primarias, los datos son sintetizados y los resultados interpretados (Cook, Cj., Mulrow, Dd. y Haynes, Rb, 1997). En la realización de este proceso el rigor científico es tal que la revisión sistemática es considerada una investigación por sus propios méritos, capaz de resumir evidencia de un problema (Newell, r. y Burnard, p, 2006), (Whittemore, r, 2005), (Urra medina, E. y Barría pailaquilén, Rm, 2010). Las revisiones sistemáticas no están desprovistas de limitaciones y no están exentas de garantizar validez y confiabilidad. Las limitaciones surgen por la calidad y cantidad de los estudios primarios que se puedan conseguir, o por la calidad de los procesos mismos de revisión sistemática. Cierta parcialidad o sesgo influencia la selección de los estudios primarios, como también su interpretación. La calidad de una revisión sistemática se determina por su consistencia y transparencia en seleccionar y reportar los procedimientos en cada paso. La confiabilidad de la revisión se logra mediante procesos colaborativos de discusión de criterios de selección y clasificación, como de evaluación de la calidad.

El presente estudio utilizó una revisión sistemática y reportó los criterios y procedimientos empleados para el análisis e interpretación de los resultados encontrados.

3.1.2 Desastres. Para la Organización de las Naciones Unidas un desastre debe ser entendido como: “Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos.” (Naciones unidas, 2009).

Un desastre es el resultado de la combinación de tres condiciones principalmente: a) la exposición de una comunidad a una amenaza; b) las condiciones de vulnerabilidad presentes en este núcleo poblacional; y c) una deficiente capacidad de respuesta ante la adversidad. Las consecuencias adversas se evidencian en pérdidas de vidas humanas, pérdidas materiales, económicas y ambientales que deriva en una disrupción del funcionamiento normal de la comunidad afectada (Naciones unidas, 2009).

Existen gran variedad de desastres para el presente estudio se analizaron los desastres producto de fenómenos naturales y cuyo alcance se limita específicamente a los fenómenos de inundación.

3.1.3 Inundación. Inundación se define como “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. Se entiende como “nivel normal del cauce” aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, pérdidas ni perjuicios. Adicionalmente, definen el fenómeno avenida como “una elevación rápida y habitualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad” (Unesco, 2012).

El Centro Nacional de Prevención de Desastres de México (CENAPRED) ha clasificado las inundaciones de acuerdo a la causa de origen como (Centro nacional de prevención de desastres ,2014):

1. Originadas por lluvia: Producida por la acumulación de agua lluvia, durante varias horas o días, en un determinado lugar geográfico que presenta dificultades de drenaje por saturación del terreno, colmatación o fallas del sistema de alcantarillado.
2. Originadas por ríos: Es la consecuencia del exceso de lluvias que ocasiona un aumento brusco del volumen de agua de un río, el cual supera la capacidad de transporte del cauce durante la creciente y anega la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las originadas por lluvia, el aumento del volumen de agua se debe a precipitaciones en cualquier parte de la cuenca y no a las de la zona inundada.
3. Originadas por marejadas: Es la que se presenta en las zonas costeras por el ascenso del nivel del mar el cual penetra tierra adentro cubriendo grandes extensiones de terreno. Este aumento de nivel de agua se origina por efectos de la atracción lunar y/o vientos fuertes de origen hidrometeorológico. Los tsunamis, en donde se tienen inundaciones muy bruscas, son un caso especial de inundación costera.
4. Falla de estructura hidráulica o inundación por rompimiento de jarillones o presas: Ocurre cuando se presenta la falla de alguna de estas estructuras y el agua contenida por ellas pasa a ocupar sus zonas de influencia.

Adicionalmente, de acuerdo a la rapidez con la cual se producen los desbordamientos, se tiene (Centro nacional de prevención de desastres ,2014):

1. Inundación súbita: Se refiere a crecientes que ocurren de manera repentina debido a la alta pendiente del río o quebrada y su cuenca. En ocasiones se produce el arrastre de una gran cantidad de material como lodos, piedras y árboles. Dentro de este concepto se incluyen los “arroyos”, que se presentan típicamente en la ciudad de Barranquilla, y las “avalanchas”, que se presentan en el municipio de Utica.
2. Inundación lenta: Se produce cuando hay un aumento gradual del nivel del río hasta superar su capacidad máxima. El río se sale de su cauce, inundando las áreas planas cercanas al mismo. En este caso, el tiempo de anticipación que se ofrece normalmente es suficiente para que las entidades operativas coordinen las actividades de respuesta con el apoyo de la comunidad.

El presente estudio no se limitó en cuanto a una inundación específica, pero es de resaltar que gran cantidad de las publicaciones tratan las inundaciones fluviales ya que es uno de los fenómenos de mayor frecuencia en el mundo.

3.1.4 Riesgo. Históricamente, la definición de “riesgo de desastre” ha tomado dos rumbos: En primera instancia están las definiciones que se derivan de las ciencias de la tierra y que tienden a definir el riesgo como “la probabilidad de la ocurrencia de un evento físico dañino”. Esta definición pone énfasis en la amenaza o el evento físico detonador del desastre. En segunda instancia, están las definiciones de riesgo de desastre que rescatan lo social y lo económico y tienden a plasmarse en definiciones del siguiente tipo: “el riesgo de desastre comprende la probabilidad de daños y pérdidas futuras asociadas con la ocurrencia de un evento físico dañino”. O sea, el énfasis se pone en los impactos probables y no en la probabilidad de ocurrencia del evento físico como tal.

El riesgo es una condición latente que, al no ser modificada o mitigada a través de la intervención humana o por medio de un cambio en las condiciones del entorno físico-ambiental, anuncia un determinado nivel de impacto social y económico hacia el futuro, cuando un evento físico detona o actualiza el riesgo existente. Este riesgo se expresa y se concreta con la existencia de población humana, producción e infraestructura expuesta al posible impacto de los diversos tipos de eventos físicos posibles, y que además se encuentra en condiciones de “vulnerabilidad”, es decir, en una condición que predispone a la sociedad y sus medios de vida a sufrir daños y pérdidas. El nivel del riesgo estará condicionado por la intensidad o magnitud posible de los eventos físicos, y el grado o nivel de la exposición y de la vulnerabilidad (Lizardo, N., Allan, L. y Ortega, G, 2009).

Nuestro estudio se limita a estudiar los factores generadores de riesgo y las metodologías para cuantificar dicho riesgo, se debe resaltar que nos fijamos en los cinco factores y metodologías con mayores publicaciones ya que se entienden como los más importantes o estudiados.

3.1.5 Incertidumbre. Algunos autores se han referido a la incertidumbre como una limitación o deficiencia del conocimiento o información que se tiene sobre un fenómeno dado (Beven, k, 2008), (Harvey, H., Hall, J. y Peppé, R, 2012). En este caso, se hace referencia a la información representada en los modelos de un fenómeno real, los cuales son considerados como instrumentos para comprender la incertidumbre. Existe una relación proporcional inversa respecto al conocimiento de un evento dado. A mayor conocimiento, menor incertidumbre, y viceversa. Por otro lado, desde la metrología, se define la incertidumbre como una característica técnica y empírica del nivel de precisión de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a la magnitud del objeto que se desea medir, ocasionada por errores de medición o limitaciones del instrumento usado para la medición (Ministerio de industria, energía y turismo, 2012). Por lo tanto la incertidumbre se puede analizar a partir de dos fenómenos, uno probabilístico y el otro estadístico. El enfoque probabilístico determina la ocurrencia del evento basándose en la información de esta y el fenómeno estadístico cuantifica la variabilidad de la medición de la magnitud del fenómeno.

Nuestro estudio se limita a estudiar los factores generadores de incertidumbre y las metodologías para cuantificar dicha incertidumbre, se debe resaltar que nos fijamos en los cinco factores y metodologías con mayores publicaciones ya que se entienden como los más importantes o estudiados.

3.1.6 Método. La presente investigación siguió el lineamiento metodológico que ejecutan las revisiones sistemáticas basadas en un análisis de evidencias del tipo cualitativo. Los pasos a realizar fueron adaptados según lo indicado en (Sánchez, M. y Julio, 2010): formulación del problema; definición de los criterios de selección y búsqueda de los estudios; codificación de las características de los estudios que respondan a las preguntas del estudio; análisis e interpretación de evidencias y conclusión.

El primer paso consistió en encontrar y analizar una situación problema, para así definir los objetivos que dieran las variables necesarias, sobre las cuales se apoya la búsqueda y recolección de los diferentes estudios para su respectivo análisis. El propósito de la presente revisión consistió en identificar los factores generadores de riesgo e incertidumbre presentes en los fenómenos naturales de inundación además de las diferentes metodologías existentes para analizarlos y cuantificarlos.

Una vez definidos los objetivos a alcanzar, se inició la búsqueda de los diferentes estudios que tuvieran relación o aportaran evidencias para lograr dichos objetivos. La búsqueda de artículos académicos se realizó por medio de las bases de datos SCOPUS® y SCIENCE-DIRECT®. Para garantizar la efectividad y validez de los resultados se contempló consultar solamente artículos publicados en revistas o conferencias que contarán con un proceso de revisión a ciegas, adicionalmente, que dichas publicaciones fueran en inglés pues se asumió este como idioma de investigación internacional. Las palabras clave que sirvieron para establecer las ecuaciones booleanas de búsqueda fueron: “*flood*”, “*risk*” and “*uncertainty*”. Las ecuaciones de búsqueda arrojaron un total de 2.859 publicaciones en la búsqueda preliminar, donde la base de datos SCOPUS® aportó 1.582 publicaciones, estas publicaciones muestran un incremento pronunciado a partir del año 2000 reflejando la importancia de este estudio, esto se puede ver reflejado en (figura 1). Por su parte, de la base de datos SCIENCE-DIRECT® se seleccionaron 1.277 publicaciones.

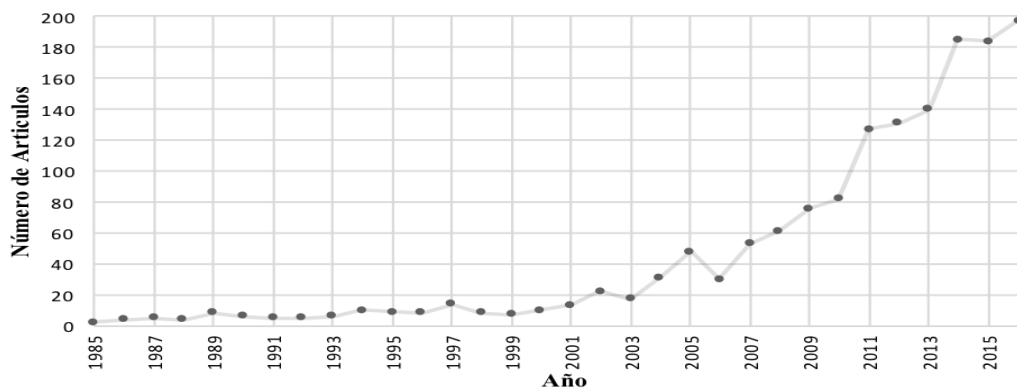


Figura 1. Publicaciones anuales según SCOPUS®. Adaptado de la base de datos de SCOPUS®

Posteriormente, la búsqueda se acotó al período comprendido entre 1985-2017, además de artículos que pudieran ser descargados para su análisis posterior reduciendo así la muestra a un total de 574 publicaciones disponibles. Para finalizar se realizaron ciertos filtros de manera que permitieran analizar las diferentes temáticas y así arrojar resultados más efectivos. Finalmente las publicaciones a estudiar para el riesgo fueron 184 para las metodologías y 277 para los factores, para la incertidumbre se obtuvo un total de 208 publicaciones para las metodologías y 272 para los factores, se debe resaltar que para el caso de los factores se usaron los mismos 208 artículos de metodologías pues se asumió este como un número de artículos aceptable, estas filtraciones se observan en (figura 2) (figura 3) respectivamente. Cabe aclarar que ciertas publicaciones pueden hablar de incertidumbre y riesgo simultáneamente.

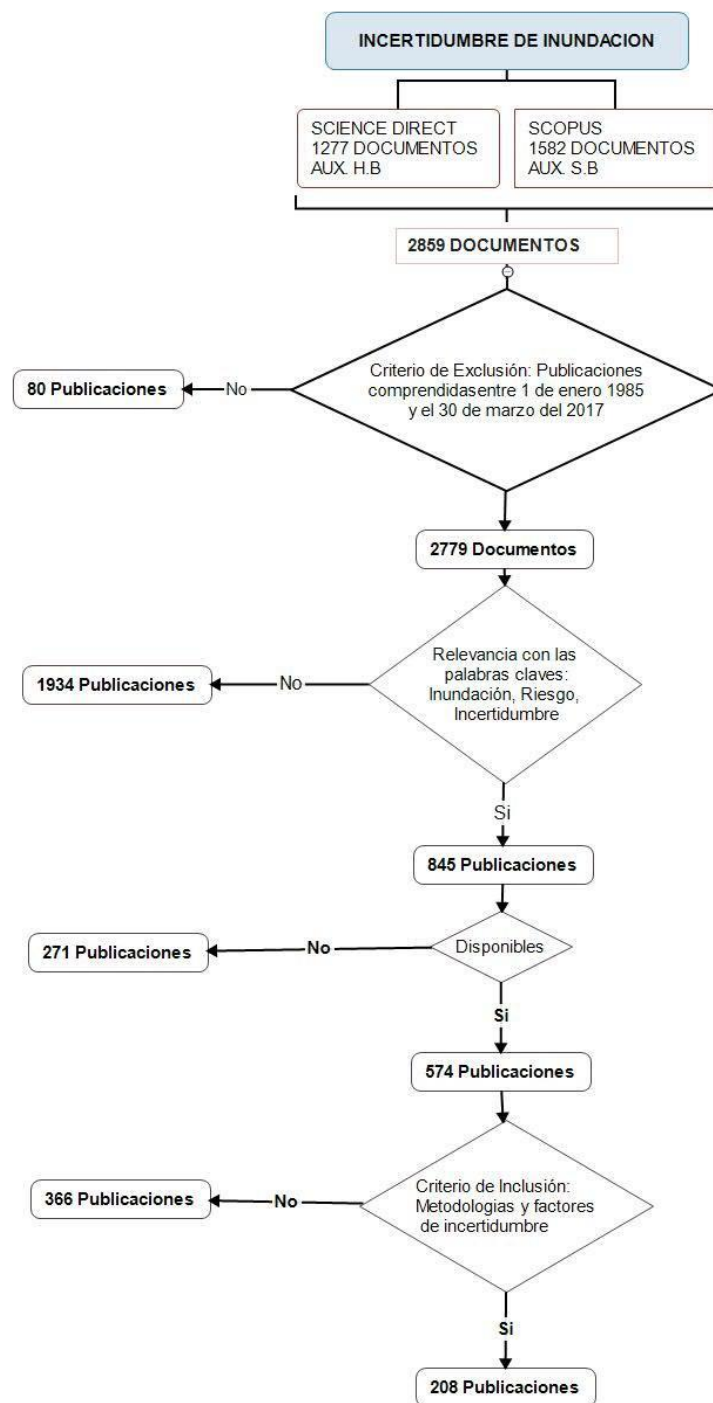


Figura 2. Diagrama de flujo de selección de publicaciones sobre incertidumbre

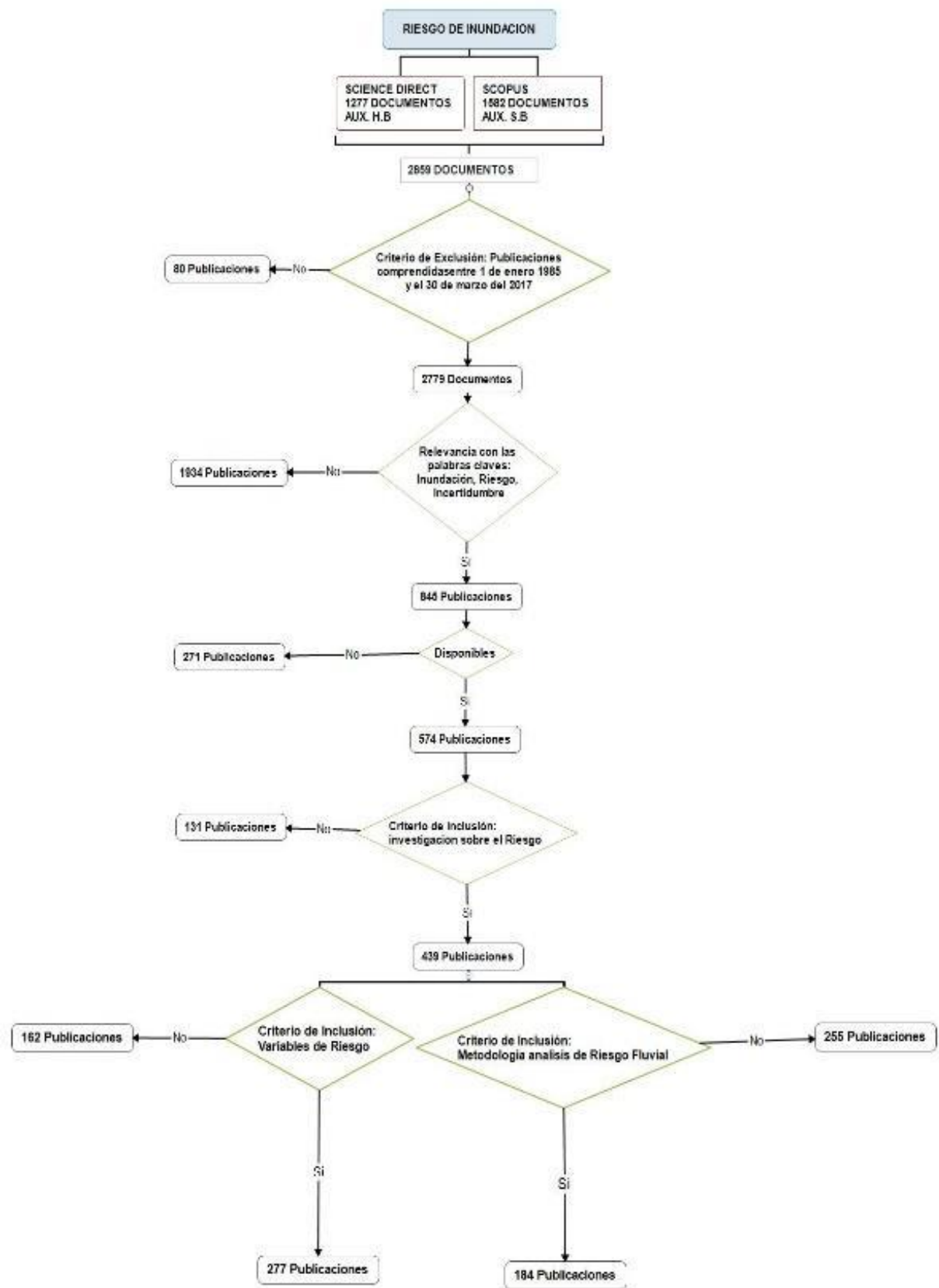


Figura 3. Diagrama de flujo de selección de publicaciones sobre riesgo

La totalidad de los artículos se tabularon y codificaron en una tabla Excel[®] organizada en dos secciones: una primera sección recogió información sobre la publicación del artículo y una segunda sección sobre la evidencia que interesa al estudio (Figura 4). El aporte final de artículos por cada base de datos fue de 81.0% (465/574) a través de SCOPUS[®] de los cuales 353 hablan de riesgo y 466 hablan de incertidumbre y un total de 18.99% (109/574) a través de SCIENCE DIRECT[®] de los cuales 86 hablan del riesgo y 109 tratan la incertidumbre. La clasificación de los 574 artículos de acuerdo al tipo de documento se puede apreciar en la (Figura 5).

ID	Title	Author 1	Revsita	Año de publicación	Tipo de documento	Base de datos	Tipo Inundación	Definición Riesgo	Variables Riesgo	Metodología Análisis Riesgo	Definición de la incertidumbre	Metodologías Cuantificación Incertidumbre	Factores	Metodologías Análisis Incertidumbre
seccion I							seccion II							

Figura 4. Tabulación y codificación de la muestra

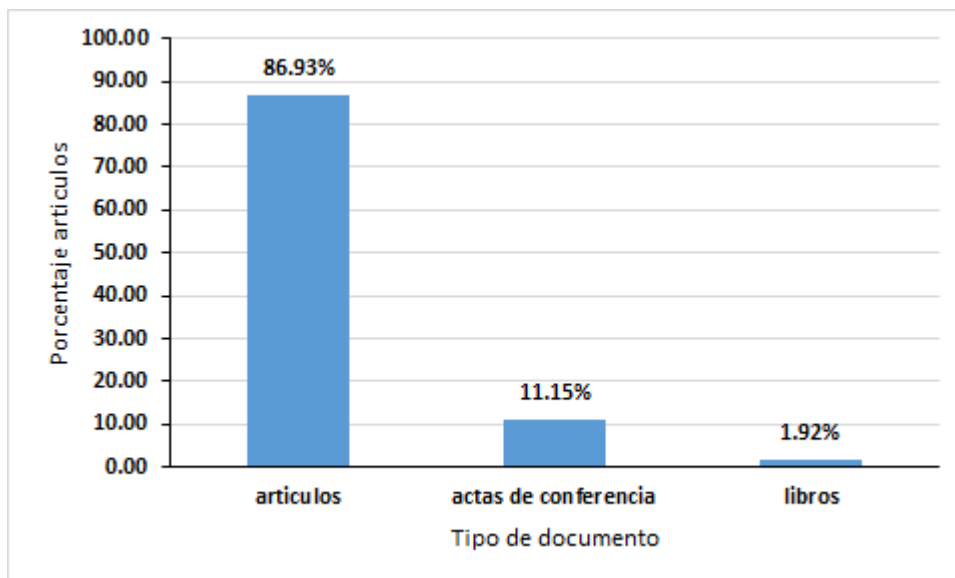


Figura 5. Tipo de documento consultado

3.1.7 Resultados. La revisión sistemática favorece a la recolección de información para posteriormente analizarla y arrojar unos resultados. Los resultados arrojados en este estudio fueron cinco factores de riesgo y cinco factores de incertidumbre que fueron los de mayor número de publicaciones, además se encontraron cinco metodologías de riesgo y cinco metodologías de incertidumbre para la cuantificación y reducción de los factores ya mencionados.

3.1.7.1 Factores de riesgo. Una vez realizado la revisión sistemática, se categorizó los artículos de acuerdo a los factores generadores de riesgo en fenómenos naturales de inundación. Como resultado se encontró que los cinco factores más referenciados, en su orden de frecuencia, son: Cambio Climático 70.4% (195/277), Urbanización 14.1% (39/277), Concientización 7.6% (21/277), Desarrollo Socioeconómico 7.2% (20/277) y la Presencia de Estructuras de defensa 5.8% (16/277) [Tabla 3].

se debe señalar que cuatro de los cinco factores con mayor número de publicaciones indican que el impacto que produce la toma de decisiones y las acciones que el ser humano realiza son en gran medida influyente, llegando así a incrementa el riesgo en la zona de inundación ,esto se evidencia con los factores de (Urbanización, Concientización, Desarrollo Socioeconómico y la Presencia de Estructuras de defensa) ya que estos factores se basan directamente en las decisiones tomadas como comunidad o como una decisión política.

Tabla 3.

Número de publicaciones por factor de riesgo en inundaciones

Factores de riesgo de inundaciones	No artículos	%
Cambio Climático	195	70.4
Urbanización	39	14.1
Concientización	21	7.6
Desarrollo Socioeconómico	20	7.2
Presencia de Estructuras de defensa	16	5.8

Desde el comienzo del año 1986 se han reportado estudios sobre cómo el cambio climático influye en el nivel de riesgo de inundación; posteriormente en el año 1991 se evidencia que el nivel de concientización de una comunidad es una variable de riesgo de inundación. En los últimos años, se comenzó a estudiar sobre la influencia del desarrollo socioeconómico, la urbanización y como la Presencia de Estructuras de defensa mitigan ese riesgo [Figura 6].

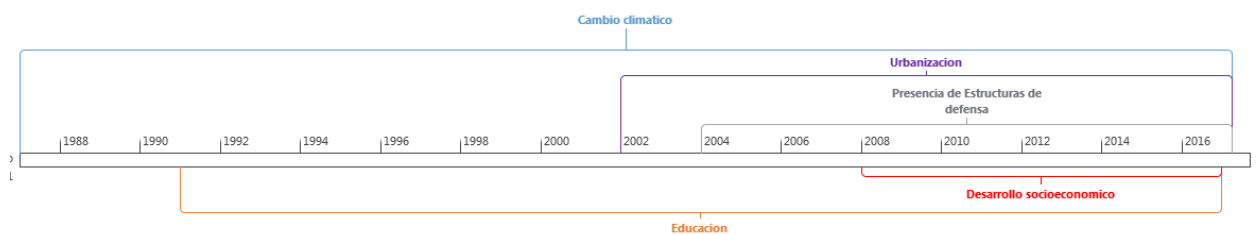


Figura 6. Línea de tiempo de publicaciones sobre factores de riesgo en inundaciones

3.1.7.1.1 Cambio climático. El cambio climático es el factor con mayor número de estudios reportados hasta la fecha ya que el clima puede provocar diversos impactos físicos y ambientales sobre una determinada region. Los extremos ocurren a diferentes escalas espaciales y temporales, desde sequía a varios años a escala continental, a olas de calor en gran escala e inundaciones urbanas que duran de días a varias semanas, y a eventos localizados de corta duración como inundaciones repentinas. Los impactos físicos y ambientales de los fenómenos meteorológicos y climáticos también se complican por muchos otros factores. El impacto del calentamiento global es probable que aumente la vulnerabilidad de los desastres climáticos, especialmente aumentar la frecuencia y la dureza de los fenómenos meteorológicos, como las fuertes lluvias, el cambio en la temporada de lluvias, el aumento en el número de días húmedos. Por lo tanto, necesitaría una proyección climática futura bastante a largo plazo para poder detectar claramente el cambio en el patrón climático futuro (Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, 2007), (Supharatid,S, 2016).

3.1.7.1.2 Factor de Urbanización. A medida que la población urbana se desarrolla en todo el mundo, los riesgos y sus consecuencias aumentan dramáticamente. Además de eso, los sistemas de alcantarillado a menudo no están desarrollados proporcionalmente para cumplir con volúmenes muchos mayores generados por la expansión urbana.

Otra fuente de complejidad para la evaluación de inundaciones urbanas se basa en la topografía urbana y la geometría. Las características de la superficie urbana que van desde características macro (por ejemplo, construcción) hasta micro características (por ejemplo, aceras, bordillos de carretera, etc.) se han incluido en los enfoques de modelado de inundaciones para diversos propósitos de hidrología urbana y evaluación de inundaciones (Leandro, J., Schumann, A. y Pfister, A,2016),(Chen, A., Evans, B., Djordjević, S. y davić,

S,2012),(Schubert, J. y Sanders, B, 2012),(Schubert, J., Sanders, B., Smith, M. y Wright, M, 2008),(Salvan, L., Abily, M., Gourbesville, P., y Schoorens, J, 2016).

3.1.7.1.3 Factor de concientización. Desde una perspectiva general, la resiliencia representa la capacidad de un sistema urbano o de una comunidad expuesta al peligro de adaptarse resistiendo o cambiando para alcanzar un nivel aceptable de funcionamiento, organización y estructura (Ayed, M. y Mohammad, A, 2010).La resistencia a las inundaciones mejorada mediante el uso de diversas regulaciones tales como planificación y diseño urbano e institucional, diseño arquitectónico, participación pública, estimulación financiera, etc (Jelena, B. y Philippe, G,2016).

3.1.7.1.4 Factor de desarrollo socioeconómico. Los recursos económicos para hacer frente a los peligros naturales suelen ser limitados. En el caso de un territorio muy afectado por las inundaciones, esto significa que deben gastarse de manera óptima para reducir el mayor riesgo posible. En esta situación, las políticas de gestión de riesgos de inundación deben ser siempre apoyadas por un esquema cuantitativo para evitar desigualdades (Ocio, D., Stocker, C., Eraso, A., et al, 2016).

Se identificaron dos soluciones periódicas a largo plazo específicas denominadas economías ricas y pobres. Considerando que las economías ricas pueden permitirse invertir en defensa de las inundaciones y, por lo tanto, evitar daños causados por inundaciones y desarrollar altos niveles de vida, las economías pobres prefieren el consumo en lugar de invertir en capital de defensa (Grames, J., Grames, J., Prskawetz, A., et al, 2016).

3.1.7.1.5 *Factor de estructuras de defensa.* Desde el comienzo de los tiempos, las personas se han establecido cerca de los ríos y este sigue siendo el caso hoy en día. Los ríos permiten formas de transporte, suministran agua para la industria y la agricultura y mejoran la calidad de vida gracias a la naturaleza animada y el hermoso paisaje. Sin embargo, vivir cerca de los ríos también conlleva el riesgo de inundaciones, una de las amenazas naturales más devastadoras en la Tierra (Ohl. y Tapsell, 2000). Con el fin de evitar daños por inundaciones, las sociedades han desarrollado proyectos que implican defensas estructurales. Estas inversiones son costosas, pero pueden evitar daños en el futuro. Esta es una interesante estructura de intercambio dinámico que pretendemos analizar en un modelo socio-hidrológico estilizado que está integrado en una configuración macroeconómica. Para tener en cuenta la naturaleza dinámica de las estrategias de inversión óptimas, aplicamos métodos de optimización dinámica (Grames, J., Grames, J., Prskawetz, A., et al, 2016).

3.1.7.2 *Metodologías para la reducción del riesgo.* La muestra también se caracterizó de acuerdo a la metodología de análisis y/o estimación de la riesgo de inundación y se encontró que los métodos de análisis publicados son: Modelos probabilísticos, toma de decisiones, mapas de riesgo, Modelos Semi-Cuantitativos, Modelos de simulaciones, Análisis de sensibilidad. De las 184 publicaciones de la muestra, el 28.8% (53/184) han hecho referencia a los modelos probabilísticos, el 22.3% (41/184) a la toma de decisiones, el 12.5% (23/184) a los mapas de riesgo, el 9.8% (18/184) a los métodos Semi-Cuantitativos, el 9.2% (17/184) a los modelos de simulaciones y el 7.07% (13/184) a los análisis de sensibilidad completando así el 100% de las publicaciones, representadas en la [Tabla 4].

Tabla 4.

Número de publicaciones por metodologías de análisis de riesgo en inundaciones

Metodología Análisis Riesgo	No artículos	%
Modelos probabilísticos	53	28.8
Toma de decisiones	41	22.28
Mapa de riesgo	23	12.5
Semi-Cuantitativo	18	9.78
Modelos que requieren miles de simulaciones	17	9.24
Análisis de Sensibilidad	13	7.07

Según las bases de datos consultadas, SCOPUS® y SCIENCE-DIRECT®, se encontró que, desde hace treinta años, desde el 1987, se viene proponiendo el uso de modelos probabilístico y la toma de decisiones como metodologías para mitigar el riesgo; en el año 1992 comenzaron los estudios de la implementación de los mapas de riesgo. Los modelos Semi-Cuantitativos y los modelos de requieren un gran número de simulaciones, son las metodologías más recientes las cuales se empezaron a implementarse desde el 2002 (Figura 7).



Figura 7. Línea de tiempo de publicaciones sobre metodologías de análisis del riesgo en inundaciones

3.1.7.2.1 Modelo probabilístico. Un modelo probabilístico de un experimento requiere asociar un valor de probabilidad a cada punto del espacio muestral.

Los modelos estadísticos se utilizan en general en el marco de una marcha deductiva. La cuestión alude a la variabilidad de un fenómeno particular, y se busca comprender los componentes de esta variabilidad. Si los individuos estadísticos son entidades espaciales, se impone cuestionarse acerca de una diferenciación espacial (I.s., 2004).

3.1.7.2.2 Toma de decisiones. La rápida toma de decisiones carece de previsión estratégica, que es necesaria para la reducción del riesgo de desastres. La previsión estratégica se distingue de la planificación operativa normal por el punto de ruptura de cinco años. El valor de la previsión estratégica es: amplía y enriquece el proceso de planificación tradicional; apoya el proceso de adaptación a pesar de las profundas incertidumbres; ayuda a anticipar mejor circunstancias inesperadas; estimula el pensamiento creativo y amplía el número de futuros y posibles acciones (Onencan, Abby, 2016).

La protección contra inundaciones se convirtió en uno de los principales problemas de desarrollo de la sociedad moderna, relacionado con el medio ambiente. Deben implementarse nuevas estrategias de adaptación para restringir el impacto de las inundaciones fluviales en la población y los activos (Fedorov, M., Badenko, V., Maslikov, V., y Chusov, A, 2016).

3.1.7.2.3 Mapa de riesgo. El mapa de riesgo de inundación es un documento esencial para evaluar el impacto de un evento de inundación en la sociedad, la mitigación del riesgo de inundación y la gestión de inundaciones también. Debido a su importancia, hasta la fecha, se han desarrollado muchos métodos de mapeo con diferentes teorías tales como enfoques hidrológicos, meteorológicos y geomorfológicos que representan el peligro o riesgo de inundación en la escala de una cuenca (L. T. K. Ho., M. Umitsu. y Yamaguchi, Y, 2010). Estos métodos probablemente se clasifican en cuatro tipos diferentes: seguimiento de inundaciones, procesamiento de imágenes, combinación de topografía SIG y modelado de inundaciones. Hay muchos pros y contras con cada método. Aunque los primeros tres métodos tienen buenas ventajas con la carga de trabajo, existe un punto débil común que se refiere a su flexibilidad y precisión. Significa que sus productos no tienen en cuenta el efecto de los factores hidrológicos e hidráulicos (Duong, V. N., y Gourbesville, P, 2016).

3.1.7.2.4 Modelo semicuantitativo. Pretenden mediante la combinación de unos factores globales de riesgo, (que penalizan o bonifican), establecer directamente el riesgo (R) o la severidad (S). Casi siempre conducen a resultados globales o relativos que sirven para comparar riesgos procedentes de plantas industriales diversas pero concretas (por ejemplo: un mismo proceso en dos plantas diferentes; una misma planta antes y después de modificaciones). Los factores de riesgos y las escalas para enjuiciarlos proceden de la experiencia en casos similares al que se estudie. Tienen un enfoque simple, efectivo y no son complicados. Son usados para identificar y clasificar eventos episódicos que tienen el potencial de producir consecuencias severas en términos de daños a la propiedad, interrupción de la productividad, heridas y/o muertes. Resultan útiles en especial para empresas operativas que tienen gran cantidad de instalaciones con procesos diversos. Combinan la inspección en el sitio con técnicas establecidas de evaluación de riesgos y permiten asignar prioridades a la importancia relativa de medidas preventivas y asignar recursos a los escenarios más arriesgados (Garza, R, 2007).

3.1.7.2.5 Modelos que requieren miles de simulaciones. La técnica de análisis what-if es una metodología de lluvia de ideas en la cual el grupo de gente experimentada familiarizada con el proceso en cuestión realiza preguntas acerca de algunos eventos indeseables. El concepto de análisis what-if motiva a que el grupo de evaluación de riesgos pregunte situaciones que comiencen con la frase what-if, el propósito de esto es la identificación de riesgos, situaciones riesgosas, o específicos eventos accidentales que pudieran producir una consecuencia indeseable (Administradora de riesgos profesionales suramericana, Suratep, 2001).

3.1.7.2.6 *Análisis de sensibilidad.* Un factor modelo contribuye a la sensibilidad de un resultado modelo a través de variaciones de este factor solo y por interacción con otros factores. La influencia que un factor exhibe en sí misma se denomina sensibilidad de primer orden y los efectos debidos a las interacciones se denominan efectos de orden superior. La sensibilidad total de un factor modelo se define a través de sus efectos de primer orden más todos los efectos de orden superior. Para entradas correlacionadas puede ocurrir que los efectos de primer orden sean mayores que los efectos totales exclusivamente debido a la estructura de dependencia en las entradas. Por lo tanto, una sensibilidad total pequeña todavía puede indicar sensibilidad. Sin embargo, esto depende en gran medida de la forma en que se formula el método de sensibilidad (por ejemplo, el método Sobol supone varianzas aditivas de los efectos individuales y, por lo tanto, no debe exhibir este comportamiento). En términos generales, la sensibilidad total se deriva al variar el valor de un factor a la vez en una cantidad de puntos base MC seleccionados al azar en el espacio de los factores de entrada. La sensibilidad de orden superior se deriva a través de patrones de muestreo estructurados. (Florian, A., Keith, J., Beven, A. y al, 2008).

3.1.7.3 Factores generadores de incertidumbre. Para el perfecto análisis y la acertada interpretación cualitativa de la evidencia se realizó un mapeo de los diferentes estudios permitiendo la organización y clasificación de los mismos. Para el mapeo se desarrolló una codificación de la información sobre el tipo de inundación, los factores asociados a la incertidumbre y los métodos de análisis de la misma. El procedimiento fue crear categorías, en lo posible mutuamente excluyentes, y reportar las frecuencias. Complementariamente, se realizó un análisis de contenido para sintetizar el significado de los documentos escritos. Posteriormente las publicaciones se categorizaron de acuerdo a los factores generadores de incertidumbre en el proceso de análisis y predicción de las inundaciones, como resultado de tal análisis se encontró que los cinco factores más estudiados, en su orden de frecuencia de menor a mayor son: topografía 8% (16/208), datos de entrada de los modelos 8% (16/208), meteorología 8% (17/208), modelo de análisis empleado 12% (25/208) y Cambio climático 16% (33/208) [Tabla 5]. Dos de los cinco factores hacen referencia a la incertidumbre basada en el sistema de análisis del fenómeno (el tipo de modelo de análisis y los datos de entrada del modelo) y los tres factores restantes hacen referencia a la incertidumbre basada en la información, o nivel de conocimiento, sobre el contexto del fenómeno de inundación (cambio climático, meteorología y topografía. Tabla 5.

Número de publicaciones por factores de incertidumbre en inundaciones

Factores generadores de incertidumbre	No artículos	%
Cambio climático	33	16
Modelo de análisis	25	25
Meteorología	17	17
Datos de entrada	16	16
Topografía	16	16

Al principio del 2002 se empezaron a reportar diferentes estudios que tratan el problema climático y la meteorología como tal, y aun en la actualidad siguen mostrando importancia a través de las diferentes publicaciones. Se han comenzado a estudiar los sistemas de georeferenciación para representar las condiciones topográficas donde ocurre el fenómeno de inundación. Las publicaciones sobre modelos y datos de entrada son los más actuales iniciando su publicación hace aproximadamente cinco años, estos datos se pueden ver reflejados en al (Figura 8).

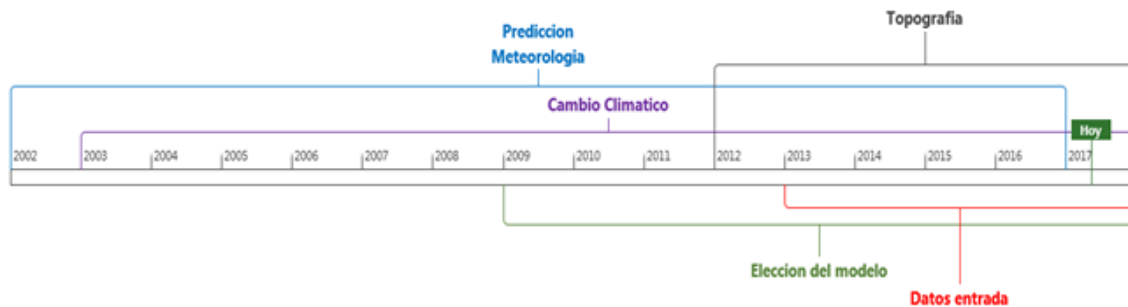


Figura 8. Línea de tiempo de publicaciones sobre factores de incertidumbre en inundaciones

3.1.7.3.1 Cambio climático. La incertidumbre producto del cambio climático en fenómenos de inundación se puede generar por el desconocimiento o desacuerdo sobre el estado futuro del sistema climático, reflejada en errores de datos, conceptos, términos ambiguos o en conductas inciertas de los seres humanos.

El cambio climático se puede comprender como una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado de tiempo, normalmente diez años. El cambio climático se puede deber a procesos naturales

internos, cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes producto de la acción humana (Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, 2001).

Se espera que las tormentas de lluvia extremas con mayor intensidad y frecuencia aumenten en el clima futuro. Se espera que el cambio climático afecte la capacidad de la infraestructura, el nivel de servicio y el entorno natural. Los planes, procedimientos y acciones tradicionales de gestión de aguas pluviales ya no son suficientes para tratar de manera eficiente la incertidumbre del cambio climático. La infraestructura urbana de aguas pluviales se ha dimensionado en base a suposiciones de intensidades de lluvia. Dado que estas intensidades están cambiando hacia arriba como resultado del cambio climático, los sistemas de alcantarillado pluvial y las rutas de flujo terrestre probablemente se inundarán con más frecuencia más allá de la capacidad de diseño pero integrar la información sobre el cambio climático a otras metodologías de análisis de inundaciones ha permitido conocer con mayor detalle los impactos en zonas urbanas para ser mitigados y evaluar el riesgo de una mejor manera (Ghbn, N, 2016).

3.1.7.3.2 Elección del modelo. Generalmente la incertidumbre surge de la capacidad que tenga un determinado modelo para representar la realidad y de los datos utilizados en dichos modelos. Estas dos variables deben caracterizarse y estudiarse desde el enfoque de análisis y gestión del riesgo, con el fin de permitir tomar las mejores decisiones. A pesar de que los modelos para la prevención de eventos de inundación han sido ampliamente estudiados y categorizados para brindar una respuesta óptima en la prevención del riesgo, aun no existe con exactitud un marco metodológico general, estandarizado y práctico, aplicable a todos estos. Esto se debe en gran manera tanto a los diferentes criterios como parámetros a considerar de cada modelo produciendo variabilidad en los resultados, así como el nivel de incertidumbre inevitable en el sistema. Esto, dificulta en gran medida la elección de un modelo que favorezca el caso de estudio que se realiza.

El modelado de la probabilidad de inundación es un problema complejo que requiere la consideración de aspectos hidrológicos, físicos y de comportamiento del fenómeno. Los aspectos hidrológicos determinan la frecuencia de las inundaciones y las profundidades de inundación asociadas. Los aspectos físicos de la zona de influencia, definen la vulnerabilidad de la zona en función de las condiciones estructurales de sus edificaciones, y se representa mediante una función que asocia la relación de pérdida condicional o la razón de daño con la inundación. Por último, los factores de comportamiento del fenómeno dependen de la frecuencia de las inundaciones históricas, la percepción del público y las actitudes individuales o la experiencia con respecto al riesgo de inundación (Peiris, N; Gatey, D. y Hill, M, 2014).

3.1.7.3.3 Meteorología. La Meteorología es la ciencia que estudia la atmósfera, sus propiedades y los fenómenos que en ella tienen lugar. El estudio de la atmósfera se ciñe al conocimiento del comportamiento en un marco espacial y temporal de variables meteorológicas como la temperatura, la presión atmosférica o la humedad (Fundación española para la ciencia y la tecnología la ,2004).

La incertidumbre en este caso está asociada a la capacidad de predicción de los riesgos meteorológicos, que depende, además de aspectos técnicos como la capacidad computacional de los sistemas disponibles, del nivel de representación del comportamiento caótico de la atmósfera. La atmósfera es un sistema caótico, enmarcado en un contexto completamente aleatorio, donde nuestro actual conocimiento limita nuestra capacidad para establecer con absoluta precisión los diferentes estados que puede presentar. El principal reto de la predicción numérica no es predecir el tiempo cada vez con un mayor horizonte, sino ganar precisión en los pronósticos a muy corto, corto y medio plazo, donde queda aún un amplio margen de mejora (Viñas, J).

3.1.7.3.4 Datos de entrada. Adicional a la elección del modelo como factor de incertidumbre para estudiar un fenómeno, existe la incertidumbre generada por los datos que se utilizan el dicho modelo. Existen dos tipos de incertidumbres asociadas a los datos: la relacionada con la generación de datos y la que hace referencia con el procesamiento de datos (Tang., Xuejun, Q., Qingyun, Z. y Shifeng, D, 2016). La incertidumbre relacionada con la generación de datos se debe a ruidos aleatorios, o información no pertinente, que aparece durante las mediciones. Esta incertidumbre se debe a errores de medición cometidos por el uso indebido de los instrumentos de medición y/o errores humanos. La incertidumbre relacionada con el procesamiento de datos proviene de las limitaciones inherentes de los modelos hidrológicos empleados, cuando se emplean parámetros o indicadores no apropiados (Tang., Xuejun, Q., Qingyun, Z. y Shifeng, D, 2016).

Para la prevención del riesgo de inundación se debe tener clara la incertidumbre producto de la relación metodología-datos. Ya que en el proceso de simulación se debe: Primero, elegir un modelo estadístico apropiado para predecir la probabilidad de futuras magnitudes de inundación. Aunque un modelo parece ajustarse bastante bien a los datos observados, puede no ser el modelo "verdadero" del mecanismo generador de inundaciones. En segundo lugar, los datos disponibles para estimar los parámetros del modelo estadístico elegido a menudo son escasos, lo que implica una incertidumbre sobre la predicción de inundaciones. En tercer lugar, los cambios en las condiciones hidrológicas (tanto en el pasado como en el futuro) pueden alterar las características básicas del sistema. Un modelo que describa bien las inundaciones actuales puede no ser válido en el futuro debido a cambios climatológicos, cambios en los ambientes fluviales causados por actividades humanas, etc (Zapata, C., Piñeros, L. y Castaño, D, 2004).

3.1.7.3.5 Topografía. Otro de los factores de incertidumbre en los fenómenos hidrológicos de inundaciones es la topografía. El factor más crítico a representar en un modelo hidráulico es la topografía de los cauces de los ríos y las llanuras inundables, que pueden influir tanto en el sistema hidráulico de las inundaciones como en la extensión superficial resultante de la inundación simulada (Horritt, M. y Bates, P,2001).

3.1.7.4 Metodologías de análisis de incertidumbre. Los diferentes estudios también se categorizaron al igual que el riesgo según la metodología de análisis empleada para la estimación en este caso de la incertidumbre encontrándose que los métodos de análisis de la incertidumbre publicados con mayor frecuencia son de menor a mayor: 9% (19/208) método estimación de incertidumbre de verosimilitud generalizada (GLUE por sus siglas en inglés),11% (22/208) al método LIDAR,14% (29/208) modelos digitales de elevación topográfica (DEM por sus siglas en inglés),15% (31/208) a métodos Bayesianos,33% (68/208) han hecho referencia al método Monte Carlo.se debe resaltar que el conteo existen publicaciones donde tratan las metodologías de manera individual y en ocasiones de manera conjunta con otras metodologías. [Tabla 6].

Según las bases de datos consultadas, SCOPUS® y SCIENCE-DIRECT®, se encontró que las publicaciones sobre los modelos bayesianos dieron inicio en el año 2003 y a partir de allí estos modelos recibieron modificaciones revelando nuevos estudios; y es aquí a partir del año 2004 cuando se empieza a publicar sobre el modelo GLUE y monte carlo, y finalmente podemos encontrar los modelos para el análisis de incertidumbre más recientes DEM y LIDAR con publicaciones de no más de 5 años (Figura 9).

Tabla 6.

Número de publicaciones por metodologías de análisis de incertidumbre en inundaciones

Metodologías de análisis de incertidumbre	No artículos	%
Método monte carlo	68	33
Modelo bayesiano	31	15
DEM	29	14
LIDAR	22	11
GLUE	19	9

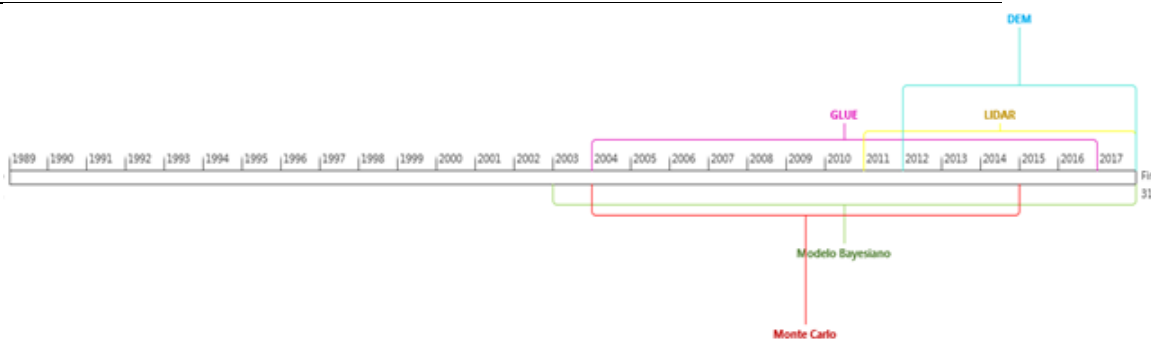


Figura 9. Línea temporal de publicación de métodos de análisis de incertidumbre en inundaciones.

3.1.7.4.1 Método Montecarlo. Está basado en la generación de números aleatorios y el procedimiento es simular el comportamiento aleatorio del sistema para obtener en forma artificial los índices de confiabilidad de los puntos de carga.

El tipo de simulación utilizado es secuencial, dado que los tiempos de salida y restauración generados se van acumulando para obtener el tiempo total de operación del circuito primario bajo estudio.

La simulación es un proceso iterativo en el cual se observa para un periodo de tiempo de interés, los estados operativos que aparecen en el circuito primario debido a los eventos aleatorios de salida y restauración de los componentes. En cada estado operativo se determinan los puntos de carga afectados por la salida de un componente dado.

Una vez se termina la simulación, se contabiliza para cada punto de carga el número de salidas que lo afectaron y el tiempo de indisponibilidad. Con estos dos índices básicos se calculan los demás índices de confiabilidad.

Para aplicar este método se requiere conocer las distribuciones de probabilidad que modelan los tiempos para salida y restauración de cada uno de los componentes.

La simulación se implementa como un software que utiliza la base de datos del sistema, donde se ha registrado para cada circuito primario: componentes con sus distribuciones de probabilidad, puntos de carga, número de usuarios por punto de carga y demanda total por punto de carga (Zapata, C., Piñeros, L. y Castaño, D, 2004).

3.1.7.4.2 Modelo bayesiano. Los métodos bayesianos son métodos que se derivan de los principios de la interferencia bayesiana. Estos se desarrollan en tres etapas: a) especificación preliminar de un modelo de probabilidad que incluya algún tipo de conocimiento previo sobre los parámetros requeridos; b) actualización del conocimiento sobre los parámetros desconocidos, condicionando este modelo de probabilidad a los datos observados; y c) evaluación y ajuste del modelo, complementando con un análisis de sensibilidad de las conclusiones, con base en las variaciones de los supuestos del modelo (Marín, J.). El método Bayesiano, al igual que el método Monte Carlo, analiza la incertidumbre desde el punto de vista del modelo y los datos empleados.

3.1.7.4.3 Modelo DEM. Un modelo de elevación digital (MED) provee una fuente idónea de datos de la superficie terrestre, así como medidas del margen de error usando los puntos de control. Por lo tanto, un MED es una abstracción computarizada de elevación, que representa un terreno que es indefinidamente complejo y continuo en extensión. (Carter, J, 1988), la elevación digital es una superficie matemáticamente continua, que procura representar más de cerca la verdadera forma del terreno. Existen tres formas principales de modelos de elevación digital a saber: una base raster, una estructura matriz con un tamaño de celda fijo y una malla de puntos conectada por facetas triangulares (Red Triangular Irregular). El terreno real es muy complejo y variado, en el que existen distintas irregularidades en la superficie que van desde formas generales de amplia dimensión hasta aquellas muy pequeñas. En el caso de los MEDs no se preserva la micro-topografía de la superficie de la Tierra, de ahí que sean muy simplificados. Ahora bien, un MED es susceptible a contener errores, son sistemáticos y/o al azar en su naturaleza. Un MED tiene un amplio campo de aplicación, por ello, la detección de estos errores es importante para determinar la exactitud del proceso de modelado. De ahí que el proceso físico que está siendo modelado resulta la simulación más cercana a la realidad.

El uso de MED es imperativo para la creación de modelos hidrológicos, modelos geomorfológicos, modelos de transporte de sedimentos, zonificación de suelos, modelos de fuentes de contaminación, análisis y modelo del terreno y selección de sitios de análisis locacional. (Moore et al, 1991). Proveen una revisión temprana de las características, limitaciones y aplicaciones de los datos de elevación digital de muchas aplicaciones modeladas con un énfasis primario en aplicaciones hidrológicas (Marvin E. y Marsik, M, 2012).

El método DEM analiza la incertidumbre desde el punto de vista de los datos o la información requerida por los modelos.

3.1.7.4.4 Modelo LIDAR. LiDAR significa *Light Detection And Ranging*, literalmente alcance y detección de la luz. Se trata de un sensor activo, ya que él mismo genera la energía (el pulso láser) que permite hacer los cálculos y las medidas. Esto permite usar el sensor de noche para evitar el tráfico aéreo. Sin embargo, a diferencia del RADAR, el sensor LiDAR no atraviesa nubes, lluvia o niebla. Esto permite su uso en aplicaciones de datos LiDAR para estudios atmosféricos y climatológicos. Del mismo modo es posible usar el sensor LiDAR para captura de datos batimétricos, aunque es necesario un pulso láser diferente (la banda verde con el infrarrojo).

El sensor LiDAR utiliza el mismo principio que el RADAR, solo que en lugar de usar ondas de radio utiliza pulsos de luz. El láser LiDAR envía una señal a la superficie terrestre desde un sensor aerotransportado; algunas de estas señales regresan de vuelta al transporte aéreo; el tiempo que tarda el rayo láser en llegar hasta la superficie terrestre y regresar al transporte aéreo se emplea para determinar la distancia hasta los elementos de la superficie. También es posible determinar el ángulo de salida del láser y la localización y la altura del transporte aéreo. De este

modo es posible calcular de forma muy precisa la altura de los árboles, los edificios y cualquier elemento sobre el terreno (Albacete, A. 2011).

3.1.7.4.5 Modelo GLUE. El procedimiento GLUE reconoce la equivalencia o casi equivalencia de diferentes conjuntos de parámetros en la calibración de modelos distribuidos. Se basa en realizar un gran número de ejecuciones de un modelo dado con diferentes conjuntos de valores de parámetros, elegidos al azar de distribuciones de parámetros especificados. Sobre la base de comparar las respuestas pronosticadas y observadas, a cada conjunto de valores de parámetros se le asigna la probabilidad de ser un simulador del sistema. Esa probabilidad puede ser cero cuando se considera que el conjunto de valores de parámetros proporciona un comportamiento que no es característico del sistema, ya sea debido a la comparación directa con los datos disponibles, o debido al condicionamiento sobre la base de algún conocimiento a priori sobre el sistema (ej. el flujo por tierra nunca se ha visto en la cuenca). Tenga en cuenta que cualquier interacción entre los parámetros no es un problema en este procedimiento, se refleja implícitamente en los valores de verosimilitud. Diferentes conjuntos de condiciones iniciales y de frontera también pueden evaluarse de esta manera, de hecho, en el caso general, estructuras de modelos diferentes puede ser considerado.

Usamos el término probabilidad aquí en un sentido muy general, como una medida difusa, de creencia o posibilista de cuán bien el modelo se ajusta al comportamiento observado del sistema, y no en el sentido restringido de la teoría de máxima verosimilitud que

Se desarrolla bajo suposiciones específicas de errores de media cero distribuidos normalmente (Sorooshian, S. y Dracup, J, 1980), (Sorooshian, S., Gupta, V. y Fulton, J, 1983). Nuestra experiencia con modelos hidrológicos distribuidos basados en la física sugiere que los errores

asociados incluso a los conjuntos de parámetros óptimos no son ni de media cero ni de distribución normal.

En el procedimiento GLUE, todas las simulaciones con una medida de probabilidad significativamente mayor que cero se conservan para su consideración. El reajuste de los valores de verosimilitud de manera que la suma de todos los valores de verosimilitud es igual a 1 produce una función de distribución para los conjuntos de parámetros. Puede verse entonces que la búsqueda de calibración tradicional para un conjunto de parámetros óptimo es un caso extremo de este procedimiento en el que la solución "óptima" tiene una probabilidad de 1 y todas las demás se establecen en cero.

Esas medidas de probabilidad se pueden combinar y actualizar utilizando el teorema de Bayes (Box, G. y Tiao, G (1973), (Lee, P, 1989). Las nuevas probabilidades se pueden usar como funciones de ponderación para estimar la incertidumbre asociada con las predicciones del modelo.

A medida que se disponga de más datos observados, se puede llevar a cabo una actualización adicional de la función de verosimilitud para que las estimaciones de incertidumbre se refinan gradualmente a lo largo del tiempo (Keith, B. y Andrew, B, 1992).

3.1.8 Relación Riesgo-Incertidumbre. El riesgo siempre va acompañado de incertidumbre. Si no hubiera incertidumbre, no habría riesgo. Debido a muchos factores, los seres humanos no pueden predecir con precisión muchos incidentes. La incertidumbre siempre existe, y por lo tanto, el riesgo es inevitable. Las variaciones de inundaciones en el futuro son un tema de gran incertidumbre, y el análisis de riesgos de las inundaciones es absolutamente necesario (Lihua, F. y Gaoyuan, L, 2008).

4. Conclusiones

Con base en las 574 publicaciones que trataron los temas de riesgo, incertidumbre e inundaciones, donde el en su mayoría fueron publicaciones académicas sometidas a un proceso de revisión a ciegas, se llegaron a varias conclusiones. Estas conclusiones ayudan a entender cómo son abordados la incertidumbre y el riesgo por las disciplinas que estudian el fenómeno de inundaciones.

Por medio de la revisión sistemática se encontró que los cinco (5) factores generadores de incertidumbre organizados ascendente mente fueron: la topografía, los datos en los modelos, la meteorología, el modelo de análisis de la inundación y el cambio climático. Donde tres de estos factores están relacionados con el contexto del fenómeno (cambio climático, meteorología y topografía) y su vínculo con la incertidumbre asociada a las inundaciones, contribuye a la medida del nivel de información o conocimiento que se tiene de estos factores en la zona de inundación. Los otros dos factores (modelo y datos) tienen relación con el arquetipo utilizado para analizar y reproducir artificialmente el fenómeno en estudio, y su relación con la incertidumbre se determina por la capacidad de representar la totalidad de la realidad observada.

Sobre los métodos de estimación y análisis de incertidumbre, se encontró que los cinco (5) métodos organizados en orden descendente fueron: Monte Carlo, método Bayesiano, GLUE, LIDAR y DEM. Los métodos Monte Carlo y Bayesiano analizan y estiman la incertidumbre

desde el punto de vista del modelo y los datos empleados. El método GLUE trata la incertidumbre desde el punto de vista del modelo. Finalmente, los métodos LIDAR y DEM analizan la incertidumbre desde el punto de vista de la información requerida por los modelos.

Actualmente el método Monte Carlo y sus adaptaciones son los métodos más utilizados para el análisis de la incertidumbre representada en los modelos de inundación y prevención del riesgo. LIDAR es un modelo digital para representar el relieve natural, muy empleado para realizar mediciones topográficas, reduciendo la incertidumbre generada por las condiciones topográficas de la zona de análisis. LIDAR hace un escaneo consistente, sin dejar zona por representar o visualizar, generando mayor exactitud en el levantamiento del relieve, que los que permiten los levantamientos topográficos tradicionales. Finalmente, el método GLUE es un método de simulación exigente en términos de tecnología computacional, ya que requiere decenas de miles de simulaciones para obtener resultados fiables.

Se sabe que el análisis y la estimación de la incertidumbre son importantes en el estudio de los riesgos. La variabilidad y la incertidumbre no solo afectan a los datos sino al modelo que los utiliza. La presente revisión nos permitió reconocer la importancia de la naturaleza de la variabilidad a través de la heterogeneidad de los datos, como también, la importancia de la verdadera incertidumbre debida a la falta de conocimiento preciso del fenómeno, entendida como error en especificación del modelo. En otras palabras, se debe aprender a diferenciar entre la verdadera incertidumbre del modelo y la variabilidad inherente a los datos.

En cuanto al estudio de los factores generadores de riesgo se determinó que los cinco (5) factores más referenciados en orden descendente fueron: Cambio climático, Urbanización, Educación, desarrollo socioeconómico y presencia de estructuras de defensa. Se pudo evidenciar

que tres de los factores (Urbanización, Concientización, desarrollo socio económico) se refieren a la relación directa o indirecta entre persona-medio. El cambio climático y su vínculo con el riesgo se determina en la medida del nivel de información, conocimiento o cambios que se tienen en la zona de inundación y por último la presencia de estructuras de defensa se refiere a la planificación, cálculos y construcción efectiva de estructuras de defensa. La concientización y el desarrollo socio económico, está relacionado con la cultura y las costumbres de la sociedad en riesgo; esto conlleva a un proceso de aprendizaje con la finalidad de disminuir el riesgo de inundación.

Sobre los métodos de estimación y análisis del riesgo, se encontró que los seis (6) métodos más referenciados organizados en orden descendente fueron: los modelos probabilísticos, la toma de decisiones, los mapas de riesgo, los modelos semicuantitativos, modelos con miles de simulaciones, y los modelos de análisis de sensibilidad. Donde Los modelos probabilísticos, los modelos que requieren miles de simulaciones y los modelos semi-cuantitativos analizan el riesgo desde el punto de vista del modelo además del análisis y los cambios de las variables. Los mapas de riesgo ayudan a la disminución del riesgo con un apoyo visual en el área de estudio, su efectividad resulta de la medida y cálculos de los profesionales. Análisis de sensibilidad y Toma de decisiones consisten en estudiar los resultados que arrojan los diferentes cálculos y estudiar su efectividad.

A medida que pasa el tiempo se ven involucrados nuevas variables de riesgo como lo son para el caso la urbanización y el desarrollo socioeconómico donde en una es necesario iniciar labores de trabajo para la reducción y anticipación de los desastres producto de estos factores.

Los modelos cuantitativos y modelos que requieren miles de simulaciones se pueden denominar como los métodos del nuevo siglo debido a la exigencia computacional que estos demandan, pero a pesar de su gran exigencia prometen reducir en gran escala el riesgo por inundaciones.

El cambio climático es uno de los factores más importantes y más estudiados, además de evidenciarse como un factor común tanto para el riesgo como para la incertidumbre debido a su variabilidad y cambios actuales.

Se evidencia que las metodologías aplicadas tanto para el riesgo como para la incertidumbre tienen que ver con métodos de aleatoriedad numérica, estadísticos, toma de decisiones y nuevas tecnologías cuyo propósito es facilitar y reducirlos.

5. Recomendaciones

Las revisiones sistemáticas no están desprovistas de limitaciones y no están exentas de garantizar validez y confiabilidad. Las limitaciones surgen por la calidad y cantidad de los estudios primarios que se puedan conseguir, o por la calidad de los procesos mismos de revisión sistemática. Cierta parcialidad o sesgo influencia la selección de los estudios primarios, como también, podría influenciar su interpretación. La calidad de una revisión sistemática se determina por su consistencia y transparencia en seleccionar y reportar los procedimientos en cada paso. La confiabilidad de la revisión se logra mediante procesos colaborativos de discusión de criterios de selección y clasificación, como de evaluación de la calidad.

Referencias Bibliográficas

- Abadie, L. M., Galarraga, I., & de, M. E. S. (January 01, 2017). Understanding risks in the light of uncertainty: low-probability, high-impact coastal events in cities. *Environmental Research Letters*, 12, 1, 14017.
- Abdalla, R., Elawad, Y., Chen, Z., Han, S. ., & Xia, R. (April 14, 2014). A GIS-supported fuzzy-set approach for flood risk assessment. *Canadian Water Resources Journal / Revue Canadienne Des Ressources Hydriques*, 39, 1, 3-14.
- Adeogun, A. G., Daramola, M. O., & Pathirana, A. (October 01, 2015). Coupled 1D-2D hydrodynamic inundation model for sewer overflow: Influence of modeling parameters. *Water Science*, 29, 2, 146-155.
- Administradora de riesgos profesionales suramericana, Suratep. (2001). EVALUACIÓN DE RIESGOS DE PROCESO EN INSTALACIONES INDUSTRIALES. En:https://www.arlsura.com/pag_serlinea/distribuidores/doc/documentacion/analisis_de_seguridad.pdf
- Aerts, J. C. J. H., y Botzen, W. J. W. (August 01, 2011). Climate change impacts on pricing long-term flood insurance: A comprehensive study for the Netherlands. *Global Environmental Change*, 21(3), 1045-1060.
- Afshar, A., & Mariño, M. A. (January 01, 1990). Optimizing Spillway Capacity with Uncertainty in Flood Estimator. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 116, 1, 71-84.

- AghaKouchak, A., y Nasrollahi, N. (January 01, 2010). Semi-parametric and Parametric Inference of Extreme Value Models for Rainfall Data. *Water Resources Management Dordrecht-*, 24(6), 1229-1249.
- Ahmad, S. S., & Simonovic, S. P. (October 02, 2015). System dynamics and hydrodynamic modelling approaches for spatial and temporal analysis of flood risk. *International Journal of River Basin Management*, 13, 4, 443-461.
- Ahmad, S. S., y Simonovic, S. P. (February 01, 2013). Spatial and temporal analysis of urban flood risk assessment. *Urban Water Journal*, 10(1), 26-49.
- Ahmad, S. S., y Simonovic, S. P. (January 10, 2011). A three-dimensional fuzzy methodology for flood risk analysis. *Journal of Flood Risk Management*, 4(1), 53-74.
- Albacete, A. (2011). Procesamiento de datos lidar con argis desktop10, universidad computlense de Madrid.
- Alem, D., Clark, A. & Moreno, A. (January 01, 2016). Stochastic network models for logistics planning in disaster relief. *European Journal of Operational Research*, 255(1), 187-206.
- Alexander, L. V. (March 01, 2016). Global observed long-term changes in temperature and precipitation extremes: A review of progress and limitations in IPCC assessments and beyond. *Weather and Climate Extremes*, 11, 3, 4-16.
- Alfieri, L., Feyen, L., Dottori, F., & Bianchi, A. (November 01, 2015). Ensemble flood risk assessment in Europe under high end climate scenarios. *Global Environmental Change*, 35, 199-212.
- Alipour, M. H. (January 01, 2015). Risk-Informed Decision Making Framework for Operating a Multi-Purpose Hydropower Reservoir During Flooding and High Inflow Events, Case

Study: Cheakamus River System. *Water Resources Management Dordrecht-*, 29, 3, 801-815.

Alves, A., Sanchez, A., Gersonius, B., & Vojinovic, Z. (January 01, 2016). A Model-based Framework for Selection and Development of Multi-functional and Adaptive Strategies to Cope with Urban Floods. *Procedia Engineering*, 154, 877-884.

Andersen, T. K., & Marshall, S. J. (February 01, 2013). Floods in a Changing Climate. *Geography Compass*, 7, 2, 95-115.

Andersson, J. C. M., Arheimer, B., Gustafsson, D., Ali, A., & Minoungou, B. (August 01, 2017). Providing peak river flow statistics and forecasting in the Niger River basin. 100, 3-12.

Anvarifar, F., Voorendt, M. Z., Zevenbergen, C., & Thissen, W. (February 01, 2017). An application of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to risk analysis of multifunctional flood defences in the Netherlands. *Reliability Engineering & System Safety*, 158, 130-141.

Apel, H., Kreibich, H., Aronica, G. T., & Thielen, A. H. (January 01, 2009). Flood risk analyses - How detailed do we need to be?. *Natural Hazards*, 49, 1, 79-98.

Apel, H., Merz, B., & Thielen, A. H. (June 01, 2008). Quantification of uncertainties in flood risk assessments. *International Journal of River Basin Management*, 6, 2, 149-162.

Arnell, N. W. (January 01, 1989). Expected Annual Damages and Uncertainties in Flood Frequency Estimation. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 115, 1, 94-107.

Arnell, N. W. (September 01, 1988). Unbiased estimation of flood risk with the GEV distribution. *Stochastic Hydrology and Hydraulics*, 2, 3, 201-212.

- Aronica, G. T., Candela, A., Fabio, P., & Santoro, M. (January 01, 2012). Estimation of flood inundation probabilities using global hazard indexes based on hydrodynamic variables. *Physics and Chemistry of the Earth*, 119-129.
- Ashley, R., Blanksby, J., Cashman, A., Jack, L., Wright, G., Packman, J., Fewtrell, L., ... Maksimovic, C. (March 13, 2007). Adaptable Urban Drainage: Addressing Change in Intensity, Occurrence and Uncertainty of Stormwater (AUDACIOUS). *Built Environment*, 33, 1, 70-84.
- Åström, H., Friis, H. P., Garré, L., y Arnbjerg-Nielsen, K. (September 01, 2014). An influence diagram for urban flood risk assessment through pluvial flood hazards under non-stationary conditions. *Journal of Water and Climate Change*, 5(3), 276.
- Avanzi, A., Frank, E., Righetto, M., & Fattorelli, S. (January 07, 2013). LIDAR DATA RESOLUTION VERSUS HYDRO-MORPHOLOGICAL MODELS FOR FLOOD RISK ASSESSMENT. *Isprs - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 119-124.
- Awadallah, A. G., Saad, H., Elmoustafa, A., & Hassan, A. (January 01, 2016). Reliability assessment of water structures subject to data scarcity using the SCS-CN model. *Hydrological Sciences Journal = Journal Des Sciences Hydrologiques*, 61, 4, 696-710.
- Aye, Z. C., Sprague, T., Cortes, V. J., Prenger-Berninghoff, K., Jaboyedoff, M., & Derron, M.-H. (March 01, 2016). A collaborative (web-GIS) framework based on empirical data collected from three case studies in Europe for risk management of hydro-meteorological hazards. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 15, 1, 10-23.

- Ayed, M. y Mohammad, A.(2010). The impact of vegetative cover type on runoff and soil erosion under different land uses [j]. *Catena*.
- Azibi, R., & Vanderpooten, D. (January 01, 2003). Aggregation of dispersed consequences for constructing criteria: The evaluation of flood risk reduction strategies. *European Journal of Operational Research*, 144, 2, 397-411.
- Ballesteros, C. J. A., Eguibar, M., Bodoque, J. M., Díez-Herrero, A., Stoffel, M., & Gutiérrez-Pérez, I. (March 15, 2011). Estimating flash flood discharge in an ungauged mountain catchment with 2D hydraulic models and dendrogeomorphic palaeostage indicators. *Hydrological Processes*, 25(6), 970-979.
- Banco interamericano de desarrollo (BID) y comisión económica para américa latina y el caribe (CEPAL). (Mayo de 2012). Valoración de daños y pérdidas ola invernal en Colombia (2010-2011). pp. 219.
- Barbetta, S., Brocca, L., Melone, F., Moramarco, T., & Singh, V. P. (January 01, 2010). *Uncertainty Assessment for Real-Time Stage Forecasting*.
- Barbetta, S., Brocca, L., Melone, F., Moramarco, T., & Singh, V. P. (January 01, 2011). *Addressing the Uncertainty Assessment for Real-Time Stage Forecasting*.
- Bastola, S., Murphy, C., y Sweeney, J. (January 01, 2011). The sensitivity of fluvial flood risk in Irish catchments to the range of IPCC AR4 climate change scenarios. *The Science of the Total Environment*, 409(24), 5403-15.
- Bates, P. D., Horritt, M. S., Aronica, G., & Beven, K. (December 15, 2004). Bayesian updating of flood inundation likelihoods conditioned on flood extent data. *Hydrological Processes*, 18, 17, 3347-3370.

- Batica, J., & Gourbesville, P. (January 01, 2016). Resilience in Flood Risk Management - A New Communication Tool. *Procedia Engineering*, 154, 811-817
- Bayazit, M. (September 30, 2015). Nonstationarity of Hydrological Records and Recent Trends in Trend Analysis: A State-of-the-art Review. *Environmental Processes*, 2, 3, 527-542.
- Beard, L. R. (January 01, 1997). Estimating Flood Frequency and Average Annual Damage. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 123, 2, 84-88.
- Becker, G., Aerts, J., & Huitema, D. (August 01, 2007). Transboundary flood management in the Rhine basin: challenges for improved cooperation. *Water Science & Technology*, 56(4), 125.
- Behrouz, M., & Alimohammadi, S. (October 03, 2016). Risk-Based Design of Flood Control Systems Considering Multiple Dependent Uncertainties. *Water Resources Management*, 30, 13, 4529-4558.
- Beighley, R. E., & He, Y. (May 01, 2009). Predicting Model Uncertainty at River Junctions due to Drainage Network Structure. *Journal of Hydrologic Engineering*, 14, 5, 499-507.
- Bell, H. M., & Tobin, G. A. (January 01, 2007). Efficient and effective? The 100-year flood in the communication and perception of flood risk. *Environmental Hazards*.
- Benito, Gerardo, Lang, Michel, Barriendos, Mariano et al. (March 01, 2004). Use of Systematic, Palaeoflood and Historical Data for the Improvement of Flood Risk Estimation. *Review of Scientific Methods*
- Benito, Gerardo, Lang, Michel, Barriendos, Mariano, Llasat, et al. (march 01, 2004). Use of Systematic, Palaeoflood and Historical Data for the Improvement of Flood Risk Estimation. *Review of Scientific Methods. Natural Hazards*

- Benzanilla, A., Campbell, J., Centella, A., Charlery, J., Karmalkar, A. V., New, M., Stephenson, T., ... Taylor, M. A. (April 01, 2013). A review of observed and projected changes in climate for the islands in the Caribbean. *Atmósfera*, 26, 2, 283-309.
- BERNIER, J.(June 01,2003). Decisions and attitude of decision makers facing hydrological risk
- Beven, k. (2008). *Environmental modelling: an uncertain future?* . London.
- Beven, K., & Lamb, R. (January 03, 2017). The uncertainty cascade in model fusion. *Geological Society, London, Special Publications*, 408, 1, 255-266.
- Bhatkoti, R., Moglen, G. E., Murray-Tuite, P. M., y Triantis, K. P. (December 01, 2016). Changes to Bridge Flood Risk under Climate Change. *Journal of Hydrologic Engineering*, 21(12), 4016045.
- Bhuyian, M. N. M., & Kalyanapu, A. (February 17, 2017). Accounting digital elevation uncertainty for flood consequence assessment. *Journal of Flood Risk Management*, 4.)
- Birhanu, D., Kim, H., Park, S., Kim, H., Jang, C., y 12th International Conference on Hydroinformatics – Smart Water for the Future, HIC 2016. (January 01, 2016). Flood Risk and Vulnerability of Addis Ababa City Due to Climate Change and Urbanization. *Procedia Engineering*, 154, 696-702.
- Blanc, J., Hall, J. W., Roche, N., Dawson, R. J., Cesses, Y., Burton, A., & Kilsby, C. G. (June 01, 2012). Enhanced efficiency of pluvial flood risk estimation in urban areas using spatial-temporal rainfall simulations. *Journal of Flood Risk Management*, 5, 2, 143-152.
- Blazkova, S., & Beven, K. (June 01, 2004). Flood frequency estimation by continuous simulation of subcatchment rainfalls and discharges with the aim of improving dam safety assessment in a large basin in the Czech Republic. *Journal of Hydrology*, 292, 153-172.

- Bodoque, J. M., Díez-Herrero, A., Eguibar, M. A., Benito, G., Ruiz-Villanueva, V., & Ballesteros-Cánovas, J. A. (October 01, 2015). Challenges in paleoflood hydrology applied to risk analysis in mountainous watersheds – A review. *Journal of Hydrology*, 529, 22, 449-467.
- Bolgov, M. V., & Filimonova, M. K. (November 01, 2005). The Sources of Uncertainty in Forecasting Caspian Sea Level and Estimating the Inundation Risk of Coastal Areas. *Water Resources*, 32(6), 605-610.
- Bonati, S. (January 01, 2014). Resiliencescapes: Perception and Resilience to Reduce Vulnerability in the Island of Madeira. *Procedia Economics and Finance*, 18, 2, 513-520.
- Booy, C., & Lye, L. M. (October 01, 1989). A NEW LOOK AT FLOOD RISK DETERMINATION. *Journal of the American Water Resources Association*, 25, 5, 933-943.
- Bornschein, A., & Pohl, R. (February 03, 2017). Land use influence on flood routing and retention from the viewpoint of hydromechanics. *Journal of Flood Risk Management*, 2011.)
- Box, G. y Tiao, G (1973). *bayesian inference in statistical analysis*, addison-wesley, reading, ma.
- Bozzi, S., Passoni, G., Bernardara, P., Goutal, N., & Arnaud, A. (October 24, 2015). Roughness and Discharge Uncertainty in 1D Water Level Calculations. *Environmental Modeling and Assessment*, 20, 4, 343-353.
- Brandt, S. A. (August 01, 2016). Modeling and visualizing uncertainties of flood boundary delineation: algorithm for slope and DEM resolution dependencies of 1D hydraulic models. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 30, 6, 1677-1690..

- Brisley, Rachel, Wylde, Richard, Lamb, Rob, Cooper, Jonathan, Sayers, Paul, & Hall, Jim. (2016). Techniques for valuing adaptive capacity in flood risk management. (http://eprints.lancs.ac.uk/75356/1/ICE_ARTICLE_190614_Valuing_Adaptive_Capacity_JBA_Fina)
- Burke, N., Rau-Chaplin, A., & Varghese, B. (March 10, 2016). Computing probable maximum loss in catastrophe reinsurance portfolios on multi-core and many-core architectures. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 28, 3, 836-847.
- Campos, g., niels, h.,díaz, g. y al. (Mayo de 2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas. Banco mundial, pp. 3.
- Candela, A., & Aronica, G. T. (January 01, 2014). Probabilistic Characterization of Flood Hazard Using Bivariate Analysis Based on Copulas.
- Caporali, E., Pileggi, T., & Federici, G. (January 01, 2011). Integrazione della modellazione degli evento estremi con i dati storici e la percezione del rischio delle calamità naturali. *Italian Journal of Engineering Geology and Environment*, 2011, 15-28.
- Carter, J. (1988). digital representations of topographic surfaces. in: photogrammetric engineering and remote sensing.
- Caseri, A., Javelle, P., Ramos, M. H., & Leblois, E. (December 01, 2016). Generating precipitation ensembles for flood alert and risk management. *Journal of Flood Risk Management*, 9, 4, 402-415.
- Caseri, A., Ramos, M.-H., Javelle, P., Leblois, E., Lang, M., Klijn, F., & Samuels, P. (October 20, 2016). A space-time geostatistical approach for ensemble rainfall nowcasting. *E3s Web of Conferences*, 7, 5, 18001.

- Cazanacli, D. (January 01, 2002). Experimental steep, braided flow: Application to flooding risk on fans. *Journal of Hydraulic Engineering*, 128, 3, 322-330.
- Centro nacional de prevención de desastres CENAPRED. (2014). inundaciones. pp. 15 – 26.
- Chang, H., & Franczyk, J. (September 01, 2008). Climate Change, Land-Use Change, and Floods: Toward an Integrated Assessment. *Geography Compass*, 2(5), 1549-1579.
- Chappell, N. A., Jones, T. D., Tych, W., & Krishnaswamy, J. (January 01, 2017). Role of rainstorm intensity underestimated by data-derived flood models: Emerging global evidence from subsurface-dominated watersheds. *Environmental Modelling and Software*, 88, 1-9.
- Chen, A. S., Djordjevic, S., Savic, D. A., & Evans, B. (March 21, 2012). A coarse-grid approach to representing building blockage effects in 2D urban flood modelling. *Journal of Hydrology*, 1-16.
- Chen, A., Evans, B., Djordjević, S. y davić, S. (2012). a coarse-grid approach to representing building blockage effects in 2d urban flood modelling.
- Chen, H., Sun, J., y Chen, X. (June 01, 2014). Projection and uncertainty analysis of global precipitation related extremes using CMIP5 models. *International Journal of Climatology*, 34(8), 2730-2748.
- Chen, H., Wang, S., & 2013 Fourth International Conference on Digital Manufacturing & Automation (ICDMA). (June 01, 2013). Progress in Flood Risk Assessment at Regional Scale. 952-957.
- Chen, H., Wang, S., & 2013 Fourth International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications (ISDEA). (November 01, 2013). Research on Flood Risk Assessment Model at Regional Scale. 472-478.

- Chen, J., Zhong, P.-A., Xu, B., Zhao, Y.-F., & Zhong, P.-A. (July 10, 2015). Risk analysis for the downstream control section in the real-time flood control operation of a reservoir. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 29, 5, 1303-1315.
- Chen, L., van, W. C. J., Hussin, H., Ciurean, R. L., Turkington, T., Chavarro-Rincon, D., & Shrestha, D. P. (January 01, 2016). Integrating expert opinion with modelling for quantitative multi-hazard risk assessment in the Eastern Italian Alps. *Geomorphology Amsterdam*-, 273, 150-167.
- Chen, Y., Liu, R., Barrett, D., Gao, L., Zhou, M., Renzullo, L., y Emelyanova, I. (January 01, 2015). A spatial assessment framework for evaluating flood risk under extreme climates. *The Science of the Total Environment*, 538, 512-23.
- Cheng, Chun-tian, Chau, Kwok-wing, Li, Xiang-yang (september 24, 2007). Hydrologic Uncertainty for Bayesian Probabilistic Forecasting Model Based on BP ANN. *Proceedings - Third International Conference on Natural Computation, ICNC 2007*
- Cheng, L., & AghaKouchak, A. (January 01, 2014). Nonstationary precipitation Intensity-Duration-Frequency curves for infrastructure design in a changing climate. *Scientific Reports*, 4.
- Chongxun, M., Fanggui, L., Mei, Y., Rongyong, M., & Guikai, S. (June 01, 2008). Risk analysis for earth dam overtopping. *Water Science and Engineering*, 1, 2, 76-87
- Christian, J., Duenas-Osorio, L., Fang, Z., Bedient, P., & Teague, A. (September 15, 2013). Uncertainty in floodplain delineation: Expression of flood hazard and risk in a Gulf Coast watershed. *Hydrological Processes*, 27, 19, 2774-2784.
- Collet, Lila, Beevers, Lindsay, & Prudhomme, Christel. (2017). Assessing the impact of climate change and extreme value uncertainty to extreme flows across Great Britain. *MDPI*.

- Collier, C. G. (January 01, 2007). Flash flood forecasting: What are the limits of predictability?. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 133, 622, 3.
- Cook, Cj., Mulrow, Dd. y Haynes, Rb. (1997). Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions.
- Criss, R. E. y Luo, M. (March 15, 2017). Increasing risk and uncertainty of flooding in the Mississippi River basin. *Hydrological Processes*, 31, 6, 1283-1292.
- Cunderlik, J. M., & Simonovic, S. P. (January 01, 2007). Inverse flood risk modelling under changing climatic conditions. *Hydrological Processes*, 21(5), 563-577.
- Cunya, L. A. G., Lee, H. W., & Leon, A. S. (January 01, 2014). A Real Options-Based Framework to Evaluate Investments in River Flood Control under Uncertainty.
- D. J. Wagenaar, K. M. de Bruijn, L. M. Bouwer, & H. de Moel. (January 01, 2016). Uncertainty in flood damage estimates and its potential effect on investment decisions. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16, 1, 1-14.
- Daneshkhah, A., Remesan, R., Chatrabgoun, O., & Holman, I. P. (September 01, 2016). Probabilistic modeling of flood characterizations with parametric and minimum information pair-copula model. *Journal of Hydrology*, 540, 469-487.
- Danilov-Danilyan, V. I., Gelfan, A. N., Motovilov, Y. G., & Kalugin, A. S. (January 01, 2014). Disastrous flood of 2013 in the Amur basin: Genesis, recurrence assessment, simulation results. *Water Resources*, 41, 2, 115-125.
- Das, S., Sadiq, R., & Tesfamariam, S. (March 20, 2011). An aggregative fuzzy risk analysis for flood incident management. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 2, 1, 31-40.

- Dastagir, M. R. (March 01, 2015). Modeling recent climate change induced extreme events in Bangladesh: A review. *Weather and Climate Extremes*, 7, 49-60.
- Dawson, R. J., Ball, T., Werritty, J., Werritty, A., Hall, J. W., y Roche, N. (May 01, 2011). Assessing the effectiveness of non-structural flood management measures in the Thames Estuary under conditions of socio-economic and environmental change. *Global Environmental Change*, 21(2), 628-646.
- De Moel, H., Jongman, B., Kreibich, H., Merz, B., Penning-Rowsell, Edmund C., y Ward, P. J. (2015). Flood risk assessments at different spatial scales. Springer.
- De, M. H., Bouwer, L. M., & Aerts, J. C. J. H. (March 01, 2014). Uncertainty and sensitivity of flood risk calculations for a dike ring in the south of the Netherlands. *Science of the Total Environment*, 224-234.
- de, M. H., Jongman, B., Kreibich, H., Merz, B., Penning-Rowsell, E., & Ward, P. J. (August 01, 2015). Flood risk assessments at different spatial scales. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change : an International Journal Devoted to Scientific, Engineering, Socio-Economic and Policy Responses to Environmental Change*, 20, 6, 865-890.
- Delenne, C., Cappelaere, Bernard, & Guinot, V. (2012). Uncertainty analysis of river flooding and dam failure risks using local sensitivity computations.
- Demeritt, D., Cloke, H., Pappenberger, F., Thielen, J., Bartholmes, J., & Ramos, M.-H. (January 01, 2007). Ensemble predictions and perceptions of risk, uncertainty, and error in flood forecasting. *Environmental Hazards*.
- Di, B. G., Laio, F., & Montanari, A. (January 01, 2012). Effect of observation errors on the uncertainty of design floods. *Physics and Chemistry of the Earth Parts a B C*, 85-90.

- Difrancesco, K. N., y Tullos, D. D. (July 03, 2015). Assessment of flood management systems' flexibility with application to the Sacramento River basin, California, USA. *International Journal of River Basin Management*, 13, (3), 271-284.
- Diomede, T., Davolio, S., Marsigli, C., et al. (October 01, 2008). Discharge prediction based on multi-model precipitation forecasts. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 101, 245-265.
- Dobson Mike, Smith Paul, Evans Helen, y Chatterton John. (January 01, 2016). The Holistic Integrity Test (HIT) - quantified resilience analysis. *E3s Web of Conferences*, 7, 8012.
- Dogulu, N., Lopez, P. L., Solomatine, D. P., Weerts, A. H., & Shrestha, D. L. (January 01, 2015). Estimation of predictive hydrologic uncertainty using the quantile regression and UNEEC methods and their comparison on contrasting catchments. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19, 7.)
- Dong, Q., & Lu, F. (November 04, 2015). Performance Assessment of Hydrological Models Considering Acceptable Forecast Error Threshold. *Water*, 7, 11, 6173-6189.
- Dottori, F., Di, B. G., & Todini, E. (September 01, 2013). Detailed data is welcome, but with a pinch of salt: Accuracy, precision, and uncertainty in flood inundation modeling. *Water Resources Research*, 49, 9, 6079-6085.
- Dottori, F., Salamon, P., Bianchi, A., Alfieri, L., Hirpa, F. A., & Feyen, L. (January 01, 2016). Development and evaluation of a framework for global flood hazard mapping. *Advances in Water Resources*, 94, 87-102.
- Downton, M. W., Morss, R. E., Wilhelmi, O. V., Grunfest, E. C., & Higgins, M. L. (January 01, 2006). Interactions between scientific uncertainty and flood management decisions: Two case studies in Colorado. *Environmental Hazards*.

- Doycheva, K., Horn, G., Koch, C., Schumann, A., & König, M. (August 01, 2017). Assessment and weighting of meteorological ensemble forecast members based on supervised machine learning with application to runoff simulations and flood warning. *Advanced Engineering Informatics*, 33, 427-439
- Du, X., Lin, X., & 2012 8th International Symposium on Safety Science and Technology, ISSST 2012. (December 01, 2012). Conceptual model on regional natural disaster risk assessment. *Procedia Engineering*, 45, 96-100.
- Duan, H.-F., Li, F., & Tao, T. (May 08, 2016). Multi-objective Optimal Design of Detention Tanks in the Urban Stormwater Drainage System: Uncertainty and Sensitivity Analysis. *Water Resources Management*, 30, 7, 2213-2226.
- Duong, V. N., & Gourbesville, P. (January 01, 2016). Model Uncertainty in Flood Modelling. Case Study at Vu Gia Thu Bon Catchment - Vietnam. *Procedia Engineering*, 154, 450-458.
- Duong, V. N., y Gourbesville, P. (January 01, 2016). Model Uncertainty in Flood Modelling. Case Study at Vu Gia Thu Bon Catchment - Vietnam. *Procedia Engineering*, 154, 450-458.
- Dyrddal, A. V., Lenkoski, A., Thorarinsdottir, T. L., & Stordal, F. (March 01, 2015). Bayesian hierarchical modeling of extreme hourly precipitation in Norway. *Environmetrics*, 26, 2, 89-106.
- Esteves, L.S. (n.d.). Consequences to flood management of using different probability distributions to estimate extreme rainfall.

- Fatichi, S., Rimkus, S., Burlando, P., Bordoy, R., & Molnar, P. (June 01, 2015). High-resolution distributed analysis of climate and anthropogenic changes on the hydrology of an Alpine catchment. *Journal of Hydrology*, 525, 362-382.
- Fattoruso, G., Guarnieri, G., Lanza, B., Buonanno, A., De, V. S., Di, F. G., Agresta, A., ... 29th European Conference on Solid-State Transducers, EUROSENSORS 2015; Freiburg; Germany; 6 September 2015 through 9 September 2015. (January 01, 2015). Optimal sensors placement for flood forecasting modelling. *Procedia Engineering*, 119, 1, 927-936.
- Faulkner, H., Parker, D., Green, C., & Beven, K. (December 01, 2007). Developing a Translational Discourse to Communicate Uncertainty in Flood Risk between Science and the Practitioner. *Ambio: a Journal of the Human Environment*, 36(8), 692-704.
- Fedorov, M., Badenko, V., Maslikov, V., & Chusov, A. (January 01, 2016). Site Selection for Flood Detention Basins with Minimum Environmental Impact. *Procedia Engineering*, 165, 1629-1636.
- Fedorov, M., Badenko, V., Maslikov, V., y Chusov, A. (January 01, 2016). Site Selection for Flood Detention Basins with Minimu Environmental Impact. *Procedia Engineering*, 165, 1629-1636.
- Feyen, L., Dankers, R., Bódis, K., Salamon, P., y Barredo, J. I. (May 01, 2012). Fluvial flood risk in Europe in present and future climates. *Climatic Change : an Interdisciplinary, International Journal Devoted to the Description, Causes and Implications of Climatic Change*, 112(1), 47-62.
- Fleury, P., Maréchal, J. C., & Ladouche, B. (September 01, 2013). Karst flash-flood forecasting in the city of Nîmes (southern France). *Engineering Geology*, 164, 26-35.

- Florian, A., Keith, J., Beven, A. y al. (2008). multi-method global sensitivity analysis of flood inundation models.
- Flowerdew, Jonathan, Horsburgh, Kevin, & Mylne, Ken. (2009). Ensemble forecasting of storm surges. Taylor and Francis.
- Foody, G. M., Ghoneim, E. M., & Arnell, N. W. (June 01, 2004). Predicting locations sensitive to flash flooding in an arid environment. *Journal of Hydrology*, 292, 48-58.
- Forestieri, A., Caracciolo, D., Arnone, E., Noto, L. V., & 12th International Conference on Hydroinformatics - Smart Water for the Future, HIC 2016. (January 01, 2016). Derivation of Rainfall Thresholds for Flash Flood Warning in a Sicilian Basin Using a Hydrological Model. *Procedia Engineering*, 154, 818-825.
- Fortunato, A., Oliveri, E., & Mazzola, M. R. (January 01, 2014). Selection of the Optimal Design Rainfall Return Period of Urban Drainage Systems. *Procedia Engineering*, 89, 742-749.
- Franks, S. W., White, C. J., Gensen, M., & Extreme Hydrological Events, JH01 IUGG 2015. (January 01, 2015). Estimating extreme flood events - Assumptions, uncertainty and error. *Iahs-aihs Proceedings and Reports*, 369, 31-36.
- French, R. H., & Miller, J. J. (2012). Flood hazard identification and mitigation in semi- and arid environments. Singapore: World Scientific.
- Frick, J., & Hegg, C. (January 01, 2011). Can end-users' flood management decision making be improved by information about forecast uncertainty?. *Atmospheric Research*, 100, 296-303.
- Fu, G., & Kapelan, Z. (July 01, 2013). Flood analysis of urban drainage systems: Probabilistic dependence structure of rainfall characteristics and fuzzy model parameters. *Journal of Hydroinformatics*, 15, 3, 687.

- Fu, X., Hu, T., Tao, T., & Wang, H. (August 15, 2013). Risk assessment of lake flooding considering propagation of uncertainty from rainfall. *Journal of Hydrologic Engineering*, 18, 8, 1041-1047.
- Fujihara, Y., Simonovic, S. P., Topaloglu, F., et al. (January 01, 2008). An inverse modelling approach to assess the impacts of climate change in the Seyhan River basin, Turkey. *Hydrological Sciences Journal = Journal Des Sciences Hydrologiques*, 53(6), 1121-1136.
- Fundación española para la ciencia y la tecnología la (2004). *Meteorología y Climatología Semana de la Ciencia y la Tecnología 2004*.
- Gama, M. C., Popescu, I., Shengyang, L., & Mynett, A. (January 01, 2014). Modeling the Inference between Upstream Inflow Hydrographs and Downstream Flooded Areas in a Reservoir Driven System. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 108, 2, 207-218
- García-Pintado, J., Mason, D. C., Dance, S. L., Cloke, H. L., Neal, J. C., Freer, J., & Bates, P. D. (April 01, 2015). Satellite-supported flood forecasting in river networks: A real case study. *Journal of Hydrology*, 523, 706-724.
- García-Pintado, J., Neal, J. C., Mason, D. C., Dance, S. L., & Bates, P. D. (July 12, 2013). Scheduling satellite-based SAR acquisition for sequential assimilation of water level observations into flood modelling. *Journal of Hydrology*, 495, 252-266.
- Gardner, M. A., Smemoe, C. M., Nelson, E. J., & Wallace, R. M. (January 01, 2005). *Efficient Generation of Annual Exceedance Probability Maps*.
- Garza, R. (2007). análisis de los métodos complejos cualitativos para evaluación del riesgo de incendio. aproximación a una metodología integral. Trabajo de grado. facultad de ingeniería, universidad internacional, s. c. monterrey

- Genovese, E., y Green, C. (April 21, 2015). Assessment of storm surge damage to coastal settlements in Southeast Florida. *Journal of Risk Research*, 18(4), 407-427.
- Georgakakos, K. P. (January 01, 2006). Analytical results for operational flash flood guidance. *Journal of Hydrology*, 317, 1, 81-103.
- Gerrard, R., & Tsanakas, A. (May 01, 2011). Failure Probability Under Parameter Uncertainty. *Risk Analysis*, 31, 5, 727-744.
- Gersonius, B., Ashley, R., Pathirana, A., & Zevenbergen, C. (January 01, 2012). Adaptation of flood risk infrastructure to climate resilience. *Proceedings- Institution of Civil Engineers Civil Engineering*, 165, 6, 40-45.
- Gersonius, B., Ashley, R., Pathirana, A., y Zevenbergen, C. (January 01, 2013). Climate change uncertainty: building flexibility into water and flood risk infrastructure. *Climatic Change : an Interdisciplinary, International Journal Devoted to the Description, Causes and Implications of Climatic Change*, 116(2), 411-423.
- Ghbn, N. (2016). Dynamic Modeling for Municipal Climate Change Adaptive Measures and Integrated Watershed Management. *World Environmental And Water Resources Congress*.
- Gibbs, Mark T. (2015). *Pitfalls in developing coastal climate adaptation responses*. Elsevier BV.
- Glenk, K., y Fischer, A. (January 01, 2010). Insurance, prevention or just wait and see? Public preferences for water management strategies in the context of climate change. *Ecological Economics*, 69(11), 2279-2291.
- Gobiet, A., Kotlarski, S., Beniston, M., Heinrich, G., Rajczak, J., & Stoffel, M. (September 15, 2014). 21st century climate change in the European Alps—A review. *Science of the Total Environment*, 493, 1138-1151.

- Golding, B. W. (March 01, 2009). Uncertainty propagation in a London flood simulation. *Journal of Flood Risk Management*, 2, 1, 2-15.
- Gouldby, B. P., Sayers, P. B., Panzeri, M. C., & Lanyon, J. E. (July 01, 2010). Development and application of efficient methods for the forward propagation of epistemic uncertainty and sensitivity analysis within complex broad-scale flood risk system models. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 37, 7, 955-967.
- Grames, J., Grames, J., Prskawetz, A., Prskawetz, A., Grass, D., Viglione, A., y Bloschl, G. (September 01, 2016). Modeling the interaction between flooding events and economic growth. *Ecological Economics*, 129, 193-209.
- Green, C. H., Tunstall, S. M., & Fordham, M. H. (January 01, 1991). The risks from flooding: which risks and whose perception?. *Disasters*, 15, 3, 227-36.
- Grünthal, G., Thieken, A., Schwarz, J., Radtke, K., Smolka, A., & Merz, B. (January 01, 2006). Comparative Risk Assessments for the City of Cologne - Storms, Floods, Earthquakes. *Natural Hazards*, 38, 1-2.
- Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático,(2001)cambio climático 2001: informe de síntesis anexo b glosario.
- Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. (2007). Cambio climático 2007 informe síntesis. Suiza.
- Gu, J. J., Guo, P., & Huang, G. H. (July 01, 2013). Inexact stochastic dynamic programming method and application to water resources management in Shandong China under uncertainty. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 27, 5, 1207-1219.

- Guganesharajah, K., Lyons, D. J., & Parsons, S. B. (October 01, 2006). Influence of Uncertainties in the Estimation Procedure of Floodwater Level. *Journal of Hydraulic Engineering*, 132, 10, 1052-1060.
- Guidolin, M., Chen, A. S., Ghimire, B., Keedwell, E. C., Djordjević, S., & Savić, D. A. (January 01, 2016). A weighted cellular automata 2D inundation model for rapid flood analysis. *Environmental Modelling & Software*, 84, 378-394.
- Guo, W.-L., Hong-Bo, S., Jing-Jin, M., Ying-Juan, Z., Ji, W., Wen-Jun, S., & Zi-Yin, Z. (June 01, 2013). Basic Features of Climate Change in North China during 1961-2010. *Advances in Climate Change Research*, 4, 2, 73-83.
- H. te Linde, P. Bubeck, J. E. C. Dekkers, H. de Moel, y J. C. J. H. Aerts. (2011). Future flood risk estimates along the river Rhine. Copernicus GmbH.
- Habert, J., Ricci, S., Le, P. E., Thual, O., Piacentini, A., Goutal, N., Jonville, G., ... Rochoux, M. (January 01, 2016). Reduction of the uncertainties in the water level-discharge relation of a 1D hydraulic model in the context of operational flood forecasting. *Journal of Hydrology*, 532, 52-64.
- Hailegeorgis, T. T., & Alfredsen, K. (February 01, 2017). Regional flood frequency analysis and prediction in ungauged basins including estimation of major uncertainties for mid-Norway. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 9, 1, 104-126.
- Hall, J., & Solomatine, D. P. (January 01, 2008). A framework for uncertainty analysis in flood risk management decisions. *Journal of River Basin Management* ; 6(2), 85-98
- Hall, Jim, Harvey, Hamis, Tarrant, Owen (March 01, 2014) Uncertainty and Sensitivity Analysis of Current and Future Flood Risk in the Thames Estuary

- Hall, Jim, Harvey, Hamish, Tarrant, Owen (march 01, 2014). Uncertainty and Sensitivity Analysis of Current and Future Flood Risk in the Thames Estuary
- Hall, Jim. (march 01, 2014) Flood Risk Management: Decision Making Under Uncertainty
- Halmstad, A., Najafi, M. R., & Moradkhani, H. (January 01, 2013). Analysis of precipitation extremes with the assessment of regional climate models over the Willamette River Basin, USA. *Hydrological Processes*, 27, 18, 2579-2590.
- Harvey, H., Hall, J. y Peppé, R. (2012). Computational decision analysis for flood risk management in an uncertain future.
- Harvey, H., Hall, J., & Manning, L. (January 01, 2014). Computing flood risk in areas protected by flood defences. *Proceedings- Institution of Civil Engineers Water Management*, 167, 1, 38-50.
- Harvey, H., Peppe, R., & Hall, J. (December 01, 2008). Reframe: A software system supporting flood risk analysis. *International Journal of River Basin Management*, 6, 2, 163-174.
- Hasanzadeh, N. R., Ngo, T., & Lehman, W. (August 01, 2016). Development and evaluation of FLFAcs - A new Flood Loss Function for Australian commercial structures. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 17, 13-23.
- Hoeppe, P. (January 01, 2016). Trends in weather related disasters - Consequences for insurers and society. *Weather and Climate Extremes*, 11, 70-79.
- Holmes, R. R., Schwein, N. O., & Shadie, C. E. (July 01, 2012). Flood Risk Awareness during the 2011 Floods in the Central United States: Showcasing the Importance of Hydrologic Data and Interagency Collaboration. *Leadership and Management in Engineering*, 12, 3, 101-110.

- Hooke, J. M. (December 15, 2015). Variations in flood magnitude-effect relations and the implications for flood risk assessment and river management. *Geomorphology*, 251, 91-107.
- Horritt, M. y Bates, P. (2001). Predicting floodplain inundation: raster-based modelling versus the finite element approach. *Hydrological*.
- Hossain, F., & Anagnostou, E. N. (March 01, 2005). Assessment of a Probabilistic Scheme for Flood Prediction. *Journal of Hydrologic Engineering*, 10, 2, 141-150.
- http://www7.uc.cl/sw_educ/hidrologia/capitulo_7/modulo7/cap2.pdf
- Hu, H., Liang, X., You, F., & Sun, J. (September 24, 2015). An analysis of meteorological services under extreme weather conditions based on a Bayesian decision-support model: a case study of the thunderstorms in Beijing on July 21, 2012. *Natural Hazards*, 78, 2, 1225-1241.
- Huang, S., Krysanova, V., & Hattermann, F. (March 01, 2015). Projections of climate change impacts on floods and droughts in Germany using an ensemble of climate change scenarios. *Regional Environmental Change*, 15, 3, 461-473.
- Huang, Y. (January 01, 2009). Rapid flood risk assessment using GIS technology. *International Journal of River Basin Management*, 7, 1, 3-14.
- Hunter, J. R., Church, J. A., White, N. J., & Zhang, X. (October 01, 2013). Towards a global regionally varying allowance for sea-level rise. *Ocean Engineering*, 71, 17-27.
- Hurlbert, M., & Gupta, J. (January 01, 2016). Adaptive governance, uncertainty, and risk: policy framing and responses to climate change, drought, and flood. *Risk Analysis*, 36, 2, 339-356.

- Hutter, G., & Schanze, J. (June 01, 2008). Learning how to deal with uncertainty of flood risk in long-term planning. *International Journal of River Basin Management*, 6(2), 175-184.
- Iacobellis, V., Castorani, A., Di, S. A. R., & Gioia, A. (January 01, 2015). Rationale for flood prediction in karst endorheic areas. *Journal of Arid Environments*, 112, 98-108.
- Ian Smith, y Clive McAlpine. (January 01, 2014). Estimating future changes in flood risk: Case study of the Brisbane River, Australia. *Climate Risk Management*, 6, 6-17.
- In Beven, K. J., & In Hall, J. (2014). *Applied Uncertainty Analysis for Flood Risk Management*.
- J. S. Verkade, & M. G. F. Werner. (2011). Estimating the benefits of single value and probability forecasting for flood warning. Copernicus GmbH.
- Jakob, M., & Weatherly, H. (February 01, 2008). Integrating uncertainty: Canyon Creek hyperconcentrated flows of November 1989 and 1990. *Landslides : Journal of the International Consortium on Landslides*, 5(1), 83-95.
- James, L. D. (January 01, 2001). *Scientific Research on Extreme Flood Events*.
- Jang, S., Roesner, L. A., & Park, D. (January 01, 2006). *Development of Urban Storm Sewer Optimal Layout Design Model Considering Risk*.
- Jarrett, R. D. (January 01, 2000). *Paleoflood Investigations for Cherry Creek Basin, Eastern Colorado*.
- Jelena, B. y Philippe, G. (2016). *Resilience in flood risk management – a new communication tool, procedia engineering*.
- Jern, M. (January 01, 2005). *Web-Based 3D Visual User Interface to a Flood Forecasting System*.

- Jeuken, A., Haasnoot, M., Reeder, T., y Ward, P. (December 04, 2014). Lessons learnt from adaptation planning in four deltas and coastal cities. *Journal of Water and Climate Change*.
- Jiang, W., Deng, L., Chen, L., Wu, J., & Li, J. (January 01, 2009). Risk assessment and validation of flood disaster based on fuzzy mathematics. *Progress in Natural Science*, 19, 10, 1419-1425.
- Jiqing, L., Yushan, Z., Changming, J., Yanke, Z., & 2009 WRI Global Congress on Intelligent Systems (GCIS). (May 01, 2009). Basic Analysis of Integrated Flood Risk Based on Set Pair Analysis Theory. 4, 254-258.
- Jobstl, C., Ortner, S., Knoblauch, H., & Zenz, G. (August 01, 2011). Hochwasserereignisse in kleinen, urbanen Einzugsgebieten - Vorhersage und Vorwarnung am Beispiel Graz. *Osterreichische Wasser Und Abfallwirtschaft*, 63(7), 146-152.
- Jongejan, R. B., & Maaskant, B. (January 01, 2015). Quantifying flood risks in the Netherlands. *Risk Analysis: an Official Publication of the Society for Risk Analysis*, 35, 2, 252-64.
- Jung, Y., & Merwade, V. (February 15, 2015). Estimation of uncertainty propagation in flood inundation mapping using a 1-D hydraulic model. *Hydrological Processes*, 29, 4, 624-640.
- Jung, Y., Merwade, V., Yeo, K., Shin, Y., & Lee, S. (December 07, 2013). An Approach Using a 1D Hydraulic Model, Landsat Imaging and Generalized Likelihood Uncertainty Estimation for an Approximation of Flood Discharge. *Water*, 5, 4, 1598-1621.

- Kalyuzhnaya, A. V., & Boukhanovsky, A. V. (January 01, 2015). Computational Uncertainty Management for Coastal Flood Prevention System. *Procedia Computer Science*, 51, 7, 2317-2326.
- Kandilioti, G., & Makropoulos, C. (January 01, 2012). Preliminary flood risk assessment: the case of Athens. *Natural Hazards*, 61, 2, 441-468.
- Kar, A. K., Lohani, A. K., Goel, N. K., & Roy, G. P. (September 01, 2015). Rain gauge network design for flood forecasting using multi-criteria decision analysis and clustering techniques in lower Mahanadi river basin, India. *Journal of Hydrology: Regional Studies: Part B*, 4, 313-332.
- Karamouz, M., Noori, N., & Moridi, A. (January 01, 2008). Impacts of River Morphology Changes on Floodplain Zoning: A Case Study.
- Kauffeldt, A., Wetterhall, F., Pappenberger, F., Salamon, P., & Thielen, J. (January 01, 2016). Technical review of large-scale hydrological models for implementation in operational flood forecasting schemes on continental level. *Environmental Modelling and Software*, 75, 68-76.
- Kay, A. L., Crooks, S. M., Pall, P., & Stone, D. A. (August 18, 2011). Attribution of Autumn/Winter 2000 flood risk in England to anthropogenic climate change: A catchment-based study. *Journal of Hydrology*, 406, 97-112.
- Ke, Q., Haasnoot, M., Hoogvliet, M., Lang, M., Klijn, F., y Samuels, P. (October 20, 2016). Exploring adaptation pathways in terms of flood risk management at a city scale – a case study for Shanghai city. *E3s Web of Conferences*, 7(2), 21002.
- Keith, B. y Andrew, B. (1992), the future of distributed models: model calibration and uncertainty prediction.

- Khan, D. M., Islam, F., Pervin, I., Veerbeek, W., Chen, A. S., Hammond, M. J., Djordjevic, S., ... Butler, D. (January 01, 2015). Back to the future: Assessing the damage of 2004 Dhaka flood in the 2050 urban environment. *Journal of Flood Risk Management*.
- Kiczko, A., Romanowicz, R. J., Osuch, M., & Karamuz, E. (December 23, 2013). Maximising the usefulness of flood risk assessment for the river Vistula in Warsaw. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13, 12, 3443-3455.
- King, D. (January 01, 2010). Issues in identifying climate change adaptation within community hazard mitigation. *International Journal of Emergency Management*.
- Kirilyuk, V. S. (March 01, 2008). Polyhedral coherent risk measures and investment portfolio optimization. *Cybernetics and Systems Analysis*, 44(2), 250-260.
- Kitoh, A., Kusunoki, S., y Nakaegawa, T. (March 29, 2011). Climate change projections over South America in the late 21st century with the 20 and 60 km mesh Meteorological Research Institute atmospheric general circulation model (MRI-AGCM). *Journal of Geophysical Research D: Atmospheres*, 116, 6.
- Kjeldsen, T. R. (September 01, 2015). How reliable are design flood estimates in the UK?. *Journal of Flood Risk Management*, 8, 3, 237-246.
- Kleinosky, L., Yarnal, B., & Fisher, A. (January 01, 2007). Vulnerability of Hampton Roads, Virginia to Storm-Surge Flooding and Sea-Level Rise. *Natural Hazards*, 40, 1, 43-70.
- Klijn, F., Asselman, N. E. M., de, K. A., et al. (October 20, 2016). Implementing new flood protection standards: obstacles to adaptive management and how to overcome these. *E3s Web of Conferences*, 7, 21003.
- Klijn, F., Mens, M. J., & Asselman, N. E. (January 01, 2015). Flood risk management for an uncertain future: economic efficiency and system robustness perspectives compared for

- the Meuse River (Netherlands). *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20, 6, 1011-1026.
- Klijn, Frans, Kreibich, Hiedi, De Moel, Hans, y Penning-Rowsell, Edmund C. (2015). *Adaptive flood risk management planning based on a comprehensive flood risk conceptualisation*. Springer.
- Koivumäki, L., Alho, P., Lotsari, E., Käyhkö, J., Saari, A., & Hyypä, H. (March 19, 2010). Uncertainties in flood risk mapping: a case study on estimating building damages for a river flood in Finland. *Journal of Flood Risk Management*, 3, 2, 166-183.
- Koks, E. E., Bočkarjova, M., de, M. H., & Aerts, J. C. (January 01, 2015). *Integrated Direct and Indirect Flood Risk Modeling: Development and Sensitivity Analysis*. *Risk Analysis : an Official Publication of the Society for Risk Analysis*, 35, 5, 882-900.
- Kolen, B., & Helsloot, I. (July 01, 2014). Decision-making and evacuation planning for flood risk management in the Netherlands. *Disasters*, 38, 3, 610-635.
- Kollat, J. B., Kasprzyk, J. R., Miller, A. C., Thomas, J. W. O., & Divoky, D. (January 01, 2012). Estimating the impacts of climate change and population growth on flood discharges in the United States. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 138, 5, 442-452.
- Kosukhin, S. S., Kalyuzhnaya, A. V., & Nasonov, D. (January 01, 2014). Problem Solving Environment for Development and Maintenance of St. Petersburg's Flood Warning System. *Procedia Computer Science*, 29, 1667-1676.
- Kreibich, H., Botto, A., Merz, B., & Schröter, K. (January 01, 2017). Probabilistic, Multivariable Flood Loss Modeling on the Mesoscale with BT-FLEMO. *Risk Analysis : an Official Publication of the Society for Risk Analysis*, 37, 4, 774-787.

- Kuklicke, C., & Demeritt, D. (March 01, 2016). Adaptive and risk-based approaches to climate change and the management of uncertainty and institutional risk: The case of future flooding in England. *Global Environmental Change*, 37, 56-68.
- Kumar, S. V., Harrison, K. W., Peters-Lidard, C. D., Santanello, J. A., & Kirschbaum, D. (December 01, 2014). Assessing the Impact of L-Band Observations on Drought and Flood Risk Estimation: A Decision-Theoretic Approach in an OSSE Environment. *Journal of Hydrometeorology*, 15, 6, 2140-2156.
- Kundzewicz, Z. (January 01, 2013). Adapting flood preparedness tools to changing flood risk conditions: The situation in Poland. *Oceanologia : Quarterly Journal of Basic Research in Marine Sciences with Emphasis on Northern European Seas*, 385-407.
- Kundzewicz, Z. W. (June 11, 2015). Climate change track in river floods in Europe. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 369, 189-194.
- Kundzewicz, Z. W., & Schellnhuber, H. J. (January 01, 2004). Floods in the IPCC TAR perspective. *Natural Hazards*.
- Kundzewicz, Z. W., Hirabayashi, Y., & Kanae, S. (January 01, 2010). River Floods in the Changing Climate Observations and Projections. *Water Resources Management*, 24(11), 2633-2646.
- Kundzewicz, Z. W., Kundzewicz, Z. W., Kanae, S., Seneviratne, S. I., Handmer, J., Nicholls, N., Peduzzi, P., ... Sherstyukov, B. (January 01, 2014). Le risque d'inondation et les perspectives de changement climatique mondial et régional. *Hydrological Sciences Journal*, 59, 1, 1-28.
- Kundzewicz, Z.W., Luger, N., Dankers, R., et al. (2010). Assessing river flood risk and adaptation in Europe -- Review of projections for the future. Springer.

- Kuo, J.-T., Yen, B.-C., Hsu, Y.-C., & Lin, H.-F. (January 01, 2007). Risk Analysis for Dam Overtopping Feitsui Reservoir as a Case Study. *Journal of Hydraulic Engineering New York-*, 133(8), 955-963.
- Kwag, S., Gupta, A., & 2016 24th International Conference on Nuclear Engineering, ICONE 2016. (January 01, 2016). Bayesian network technique in probabilistic risk assessment for multiple hazards. *International Conference on Nuclear Engineering, Proceedings, Icone*, 4.
- Kwon, H.-H., Brown, C., Xu, K., & Lall, U. (January 01, 2009). Seasonal and annual maximum streamflow forecasting using climate information: application to the Three Gorges Dam in the Yangtze River basin, China. *Hydrological Sciences Journal*, 54, 3, 582-595.
- KyselÃur, J., & BeranovÃa, R. (January 01, 2009). Climate-change effects on extreme precipitation in central Europe: uncertainties of scenarios based on regional climate models. *Theoretical and Applied Climatology*, 95, 3-4.
- Kyselý, J., Gaál, L., Pícek, J., y Schindler, M. (September 01, 2013). Return periods of the August 2010 heavy precipitation in northern Bohemia (Czech Republic) in the present climate and under climate change. *Journal of Water and Climate Change*, 4(3), 265.
- l. s.,(2004).modelos estadísticos en:http://www.hypergeo.eu/img/_article_pdf/article_169.pdf
- L. T. K. Ho., M. Umitsu. y Yamaguchi, Y. (2010). Flood hazard mapping by satellite images and SRTM DEM in the Vu Gia-Thu Bon alluvial plain, Central Vietnam, in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*.
- Lai, C., Chen, X., Chen, X., Wang, Z., Wu, X., & Zhao, S. (June 01, 2015). A fuzzy comprehensive evaluation model for flood risk based on the combination weight of game

- theory. *Natural Hazards : Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 77, 2, 1243-1259.
- Lamond, Jessica, & Penning-Rowsell, Edmund C. (2014). The robustness of flood insurance regimes given changing risk resulting from climate change. Elsevier.
- Lane, S. N., Landström, C., y Whatmore, S. J. (May 13, 2011). Imagining flood futures: risk assessment and management in practice. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369, 1784-1806.
- Lange, H., & Garrelts, H. (January 01, 2007). Risk Management at the Science-Policy Interface: Two Contrasting Cases in the Field of Flood Protection in Germany. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 9, 3-4.
- Lavery, S., & Donovan, B. (June 15, 2005). Flood Risk Management in the Thames Estuary Looking Ahead 100 Years. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 363, 1455-1474.
- Le, C. G., Rohmer, J., Cazenave, A., Idier, D., van, . W. R., de, W. R., Pedreros, R., ... Oliveros, C. (November 01, 2015). Evaluating uncertainties of future marine flooding occurrence as sea-level rises. *Environmental Modelling and Software*, 73, 44-56.
- Leandro, J., Schumann, A. y Pfister, A (2016). a step towards considering the spatial heterogeneity of urban key features in urban hydrology flood modelling.
- Lee, K. H., Kim, B. S., Kim, H. S., Jeong, D. I., & Kim, W. (January 01, 2008). Estimation of Flash Flood Guidance Considering Uncertainties of Rainfall-Runoff Models.
- Lee, M.-H., & Bae, D.-H. (January 01, 2016). Uncertainty Assessment of Future High and Low Flow Projections According to Climate Downscaling and Hydrological Models. *Procedia Engineering*, 154, 617-623.

- Lee, P. (1989). *bayesian statistics: an introduction*, edward arnold, london. newson, m. d. 1980.
- Leedal, D., Neal, J., Beven, K., Young, P., y Bates, P. (June 01, 2010). Visualization approaches for communicating real-time flood forecasting level and inundation information. *Journal of Flood Risk Management*, 3(2), 140-150.
- Lehman, W. (January 01, 2011). *Consequence Estimation for Complex Systems*.
- Leith, N. A., & Chandler, R. E. (March 01, 2010). A Framework for Interpreting Climate Model Outputs. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (applied Statistics)*, 59(2), 279-296.
- Leith, N. A., & Chandler, R. E. (March 01, 2010). A Framework for Interpreting Climate Model Outputs. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (applied Statistics)*, 59, 2, 279-296.
- Levy, J. K. (January 01, 2005). Multiple criteria decision making and decision support systems for flood risk management. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 19, 6, 438-447.
- Levy, J. K., & Hall, J. (December 13, 2005). Advances in flood risk management under uncertainty. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 19(6), 375-377
- Lewis, M., Horsburgh, K., Bates, P., & Smith, R. (September 01, 2011). Quantifying the Uncertainty in Future Coastal Flood Risk Estimates for the U.K. *Journal of Coastal Research*, 27, 5, 870-881.
- Lewis, Matt, Horsburgh, Kevin, & Bates, Paul. (2014). Bay of Bengal cyclone extreme water level estimate uncertainty.

- Lhomme, S., Serre, D., Diab, Y., y Laganier, Richard. (n.d.). A methodology to produce interdependent networks disturbance scenarios. (International Conference on Vulnerability and Risk Analysis and Management.)
- Li, L., Wang, J., Leung, H., & Jiang, C. (July 01, 2010). Assessment of Catastrophic Risk Using Bayesian Network Constructed from Domain Knowledge and Spatial Data. *Risk Analysis*, 30, 7, 1157-1175.
- Li, Y. P., Huang, G. H., Zhang, N., Mo, D. W., & Nie, S. L. (January 01, 2010). ISIP: capacity planning for flood management systems under uncertainty. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 27(1), 33-52.
- Li, Y., & Reeve, D. (January 01, 2009). A stochastic method for predicting average beach shape. *Proceedings- Institution of Civil Engineers Maritime Engineering*, 162(3), 97-104.
- Lihua, F. y Gaoyuan, L. (2008). Practical study on the fuzzy risk of flood disasters. China. department of geography, zhejiang normal university.
- Lim, ., Brandt, ., & Seipel, . (February 01, 2016). Visualisation and evaluation of flood uncertainties based on ensemble modelling. *International Journal of Geographical Information Science*, 30, 2, 240-262.
- Limbourg, P., & de, R. E. (January 01, 2010). Uncertainty analysis using evidence theory - confronting level-1 and level-2 approaches with data availability and computational constraints. *Reliability Engineering and System Safety*, 95, 5, 550-564.
- Limbourg, P., de, R. E., & Andrianov, G. (September 01, 2010). Accelerated uncertainty propagation in two-level probabilistic studies under monotony. *Reliability Engineering and System Safety*, 95, 9, 998-1010.

- Linde, A. H. ., Bubeck, P., Dekkers, J. E. C., Moel, . H., & Aerts, J. C. J. H. (January 01, 2011). Future flood risk estimates along the river Rhine. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11, 2.)
- Lindenschmidt, K.-E., Huang, S., & Baborowski, M. (July 01, 2008). A quasi-2D flood modeling approach to simulate substance transport in polder systems for environment flood risk assessment. *Science of the Total Environment*, 397, 86-102.
- Liu, D., Li, X., Guo, S., Rosbjerg, D., & Chen, H. (January 01, 2015). Using a Bayesian Probabilistic Forecasting Model to Analyze the Uncertainty in Real-Time Dynamic Control of the Flood Limiting Water Level for Reservoir Operation. *Journal of Hydrologic Engineering*, 20, 2, 4014036.
- Liu, J., Doan, C. D., Liong, S. Y., Sanders, R., Dao, A. T., & Fewtrell, T. (January 01, 2015). Regional frequency analysis of extreme rainfall events in Jakarta. *Natural Hazards Dordrecht Kluwer Academic-*, 75, 2, 1075-1104.
- Liu, P., Lin, K., & Wei, X. (March 01, 2015). A two-stage method of quantitative flood risk analysis for reservoir real-time operation using ensemble-based hydrologic forecasts. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 29, 3, 803-813.
- Liu, R., Chen, Y., Wu, J., Gao, L., Barrett, D., Xu, T., Li, X., ... Yu, J. (April 01, 2017). Integrating Entropy Based Naïve Bayes and GIS for Spatial Evaluation of Flood Hazard. *Risk Analysis*, 37, 4, 756-773.
- Liu, R., Chen, Y., Wu, J., Gao, L., et al. (August 01, 2016). Assessing spatial likelihood of flooding hazard using naïve Bayes and GIS: a case study in Bowen Basin, Australia. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 30(6), 1575-1590.

- Liu, Y., & Pender, G. (November 01, 2015). A flood inundation modelling using v-support vector machine regression model. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 46, 223-231.
- Liu, Z., & Huang, G. (January 01, 2009). Dual-Interval Two-Stage Optimization for Flood Management and Risk Analyses. *Water Resources Management Dordrecht-*, 23, 11, 2141-2162.
- Liu, Z., Guo, Y., Wang, L., & Wang, Q. (September 05, 2015). Streamflow Forecast Errors and Their Impacts on Forecast-based Reservoir Flood Control. *Water Resources Management*, 29, 12, 4557-4572.
- Lizardo, N., Allan, L. y Ortega, G. (2009). la gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos.
- Lohmann, D., Yue, F., & 2011 Winter Simulation Conference - (WSC 2011). (December 01, 2011). Correlation, simulation and uncertainty in catastrophe modeling. 133-145.
- Lu, Y., Qin, X. S., & Xie, Y. J. (January 01, 2016). An integrated statistical and data-driven framework for supporting flood risk analysis under climate change. *Journal of Hydrology Amsterdam-*, 533, 28-39.
- Ludwig, F., Van, S. E., y Cofino, W. (January 01, 2014). Climate change adaptation and Integrated Water Resource Management in the water sector. *Journal of Hydrology*, 518, 235-242.
- Lund, J. R. (January 01, 2002). Floodplain Planning with Risk-Based Optimization. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 128, 202-207.
- Lung, T., Dosio, A., Becker, W., Lavalle, C., & Bouwer, L. M. (September 01, 2013). Assessing the influence of climate model uncertainty on EU-wide climate change impact

- indicators. *Climatic Change : an Interdisciplinary, International Journal Devoted to the Description, Causes and Implications of Climatic Change*, 120, 211-227.
- Lyle, T. S., & Mills, T. (January 01, 2016). Assessing coastal flood risk in a changing climate for the City of Vancouver. *Canadian Water Resources Journal. Revue Canadienne Des Ressources En Eau*, 41, 343-352.
- Maltese, A., Neale, C. M. U., Sukcharoen, T., Teetat, C., Weng, J., Remote Sensing 22, SPIE Remote Sensing 2183243 2016-09-26|2016-09-29 Edinburgh, United Kingdom, ...
- Precipitation, Runoff and Flooding 2.(October 25, 2016). GIS-based flood risk model evaluated by Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP). 9998, 999809.
- Manfreda, S., Samela, C., Sole, A., & Fiorentino, M. (January 01, 2014). Flood-Prone Areas Assessment Using Linear Binary Classifiers based on Morphological Indices.
- Manocha, N., & Babovic, V. (January 01, 2016). Planning Flood Risk Infrastructure Development under Climate Change Uncertainty. *Procedia Engineering*, 154, 1406-1413.
- Marín. J. Introducción a la Estadística Bayesiana.
- Marvin E. y Marsik, M. (2012). uso de modelos de elevación digital como alternativa para mostrar errores en mapas topográficos, *revista geográfica de américa central*.
- Mason, D. C., Giustarini, L., Garcia-Pintado, J., & Cloke, H. L. (May 01, 2014). Detection of flooded urban areas in high resolution Synthetic Aperture Radar images using double scattering. *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 28, 150-159.
- Matthews, E., Friedland, C. J., Orooji, F., & International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction, ICSDEC 2016. (January 01, 2016). Optimization of

- Sustainability and Flood Hazard Resilience for Home Designs. *Procedia Engineering*, 145, 525-531.
- Mazzoleni, M., Bacchi, B., Barontini, S., Di, B. G., Pilotti, M., & Ranzi, R. (January 01, 2014). Flooding Hazard Mapping in Floodplain Areas Affected by Piping Breaches in the Po River, Italy. *Journal of Hydrologic Engineering*, 19, 4, 717-731.
- Mazzorana, B., Comiti, F., & Fuchs, S. (April 19, 2011). A structured approach to enhance flood hazard assessment in mountain streams. *Natural Hazards*, 5.)
- McGrath, H., Stefanakis, E., & Nastev, M. (December 01, 2015). Sensitivity analysis of flood damage estimates: A case study in Fredericton, New Brunswick. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14, 379-387.
- McIntyre, N., Ballard, C., Bruen, M., Bulygina, N., Buytaert, W., Cluckie, I., Dunn, S., ... Wheeler, H. (December 01, 2014). Modelling the hydrological impacts of rural land use change. *Hydrology Research*, 45, 6, 737-754.
- McIntyre, Neil, Ballard, Caroline, Bruen, Michael, Bulygina, Nataliya, Buytaert, Wouter, Cluckie, Ian, Dunn, Sarah, ... Wheeler, Howard. (n.d.). Modelling the hydrological impacts of rural land use change. 737-754.)
- McMillan, H. K., & Brasington, J. (March 01, 2008). End-to-end flood risk assessment: A coupled model cascade with uncertainty estimation. *Water Resources Research*, 44, 3.
- Megan J. Lickley, Ning Lin, & Henry D. Jacoby. (January 01, 2014). Analysis of coastal protection under rising flood risk. *Climate Risk Management*, 6, 18-26.
- Mergili, M., Schneider, J. F., Schneider, D., Worni, R., y 5th International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment. (December 01, 2011). Glacial lake outburst floods in the Pamir of Tajikistan: Challenges in prediction

- and modelling. International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment, Proceedings, 973-982.
- Merz, B., Kreibich, H., & Apel, H. (June 01, 2008). Flood risk analysis: uncertainties and validation. *Österreichische Wasser Und Abfallwirtschaft*, 60, 89-94.
- Merz, B., Kreibich, H., Schwarze, R., & Thieken, A. (August 18, 2010). Review article "Assessment of economic flood damage". *Natural Hazards and Earth System Science*, 10, 8, 1697-1724.
- Meyer, V., Haase, D., & Scheuer, S. (January 01, 2009). Flood risk assessment in European river basins-concept, methods, and challenges exemplified at the Mulde River. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 5(1), 17-26.
- Meyer, V., Scheuer, S., & Haase, D. (January 01, 2009). A multicriteria approach for flood risk mapping exemplified at the Mulde river, Germany. *Natural Hazards : Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 48(1), 17-39.
- Michaels, . (January 02, 2015). Probabilistic forecasting and the reshaping of flood risk management. *Journal of Natural Resources Policy Research*, 7(1), 41-51.
- Middelkoop, H., Daamen, K., Gellens, D., Grabs, W., Kwadijk, J. C. J., Lang, H., Parmet, B. W. A. H., ... Wilke, K. (April 01, 2001). Impact of Climate Change on Hydrological Regimes and Water Resources Management in the Rhine Basin. *Climatic Change*, 49, 105-128.
- Ministerio de industria, energía y turismo. (2012). *vocabulario internacional de metrología conceptos fundamentales y generales, y términos asociados*. España, centro español de metrología.

- Mirzaei, M., Huang, Y. F., El-Shafie, A., Chimeh, T., Lee, J., Vaizadeh, N., & Adamowski, J. (September 18, 2015). Uncertainty analysis for extreme flood events in a semi-arid region. *Natural Hazards*, 78, 3, 1947-1960.
- Mitsiopoulos, James, Haines, Yacov Y. (1989) Generalized Quantification of Risk Associated with Extreme Events
- Moawad, M. B., Mamtimin, B., Moawad, M. B., & Abdel, . A. O. (January 02, 2016). Flash floods in the Sahara: a case study for the 28 January 2013 flood in Qena, Egypt. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 7, 1, 215-236.
- Moel, . H., & Aerts, J. C. J. H. (January 01, 2011). Effect of uncertainty in land use, damage models and inundation depth on flood damage estimates. *Natural Hazards*, 58, 1.)
- Mokrech, Mustafa, Hanson, Susan, Nicholls, Robert J., et al. (2011). The Tyndall coastal simulator.
- Momo, M. R., Silva, H. D. S., Severo, D. L., Cordero, A., Tachini, M., Refosco, J. C., & 2015 Ninth International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS). (July 01, 2015). Cloud Services for Mapping Flood Areas Susceptible. 454-458.
- Momo, M. R., Silva, H. D. S., Severo, D. L., Cordero, A., Tachini, M., Refosco, J. C., & 2015 Ninth International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS). (July 01, 2015). Cloud Services for Mapping Flood Areas Susceptible. 454-458.
- Montanari, A., y Koutsoyiannis, D. (December 01, 2014). Modeling and mitigating natural hazards: Stationarity is immortal!. *Water Resources Research*, 50(12), 9748-9756.
- Moore, D., Grayson, R., y Kadson, A. (1991). Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications. in: hydrological processes.

- Morgan, A., Olivier, D., Nathalie, B., Claire-Marie, D., & Philippe, G. (January 01, 2016). High-resolution Modelling With Bi-dimensional Shallow Water Equations Based Codes - High-Resolution Topographic Data Use for Flood Hazard Assessment Over Urban and Industrial Environments. *Procedia Engineering*, 154, 853-860.
- Mori, K., & Perrings, C. (January 01, 2012). Optimal management of the flood risks of floodplain development. *The Science of the Total Environment*, 431, 109-21.
- Moritz, H., White, K., Gouldby, B., Lang, M., Klijn, F., & Samuels, P. (October 20, 2016). An updated USACE approach to the evaluation of coastal total water levels for present and future flood risk analysis. *E3s Web of Conferences*, 7, (5), 1012.
- Morss, R. E., Wilhelmi, O. V., Downton, M. W., & Grunfest, E. (November 01, 2005). Flood Risk, Uncertainty, and Scientific Information for Decision Making: Lessons from an Interdisciplinary Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 86(11), 1593-1601.
- Mouri, G., Minoshima, D., Golosov, V., Chalov, S., Seto, S., Yoshimura, K., Nakamura, S., Oki, T. (March 01, 2013). Probability assessment of flood and sediment disasters in Japan using the Total Runoff-Integrating Pathways model. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 3, 31-43
- Mudelsee, M., Börngen, M., Tetzlaff, G., & Grünwald, U. (December 16, 2004). Extreme floods in central Europe over the past 500 years: Role of cyclone pathway “Zugstrasse Vb”. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 109.
- Muis, S., Güneralp, B., Jongman, B., Aerts, J. C., y Ward, P. J. (January 01, 2015). Flood risk and adaptation strategies under climate change and urban expansion: A probabilistic analysis using global data. *Science of the Total Environment*, 538, 445-457.

- Murray Dale; Elise Ibendahl; and Jon Wicks.(2016). New Approaches in Flood Forecasting and Warning - Risk-Based Decision Support with Probabilistic Forecasts.
- Murray, S. J., Smith, A. D., y Phillips, J. C. (October 01, 2012). A Modified Flood Severity Assessment for Enhanced Decision Support: Application to the Boscastle Flash Flood of 2004. *Weather and Forecasting*, 27(5), 1290-1297.
- Musau, J., Sang, J., Gathenya, J., & Luedeling, E. (March 01, 2015). Hydrological responses to climate change in Mt. Elgon watersheds. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 3, 233-246.
- Muthusamy, M., Godiksen, P. N., & Madsen, H. (January 01, 2016). Comparison of Different Configurations of Quantile Regression in Estimating Predictive Hydrological Uncertainty. *Procedia Engineering*, 154, 513-520.
- Nachtnebel, H. P., & Konecny, F. (January 01, 1987). Risk analysis and time-dependent flood models. *Journal of Hydrology*, 91, 3, 295-318.
- Naciones unidas. (2009). estrategia internacional para la reducción de desastres de las naciones unidas (unisdr). pp. 13-14 [mayo 2017].
- Nandalal, H. K., & Ratnayake, U. R. (June 01, 2011). Flood risk analysis using fuzzy models. *Journal of Flood Risk Management*, 4, 2, 128-139.
- Nastiti, K. D., Kim, Y., Jung, K., & An, H. (January 01, 2015). The Application of Rainfall-Runoff-inundation (RRI) Model for Inundation Case in Upper Citarum Watershed, West Java-Indonesia. *Procedia Engineering*, 125, 166-172.
- Neal, J. C., Odoni, N. A., Trigg, M. A., Freer, J. E., Garcia-Pintado, J., Mason, D. C., Wood, M., ... Bates, P. D. (January 01, 2015). Efficient incorporation of channel cross-section

- geometry uncertainty into regional and global scale flood inundation models. *Journal of Hydrology Amsterdam*-, 529, 169-183.
- Neal, J., Bates, P., Keef, C., Beven, K., & Leedal, D. (April 30, 2013). Probabilistic flood risk mapping including spatial dependence. *Hydrological Processes*, 27, 9, 1349-1363.
- Neale, T., & Weir, J. K. (September 01, 2015). Navigating scientific uncertainty in wildfire and flood risk mitigation: A qualitative review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 13, 255-265.
- Neelz, S. (n.d.). Using remotely sensed data to support flood modelling. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers Water Management*, 159, 35-43.
- Neuhold, C., & Nachtnebel, H. P. (January 01, 2011). Assessing flood risk associated with waste disposals: methodology, application and uncertainties. *Natural Hazards : Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 56, 1, 359-370.
- Newell, r. y Burnard, p.(2006). *Vital notes for nurses: research for evidence-based practice*. New Jersey
- Ni, J. R., & Xue, A. (January 01, 2003). Application of artificial neural network to the rapid feedback of potential ecological risk in flood diversion zone. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 16, 2, 105-119.
- Nobert, S., Demeritt, D., & Cloke, H. (January 01, 2010). Informing operational flood management with ensemble predictions: lessons from Sweden. *Journal of Flood Risk Management*, 3(1), 72-79.
- Nones, M., & Pescaroli, G. (April 02, 2016). Implications of cascading effects for the EU Floods Directive. *International Journal of River Basin Management*, 14, 2, 195-204.

- Nones, M., & Pescaroli, G. (April 02, 2016). Implications of cascading effects for the EU Floods Directive. *International Journal of River Basin Management*, 14, 2, 195-204.
- Obeysekera, J., & Salas, J. D. (July 01, 2014). Quantifying the Uncertainty of Design Floods under Nonstationary Conditions. *Journal of Hydrologic Engineering*, 19, 7, 1438-1446.
- Ocio, D., Stocker, C., Eraso, A., Martínez, A., y de, G. J. M. S. (March 01, 2016). Towards a reliable and cost efficient flood risk management: the case of the Basque Country (Spain). *Natural Hazards : Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 81(1), 617-639.
- Ohl, y Tapsell. (2000). flooding and human health: the dangers posed are not always obvious
- Olsen, J. (January 01, 2006). Climate Change and Floodplain Management in the United States. *Climatic Change*, 76, 3-4.
- Onencan, A., Kortmann, R., Kulei, F., & Enserin, B. (January 01, 2016). MAFURIKO: Design of Nzoia Basin Location Based Flood Game. *Procedia Engineering*, 159, 133-140.
- Onencan, A., Van, . W. B., Enserink, B., Chelang'a, J., & Kulei, F. (January 01, 2016). WeShareIt Game: Strategic Foresight for Climate-change Induced Disaster Risk Reduction. *Procedia Engineering*, 159, 307-315.
- Onencan, Abby (2016).
- Onyutha, C., & Willems, P. (December 30, 2013). Uncertainties in Flow-Duration-Frequency Relationships of High and Low Flow Extremes in Lake Victoria Basin. *Water*, 5, 4, 1561-1579.
- Paine, J. D., & Watt, W. E. (January 01, 1992). FLOOD RISK MAPPING IN CANADA: 2. COMPATIBLE MAPPING. *Canadian Water Resources Journal*, 17, 2, 139-148.

- Palmer, T. N., & Räisänen, J. (January 31, 2002). Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation events in a changing climate. *Nature*, 415, 512-514.
- Pandey, M. D., van, G. P. H. A. J. M., & Vrijling, J. K. (January 01, 2001). Assessment of an L-Kurtosis-Based Criterion for Quantile Estimation. *Journal of Hydrologic Engineering*, 6, 284-292.
- Pappenberger, F., Beven, K. J., Ratto, M., & Matgen, P. (January 01, 2008). Multi-method global sensitivity analysis of flood inundation models. *Advances in Water Resources*, 31, 1, 1-14.
- Pappenberger, F., Ramos, M. H., Cloke, H. L., Wetterhall, F., Alfieri, L., Bogner, K., Mueller, A., ... Salamon, P. (March 01, 2015). How do I know if my forecasts are better? Using benchmarks in hydrological ensemble prediction. *Journal of Hydrology*, 522, 697-713.
- Paquier, A., Bazin, P.-H., Mignot, E., & Symposium on Toward Integrated Modeling of Urban Systems, 2015. (January 01, 2015). From hydraulic modelling to urban flood risk. *Procedia Engineering*, 115, 37-44.
- Parent, E., & Bernier, J. (January 01, 2003). Encoding prior experts judgments to improve risk analysis of extreme hydrological events via POT modeling. *Journal of Hydrology*, 283, 1, 1-18.
- Parkes, B. L., Cloke, H. L., Pappenberger, F., Neal, J., & Demeritt, D. (August 01, 2013). Reducing Inconsistencies in Point Observations of Maximum Flood Inundation Level. *Earth Interactions*, 17, 6, 1-27.
- Parkes, B., & Demeritt, D. (September 01, 2016). Defining the hundred year flood: A Bayesian approach for using historic data to reduce uncertainty in flood frequency estimates. *Journal of Hydrology*, 540, 1189-1208.

- Pasanisi, A., Keller, M., & Parent, E. (January 01, 2012). Estimation of a quantity of interest in uncertainty analysis: Some help from Bayesian decision theory. *Reliability Engineering & System Safety*, 100, 93-101.
- Patra, J. P., Kumar, R., & Mani, P. (January 01, 2016). Combined Fluvial and Pluvial Flood Inundation Modelling for a Project Site. *Procedia Technology*, 24, 93-100.
- Pedroni, N., Zio, E., Ferrario, E., Pasanisi, A., & Couplet, M. (September 15, 2013). Hierarchical propagation of probabilistic and non-probabilistic uncertainty in the parameters of a risk model. *Computers and Structures*, 126, 199-213.
- Pedrozo-Acuna, A., de, A.-A. A. R., Marino-Tapia, I., Enriquez, C., & Villareal, F. J. G. (January 01, 2012). Factors controlling flooding at the Tonalá river mouth (Mexico). *Journal of Flood Risk Management*, 5, 3, 226-244.
- Pedrozo-Acuna, A., Rodríguez-Rincon, J. P., Arganis-Juarez, M., Domínguez-Mora, R., & González, V. F. J. (January 01, 2015). Estimation of probabilistic flood inundation maps for an extreme event: Pánuco River, México. *Journal of Flood Risk Management*, 8, 2, 177-192.
- Peiris, N; Gatey, D. y Hill, M. (2014). Development of a Framework to Model Flood Loss Uncertainty. *Vulnerability, Uncertainty, and Risk: Quantification, Mitigation, and*.
- Peter, R. y Dan, R. (1989). risk estimation in partial duration series, institute of hydrodynamics and hydraulic engineering, technical university of denmark, lyngby.
- Pirot, G., Straubhaar, J., & Renard, P. (June 01, 2014). Simulation of braided river elevation model time series with multiple-point statistics. *Geomorphology*, 214, 148-156

- Pistocchi, A., Calzolari, C., Malucelli, F., & Ungaro, F. (September 01, 2015). Soil sealing and flood risks in the plains of Emilia-Romagna, Italy. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 4, 4, 398-409.
- Piyatida Ruangrassamee; Teerawat Ram-Indra; and Patinya Hanittinan(2015). Uncertainty in flood forecasting under climate change: Case study of the Yom River Basin, Thailand
- Pol, T. D., Ierland, E. C., y Gabbert, S. (January 01, 2017). Economic analysis of adaptive strategies for flood risk management under climate change. *Mitigation & Adaptation Strategies for Global Change*, 22(2), 267-285.
- Prime, T., Brown, J. M., Y Plater, A. J. (May 01, 2016). Flood inundation uncertainty: The case of a 0.5% annual probability flood event. *Environmental Science and Policy*, 59, 1-9.
- Prudhomme, C., Jakob, D., & Svensson, C. (January 01, 2003). Uncertainty and climate change impact on the flood regime of small UK catchments. *Journal of Hydrology*, 277, 1, 1.
- Purvis, M. J., Bates, P. D., & Hayes, C. M. (December 01, 2008). A probabilistic methodology to estimate future coastal flood risk due to sea level rise. *Coastal Engineering*, 55(12), 1062-1073.
- Qi, H., & Altinakar, M. S. (November 01, 2011). Simulation-based decision support system for flood damage assessment under uncertainty using remote sensing and census block information. *Natural Hazards : Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 59(2), 1125-1143.
- Qin, X. S., y Lu, Y. (June 01, 2014). Study of Climate Change Impact on Flood Frequencies: A Combined Weather Generator and Hydrological Modeling Approach*. *Journal of Hydrometeorology*, 15(3), 1205-1219.

- Quan, L., Tchangani, A., Kamsu-Foguem, B., Peres, F., y 2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM). (October 01, 2015). Modelling a large scale system for Risk assessment. 203-208.
- Quevauviller, P., & Gemmer, M. (March 01, 2015). EU and international policies for hydrometeorological risks: Operational aspects and link to climate action. *Advances in Climate Change Research*, 6, 1, 74-79.
- Quinn, N., Bates, P. D., y Siddall, M. (November 01, 2013). The contribution to future flood risk in the Severn Estuary from extreme sea level rise due to ice sheet mass loss. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 118(11), 5887-5898.
- Quiroga, V. M., Kurea, S., Udoa, K., & Manoa, A. (May 31, 2017). Application of 2D numerical simulation for the analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia flood: Application of the new HEC-RAS version 5. *Ribagua*, 3, 1, 25-33.
- R, N. J. (February 04, 2014). Sea-Level Rise and the Legacy of Lucas: Planning for an Uncertain Future. *Planning & Environmental Law*, 66(2), 4-11.
- Rajabalinejad, M., & Mahdi, T.-F. (October 01, 2010). The inclusive and simplified forms of Bayesian interpolation for general and monotonic models using Gaussian and Generalized Beta distributions with application to Monte Carlo simulations. *Natural Hazards : Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 55, 1, 29-49.
- Ran, J., & Nedovic-Budic, Z. (May 01, 2016). Integrating spatial planning and flood risk management: A new conceptual framework for the spatially integrated policy infrastructure. *Computers, Environment and Urban Systems*, 57, 68-79.

- Rana, A., Foster, K., Bosshard, T., Olsson, J., & Bengtsson, L. (July 01, 2014). Impact of climate change on rainfall over Mumbai using Distribution-based Scaling of Global Climate Model projections. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 1, 6, 107-128.
- Ranger, N., Hallegatte, S., Bhattacharya, S., et al, (January 01, 2011). An assessment of the potential impact of climate change on flood risk in Mumbai. *Climatic Change*, 104(1), 139-167.
- Rashid, A. A., Liang, Q., Dawson, R. J., & Smith, L. S. (January 01, 2016). Calibrating a High-Performance Hydrodynamic Model for Broad-Scale Flood Simulation: Application to Thames Estuary, London, UK. *Procedia Engineering*, 154, 967-974.
- Rassam, J. C. (January 01, 1987). Flood management of the Ottawa River System under uncertainties. *Water Resources Management*, 1, 2, 143-154.
- Redaelli, M. (June 01, 2012). Reliability of flood embankments: a new methodology. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Geotechnical Engineering*, 165, 3, 143-156.
- Reed, D. W. (July 15, 2002). Reinforcing flood-risk estimation. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 360, 1796, 1373-1387.
- Rehan, B. M., & Hall, J. W. (January 01, 2014). Flood Risk Management Decision Analysis with Finite Historical Records and Highly Variable Climate Effects.
- Rehan, B. M., Hall, J. W., Lang, M., Klijn, F., & Samuels, P. (October 20, 2016). Uncertainty and sensitivity analysis of flood risk management decisions based on stationary and nonstationary model choices. *E3s Web of Conferences*, 7, 11, 20003.

- Reis, D. S., & Stedinger, J. R. (January 01, 2005). Bayesian MCMC flood frequency analysis with historical information. *Journal of Hydrology*, 313, 1, 97-116.
- Romanowicz, R. J., & Kiczko, A. (July 01, 2016). An event simulation approach to the assessment of flood level frequencies: risk maps for the Warsaw reach of the River Vistula. *Hydrological Processes*, 30, 14, 2451-2462.
- Rossa, A., Liechti, K., Zappa, M., Bruen, M., et al. (May 01, 2011). The COST 731 Action: A review on uncertainty propagation in advanced hydro-meteorological forecast systems. *Atmospheric Research*, 100, 150-167.
- ROTH, D. I. K., & WARNER, J. E. R. O. E. N. (September 01, 2007). FLOOD RISK, UNCERTAINTY AND CHANGING RIVER PROTECTION POLICY IN THE NETHERLANDS: THE CASE OF 'CALAMITY POLDERS'. *Tijdschrift Voor Economische En Sociale Geografie*, 98(4), 519-525.
- Roth, M., Buishand, T. A., Jongbloed, G., Klein, T. A. M. G., & Zanten, . J. H. (January 01, 2014). Projections of precipitation extremes based on a regional, non-stationary peaks-over-threshold approach: A case study for the Netherlands and north-western Germany. *Weather and Climate Extremes*, 4, 1-10.
- Roux, H., & Dartus, D. (May 01, 2008). Sensitivity Analysis and Predictive Uncertainty Using Inundation Observations for Parameter Estimation in Open-Channel Inverse Problem. *Journal of Hydraulic Engineering*, 134, 5, 541-549.
- Ruin, I., Creutin, J.-D., Anquetin, S., & Lutoff, C. (October 30, 2008). Human exposure to flash floods Relation between flood parameters and human vulnerability during a storm of September 2002 in Southern France. *Journal of Hydrology*, 361, 199-213.

- Ruiz-Villanueva, V., Bodoque, J. M., Díez-Herrero, A., & Bladé, E. (November 01, 2014). Large wood transport as significant influence on flood risk in a mountain village. *Natural Hazards : Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 74, 2, 967-987.
- Ruiz-Villanueva, V., Díez-Herrero, A., Bodoque, J. M., Ballesteros, C. J. A., & Stoffel, M. (November 01, 2013). Characterisation of flash floods in small ungauged mountain basins of Central Spain using an integrated approach. *Catena*, 110, 32-43.
- S. O'Brien, Jimmy, Garcia, Reinaldo.(October 01,2011). Flood Hazard Mapping Versus Flood Risk Analysis
- S. O'Brien, Jimmy,Garcia, Reinaldo.(october 01,2011) Flood Hazard Mapping Versus Flood Risk Analysis
- Saint-Geours, N., Bailly, J.-S., Grelot, F., & Lavergne, C. (October 01, 2014). Multi-scale spatial sensitivity analysis of a model for economic appraisal of flood risk management policies. *Environmental Modelling and Software*, 60, 153-166.
- Salas, J. D., Heo, J. H., Lee, D. J., & Burlando, P. (May 01, 2013). Quantifying the Uncertainty of Return Period and Risk in Hydrologic Design. *Journal of Hydrologic Engineering*, 18, 5, 518-526.
- Salvan, L., Abily, M., Gourbesville, P., y Schoorens, J. (January 01, 2016). Drainage System and Detailed Urban Topography: Towards Operational 1D-2D Modelling for Stormwater Management. *Procedia Engineering*, 154, 890-897.
- Sánchez,M. y Julio. (2010). cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. universidad de oviedo: instituto de ciencias de la educación.

- Sanyal, J., Carbonneau, P., & Densmore, A. L. (March 16, 2013). Hydraulic routing of extreme floods in a large ungauged river and the estimation of associated uncertainties: a case study of the Damodar River, India. *Natural Hazards*, 66, 2, 1153-1177.
- Sarr, M. A., Seidou, O., Tramblay, Y., & El, A. S. (September 01, 2015). Comparison of downscaling methods for mean and extreme precipitation in Senegal. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 4, 2, 369-385.
- Sattar, A. M., & Raslan, Y. M. (January 01, 2014). Predicting morphological changes DS New Naga-Hammadi Barrage for extreme Nile flood flows: A Monte Carlo analysis. *Journal of Advanced Research*, 5, 1, 97-107.
- Savage, J., Bates, P., Freer, J., Neal, J., & Aronica, G. (January 01, 2014). The Impact of Scale on Probabilistic Flood Inundation Maps Using a 2D Hydraulic Model with Uncertain Boundary Conditions.
- Scarelli, A., & Benanchi, M. (January 01, 2014). Measuring Resilience on Communalities Involved in Flooding Ombrone River. *Procedia Economics and Finance*, 18, 948-958.
- Schubert, J. y Sanders, B. (2012). building treatments for urban flood inundation models and implications for predictive skill and modeling efficiency.
- Schubert, J., Sanders, B., Smith, M. y Wright, M. (2008). unstructured mesh generation and landcover-based resistance for hydrodynamic modeling of urban flooding.
- Schumann, A. H., Nijssen, D., & Pahlow, M. (December 01, 2010). Handling uncertainties of hydrological loads in flood retention planning. *International Journal of River Basin Management*, 8, 281-294.
- Schüttemeyer, D., y Simmer, C. (January 01, 2011). Uncertainties in Weather Forecast - Reasons and Handling.

- Scorzini, A. R., & Frank, E. (September 01, 2017). Flood damage curves: new insights from the 2010 flood in Veneto, Italy. *Journal of Flood Risk Management*, 10, 3, 381-392.
- Serinaldi, F., & Kilsby, C. G. (March 01, 2015). Stationarity is undead: Uncertainty dominates the distribution of extremes. *Advances in Water Resources*, 77, 17-36.
- Serinaldi, F., & Kilsby, C. G. (May 06, 2014). Simulating daily rainfall fields over large areas for collective risk estimation. *Journal of Hydrology*, 512, 285-302.
- Serinaldi, F., Bardossy, A., Kilsby, C. G., Serinaldi, F., Kilsby, C. G., & Bardossy, A. (May 01, 2015). Upper tail dependence in rainfall extremes: would we know it if we saw it?. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 29, 4, 1211-1233.
- Serre, D., Diab, Y., Barroca, B., & 6th International Conference on Urban Regeneration and Sustainability, Sustainable City 2010. (October 28, 2010). Urban flood mitigation: Sustainable options. *Wit Transactions on Ecology and the Environment*, 129, 299-309.
- Serre, D., Lhomme, S., Heilemann, K., Hafskjold, L. S., Tagg, A., Walliman, N., y Diab, Y. (January 01, 2011). Assessing Vulnerability to Floods of the Built Environment- Integrating Urban Networks and Buildings.
- Shah, M. A. R., Rahman, A., & Chowdhury, S. H. (January 01, 2015). Challenges for achieving sustainable flood risk management. *Journal of Flood Risk Management*.
- Shanzhen, Y., Yangfan, X., Yumeng, H., & 2014 22nd International Conference on Geoinformatics. (June 01, 2014). Uncertainty and information fusion for integrated urban watershed flood risk assessment. 1-6.
- Sharifan, R. A., Roshan, A., Aflatoni, M., A.Jahedi, M., & Zolghadr, M. (January 01, 2010). Uncertainty and Sensitivity Analysis of SWMM Model in Computation of Manhole

- Water Depth and Subcatchment Peak Flood. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2, 6, 7739-7740.
- Shen, J.-C., Chang, C.-H., Wu, S.-J., Hsu, C.-T., & Lien, H.-C. (October 16, 2015). Real-time correction of water stage forecast using combination of forecasted errors by time series models and Kalman filter method. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 29, 7, 1903-1920.
- Shih, S. C. W., & Nicholls, R. J. (n.d.). Urban managed realignment: Application to the Thames Estuary, London. *Journal of Coastal Research*, 23, 1525-1534.
- Shrestha, S., & Lohpaisankrit, W. (January 01, 2017). Flood hazard assessment under climate change scenarios in the Yang River Basin, Thailand. *International Journal of Sustainable Built Environment*.
- Shreve, C. M., & Kelman, I. (December 01, 2014). Does mitigation save? Reviewing cost-benefit analyses of disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 10, 2, 213-235
- Silva, A. T., Portela, M. M., Naghettini, M., y Fernandes, W. (January 01, 2017). A Bayesian peaks-over threshold analysis of floods in the Itajaí-açu River under stationarity and nonstationarity. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 31(1), 185-204.
- Silvestro, F., Reborá, N., Giannoni, F., Cavallo, A., & Ferraris, L. (October 01, 2016). The flash flood of the Bisagno Creek on 9th October 2014: An “unfortunate” combination of spatial and temporal scales. *Journal of Hydrology*, 541, 50-62.

- Simaityte, J., Bocchiola, D., Rosso, R., & Augutis, J. (December 01, 2008). Use of a snowmelt model for weekly flood forecast for a major reservoir in Lithuania. *Annals of Glaciology*, 49, 33-37.
- Singkran, N., & Kandasamy, J. (January 01, 2016). Developing a strategic flood risk management framework for Bangkok, Thailand. *Natural Hazards Dordrecht Kluwer Academic-*, 84, 2, 933-957.
- Sistema de inventario de efectos de desastres. Desinventar. inventario histórico nacional de perdidas, base de datos. (mayo 2017).
- Smith, A., Freer, J., Bates, P., & Sampson, C. (April 16, 2014). Comparing ensemble projections of flooding against flood estimation by continuous simulation. *Journal of Hydrology*, 511, 205-219.
- Smith, P. J., & Beven, K. J. (January 01, 2014). When to Issue a Flood Warning: Towards a Risk-Based Approach Based on Real Time Probabilistic Forecasts.
- Smith, R. A. E., Bates, P. D., Hayes, C. (January 01, 2012). Evaluation of a coastal flood inundation model using hard and soft data. *Environmental Modelling and Software*, 30, 35-46.
- Song, J. Y., & Chung, E. S. (January 01, 2016). Robustness, Uncertainty and Sensitivity Analyses of the TOPSIS Method for Quantitative Climate Change Vulnerability: a Case Study of Flood Damage. *Water Resources Management Dordrecht-*, 30(13), 4751-4771
- Sorooshian, S. y Dracup, J. (1980). stochastic parameter estimation procedures for hydrologic rainfall-runoff models: correlated and heteroscedastic error cases.

- Sorooshian, S., Gupta, V. y Fulton, J. (1983). evaluation of maximum likelihood parameter estimation techniques for conceptual rainfall-runoff models: influence of calibration data variability and length on model credibility.
- Speight, L. J., Hall, J. W., & Kilsby, C. G. (January 01, 2017). A multi-scale framework for flood risk analysis at spatially distributed locations. *Journal of Flood Risk Management*, 10, 1, 124-137.
- Spence, C. M., & Brown, C. M. (November 01, 2016). Nonstationary decision model for flood risk decision scaling. *Water Resources Research*, 52, 11, 8650-8667.
- Spiekermann, R., Kienberger, S., Norton, J., Briones, F., & Weichselgartner, J. (September 01, 2015). The Disaster-Knowledge Matrix - Reframing and evaluating the knowledge challenges in disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 13, 96-108.
- Stedinger, J. R., y Griffis, V. W. (June 01, 2011). Getting From Here to Where? Flood Frequency Analysis and Climate. *Jawra Journal of the American Water Resources Association*, 47(3), 506-513.
- Steinbakk, G. H., Thorarinsdottir, T. L., Reitan, T., Schlichting, L., Hølleland, S., & Engeland, K. (September 01, 2016). Propagation of rating curve uncertainty in design flood estimation. *Water Resources Research*, 52, 9, 6897-6915.
- Steinschneider, S., Wi, S., & Brown, C. (June 15, 2015). The integrated effects of climate and hydrologic uncertainty on future flood risk assessments. *Hydrological Processes*, 29, 12, 2823-2839.

- Stephens, E. M., Edwards, T. L., y Demeritt, D. (September 09, 2012). Communicating probabilistic Information from climate model ensembles - lessons from numerical weather prediction. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 3(5), 409-426.
- Stephens, E. M., Bates, P. D., Freer, J. E., & Mason, D. C. (January 01, 2012). The impact of uncertainty in satellite data on the assessment of flood inundation models. *Journal of Hydrology*, 10, 162-173.
- Stevens, H. R., y Kiem, A. S. (September 01, 2014). Developing Hazard Lines in Response to Coastal Flooding and Sea Level Change. *Urban Policy and Research*, 32(3), 341-360.
- Sun, Y., Chang, H., Miao, Z., & Zhong, D. (November 01, 2012). Solution method of overtopping risk model for earth dams. *Safety Science*, 50, 9, 1906-1912.
- Supharatid, S. (June 01, 2016). Skill of precipitation projection in the Chao Phraya river Basin by multi-model ensemble CMIP3-CMIP5. *Weather and Climate Extremes*. 12, 1-14.
- Suroso, D. S. A., Kombaitan, B., & Setiawan, B. (January 01, 2013). Exploring the use of Risk Assessment Approach for Climate Change Adaptation in Indonesia: Case Study of Flood Risk and Adaptation Assessment in the South Sumatra Province. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 372-381.
- Sušnik, J., Strehl, C., Postmes, L. A., Vamvakeridou-Lyroudia, L. S., Savić, D. A., Kapelan, Z., & Mälzer, H.-J. (January 01, 2014). Assessment of the Effectiveness of a Risk-reduction Measure on Pluvial Flooding and Economic Loss in Eindhoven, the Netherlands. *Procedia Engineering*, 70, 1619-1628.
- Tang, Q., Zhang, X., Li, Z., Liu, X., Duan, Q., Huang, S., Yuan, X., ... Zhang, X. (July 01, 2016). Hydrological monitoring and seasonal forecasting: Progress and perspectives. *Journal of Geographical Sciences*, 26, 7, 904-920.

- Tang., Xuejun, Q., Qingyun, Z. y Shifeng, D. (2016). Hydrological monitoring and seasonal forecasting Progress and perspectives. *Journal of Geographical Sciences*.
- Tangney, P. (December 01, 2015). Brisbane City Council's Q100 assessment: How climate risk management becomes scientised. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14, 3, 496-503.
- Ten Veldhuis, J.A.E. (author), Clemens, F.H.L.R. (author), & Van Gelder, P.H.A.J.M. (author). (2008). Fault tree analysis for urban flooding.
- Ten, V. J. A. E., & Clemens, F. H. L. R. (December 07, 2010). Flood risk modelling based on tangible and intangible urban flood damage quantification. *Water Science and Technology*, 62(1), 189-195.
- ten, V. J. A. E., & Clemens, F. H. L. R. (September 01, 2011). The efficiency of asset management strategies to reduce urban flood risk. *Water Science & Technology*, 64, 6, 1317.
- ten, V. J. A. E., Clemens, F. H. L. R., & van, G. P. H. A. J. M. (April 01, 2009). Fault tree analysis for urban flooding. *Water Science & Technology*, 59, 8, 1621.
- Thoeun, H. C. (March 01, 2015). Observed and projected changes in temperature and rainfall in Cambodia. *Weather and Climate Extremes*, 7, 61-71.
- Thompson, P., Reeve, D., Cai, Y., & Stander, J. (October 01, 2009). Automated threshold selection methods for extreme wave analysis. *Coastal Engineering*, 56, 10, 1013-1021.
- Ticehurst, C., Dutta, D., Karim, F., Petheram, C., & Guerschman, J. P. (January 01, 2015). Improving the accuracy of daily MODIS OWL flood inundation mapping using hydrodynamic modelling. *Natural Hazards*.

- Tim L. Webster. (2010). Flood Risk Mapping Using LiDAR for Annapolis Royal, Nova Scotia, Canada.(Remote Sensing; Volume 2; Issue 9; Pages 2060-2082.) Molecular Diversity Preservation International.
- Todhunter, P. E. (September 01, 2012). Uncertainty of the Assumptions Required for Estimating the Regulatory Flood: Red River of the North. Journal of Hydrologic Engineering, 17(9), 1011-1020.
- Toonen, W.H.J., Middelkoop, H., Konijnendijk, T.Y.M., Macklin, M.G., y Cohen, K.M. (2016). The influence of hydroclimatic variability on flood frequency in the Lower Rhine. Uncertainty in flood estimation. (October 01, 2009). Structure and Infrastructure Engineering, 5, 5, 437.
- Unesco. (2012). international glossary of hydrology.
- Urrea medina, E. y Barría pailaquilén, Rm. (2010). La revisión sistemática y su relación con la práctica basada en la evidencia en salud.
- Uzielli, M., Vangelsten, B. V., Eidsvig, U., Lang, M., Klijn, F., & Samuels, P. (October 20, 2016). Probabilistic modeling of vulnerability of road infrastructures to floods. E3s Web of Conferences, 7, 4009.
- van Loon-Steensma, J.M. (author), y Kok, M. (author). (2016). Risk reduction by combining nature values with flood protection?.
- Van, . M. H., & Wehrung, M. (January 01, 2005). Dealing with uncertainty in flood risk assessment of dike rings in the Netherlands. Natural Hazards, 1-2.

- van, G. P. H. A. J. M. (June 01, 2008). The importance of statistical uncertainties in selecting appropriate methods for estimation of extremes. *International Journal of River Basin Management*, 6(2), 99-107.
- van, Z. K., van, M. M., & van, . D. M. (January 01, 2005). A Decision Support System for Preventive Evacuation of People
- van, Z. K., van, M. M., & van, . D. M. (January 01, 2005). A Decision Support System for Preventive Evacuation of People.
- Velasco, M., Cabello, À., Escaler, I., Barredo, J. I., & Barrera-Escoda, A. (June 01, 2014). Methodology for risk assessment of flash flood events due to climate and land-use changes: application to the Llobregat basin. *Journal of Water and Climate Change*, 5, 2, 204.
- Velasco, M., Cabello, A., Termes, M., Russo, B., Sunyer, D., Malgrat, P., y Termes, M. (January 01, 2016). Assessment of the effectiveness of structural and nonstructural measures to cope with global change impacts in Barcelona. *Journal of Flood Risk Management*.
- Viavattene, C., & Faulkner, H. (September 01, 2012). An uncertainty index to measure the feasibility of Whole-Life Cycle Costing approach in flood risk management. *Journal of Flood Risk Management*, 5, 3, 215-225.
- Viavattene, Christophe, & Ellis, John Bryan. (2013). The management of urban surface water flood risks: SUDS performance in flood reduction from extreme events. IWA Publishing.
- Vilaysane, B., Takara, K., Luo, P., Akkharath, I., & Duan, W. (January 01, 2015). Hydrological Stream Flow Modelling for Calibration and Uncertainty Analysis Using SWAT Model in the Xedone River Basin, Lao PDR. *Procedia Environmental Sciences*, 28, 380-390.

- Vilaysane, B., Takara, K., Luo, P., Akkharath, I., & Duan, W. (January 01, 2015). Hydrological Stream Flow Modelling for Calibration and Uncertainty Analysis Using SWAT Model in the Xedone River Basin, Lao PDR. *Procedia Environmental Sciences*, 28, 380-390.
- Vincenza Notaro and Gabriele Freni.(2015).Statistical analysis of the uncertainty related to flood hazard appraisal
- Viñas, J. Origen y desarrollos actuales de la predicción.
- Vogel, K. (January 01, 2014). Bayesian network learning for natural hazard analyses. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14, 9, 2605-2626.
- Vrana, I., Vanicek, J., Kovar, P., Brozek, J., & Aly, S. (January 01, 2012). A group agreement-based approach for decision making in environmental issues. *Environmental Modelling and Software*, 36, 99-110.
- Wagener, Hoshin Gupta, Soni Yatheendradas, et al.(2007). Understanding uncertainty in distributed flash flood forecasting for semiarid regions
- Wang, J., Liang, Z., Jiang, X., Li, B., Liang, Z., Li, B., Chen, L., ... Chen, L. (February 26, 2016). Bayesian theory based self-adapting real-time correction model for flood forecasting. *Water (switzerland)*, 8, 3.)
- Wang, S., Huang, G., & Baetz, B. W. (January 01, 2015). An Inexact Probabilistic-Possibilistic Optimization Framework for Flood Management in a Hybrid Uncertain Environment. *Ieee Transactions on Fuzzy Systems*, 23, 4, 897-908.
- Wang, W., Li, C. Q., & Wang, S. (October 01, 2011). Overtopping Risk Analysis Using MC-LHS Method. *Advanced Materials Research*, 2082-2085.
- Wang, Y. (November 12, 2015). Advances in Remote Sensing of Flooding. *Water*, 7, 11, 6404-6410.

- Wang, Z., Ma, H., Lai, C. y Song, H. (2012) International Conference on Modern Hydraulic Engineering, CMHE 2012. (March 01, 2012). Set pair analysis model based on GIS to evaluation for flood damage risk. *Procedia Engineering*, 28, 196-201.
- Waser, J., Ribicic, H., Fuchs, R., Hirsch, C., Schindler, B., Blöschl, G., y Grollier, M. E. (December 01, 2011). Nodes on Ropes: A Comprehensive Data and Control Flow for Steering Ensemble Simulations. *Ieee Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 17(12), 1872-1881.
- Watt, W. E., & Paine, J. D. (January 01, 1992). FLOOD RISK MAPPING IN CANADA: 1. UNCERTAINTY CONSIDERATIONS. *Canadian Water Resources Journal*, 17, 2, 129-138.
- Webster, P. J., & Jian, J. (December 13, 2011). Environmental prediction, risk assessment and extreme events: adaptation strategies for the developing world. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369, 4768-4797.
- Werner, M., Blazkova, S., & Petr, J. (October 30, 2005). Spatially distributed observations in constraining inundation modelling uncertainties. *Hydrological Processes*, 19, 16, 3081-3096.
- Wheater, H. S. (August 15, 2006). Flood Hazard and Management: A UK Perspective. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 364, 2135-2145.
- Wheater, H. S. (July 15, 2002). Progress in and prospects for fluvial flood modelling. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 360, 1409-1431.

- Whitley, R. J., & Hromadka, T. V. (January 01, 1987). Estimating 100-year flood confidence intervals. *Advances in Water Resources*, 10, 4, 225-227.
- Whittemore, r.(2005). Combining evidence in nursing research: methods and implications.
- Wilby, R. L., Beven, K. J., & Reynard, N. S. (2008). Climate change and fluvial flood risk in the UK: More of the same?. Wiley.
- Wilkinson, M. E., Stutter, M., MacLeod, C. J. A., Mackay, E., Beven, K. J., Haygarth, P. M., Mackay, E., ... Vitolo, C. (July 04, 2015). A cloud based tool for knowledge exchange on local scale flood risk. *Journal of Environmental Management*, 161, 38-50.
- Williams, D. T., & Countryman, J. D. (January 01, 2009). *Uncertainty Analysis: You Need to Know What You Don't Know*.
- Williams, D. T., & Stedinger, J. R. (January 01, 2011). Practical Applications of Risk and Uncertainty Theory in Water Resources: Shortcuts Taken and Their Possible Effects.
- Winn, M., Kirchgeorg, M., Griffiths, A., Linnenluecke, M. K., y Günther, E. (March 01, 2011). Impacts from climate change on organizations: a conceptual foundation. *Business Strategy and the Environment*, 20(3), 157-173.
- Woodward, M., Gouldby, B., Kapelan, Z., Khu, S.-T., y Townend, I. (December 13, 2011). Real Options in flood risk management decision making. *Journal of Flood Risk Management*, 4(4), 339-349.
- Woodward, M., Kapelan, Z., & Gouldby, B. (January 08, 2014). Adaptive Flood Risk Management Under Climate Change Uncertainty Using Real Options and Optimization. *Risk Analysis*, 34, 1, 75-92.
- Wu, S.-H., Pan, T., y He, S.-F. (January 01, 2012). Climate change risk research: A case study on flood disaster risk in China. *Advances in Climate Change Research*, 3(2), 92-98.

- Wu, S.-J., Hsu, C.-T., Lien, H.-C., & Chang, C.-H. (January 10, 2015). Modeling the effect of uncertainties in rainfall characteristics on flash flood warning based on rainfall thresholds. *Natural Hazards*, 75, 2, 1677-1711.
- Wu, S.-J., Lien, H.-C., & Chang, C.-H. (November 01, 2010). Modeling risk analysis for forecasting peak discharge during flooding prevention and warning operation. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment : Research Journal*, 24,(8), 1175.
- Wu, S.-J., Yang, J.-C., & Tung, Y.-K. (January 01, 2011). Risk analysis for flood-control structure under consideration of uncertainties in design flood. *Natural Hazards*, 58, 1, 117-140.
- Xie, Y., Yi, S., Cao, Y., Lu, Y., y 2011 19th International Conference on Geoinformatics. (June 01, 2011). Uncertainty information fusion for flood risk assessment based on DS-AHP method. 1-6.
- Xie, Y., Yi, S., Tang, Z., y Ye, D. (September 01, 2012). Uncertainty Multi-source Information Fusion for Intelligent Flood Risk Analysis Based on Random Set Theory. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 5(5), 975-984.
- Xing, Z., Rui, X., Fu, Q., Ji, Y., y Zhu, S. (February 01, 2011). Nash model parameter uncertainty analysis by AM-MCMC based on BFS and probabilistic flood forecasting. *Chinese Geographical Science*, 21(1), 74-83.
- Xu, Y., Tung, Y.-K., Li, J., & Niu, S. (January 01, 2009). Alternative risk measure for decision-making under uncertainty in water management. *Progress in Natural Science*, 19, 1, 115-119.

- Xu, Y., Zhang, B., Zhou, B.-T., Dong, S.-Y., Yu, L., Li, R.-K., y Zhang, B. (January 01, 2014). Projected flood risks in China based on CMIP5. *Advances in Climate Change Research*, 5(2), 57-65.
- Xu, Yue-Ping, Booij, Martijn J., & Tong, Yang-Bin. (2010). *Uncertainty analysis in statistical modeling of extreme hydrological events*. Springer.
- Yahiaoui, A., Touaibia, B., & Ferrari, E. (January 01, 2014). A Methodology for Evaluation and Mapping of Flood Risk—A Case Study of Oued Mekerra in the West of Algeria.
- Yan, H., & Moradkhani, H. (March 01, 2015). A regional Bayesian hierarchical model for flood frequency analysis. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 29, 3, 1019-1036.
- Yan, H., & Moradkhani, H. (March 05, 2016). Toward more robust extreme flood prediction by Bayesian hierarchical and multimodeling. *Natural Hazards*, 81, 1, 203-225.
- Yan, K., Di, B. G., & Solomatine, D. P. (January 01, 2013). Exploring the potential of SRTM topographic data for flood inundation modelling under uncertainty. *Journal of Hydroinformatics*, 15, 3, 849-861.
- Yang, Q., Boehm, C., Scholz, M., Plant, C., & Shao, J. (April 26, 2015). Predicting Multiple Functions of Sustainable Flood Retention Basins under Uncertainty via Multi-Instance Multi-Label Learning. *Water*, 7, 4, 1359-1377.
- Yannopoulos, S., Eleftheriadou, E., Mpouri, S., & Giannopoulou, I. (November 01, 2015). Implementing the Requirements of the European Flood Directive: the Case of Ungauged and Poorly Gauged Watersheds. *Environmental Processes : an International Journal*, 2, 1, 191-207.

- Yazdandoost, F., & Bozorgy, B. (January 01, 2008). Flood risk management strategies using multi-criteria analysis. *Proceedings- Institution of Civil Engineers Water Management*, 161(5), 261-266.
- Yazdi, J., & Salehi, N. S. A. (January 01, 2015). An Optimization Model for Floodplain Systems Considering Inflow Uncertainties. *Water Resources Management Dordrecht-*, 29, 4, 1295-1313.
- Yazdi, J., & Salehi, N. S. A. A. (October 01, 2014). Identifying low impact development strategies for flood mitigation using a fuzzy-probabilistic approach. *Environmental Modelling and Software*, 60, 31-44.
- Yazdi, J., Zahraie, B., & Salehi, N. S. A. A. (May 01, 2016). A stochastic optimization algorithm for optimizing flood risk management measures including rainfall uncertainties and nonphysical flood damages. *Journal of Hydrologic Engineering*, 21, 5.)
- Yoon, S.-K., Kim, J.-S., y Moon, Y.-I. (December 01, 2016). Urban stream overflow probability in a changing climate: Case study of the Seoul Uicheon Basin, Korea. *Journal of Hydro-Environment Research*, 13(1), 52-65.
- Young, P. C. (July 15, 2002). Advances in real-time flood forecasting. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 360, 1796, 1433-1450.
- Yu, J. J., Qin, X. S., & Larsen, O. (January 01, 2015). Uncertainty analysis of flood inundation modelling using GLUE with surrogate models in stochastic sampling. *Hydrological Processes*, 29, 6, 1267-1279.

- Yu, J. J., Qin, X. S., & Larsen, O. (March 01, 2013). Joint Monte Carlo and possibilistic simulation for flood damage assessment. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 27, 3, 725-735.
- Yu, J. J., Qin, X. S., Yu, J. J., Larsen, O., & Qin, X. S. (December 02, 2015). Application d'émulateurs RNA pour l'évaluation de la modélisation des inondations. Comparaison de deux schémas de substitution. *Hydrological Sciences Journal*, 60, 12, 2117-2131.
- Yu, J. J., Qin, X. S., Yu, J. J., Larsen, O., & Qin, X. S. (December 02, 2015). Application d'émulateurs RNA pour l'évaluation de la modélisation des inondations. Comparaison de deux schémas de substitution. *Hydrological Sciences Journal*, 60, 12, 2117-2131.
- Yu, W., Nakakita, E., Jung, K., & 12th International Conference on Hydroinformatics - Smart Water for the Future, HIC 2016. (January 01, 2016). Flood Forecast and Early Warning with High-Resolution Ensemble Rainfall from Numerical Weather Prediction Model. *Procedia Engineering*, 154, 498-503.
- Yunus, A. P., Avtar, R., Yamamuro, M., Avtar, R., Kraines, S., Lindberg, F., & Grimmond, C. S. B. (January 01, 2016). Uncertainties in tidally adjusted estimates of sea level rise flooding (bathtub model) for the greater London. *Remote Sensing*, 8, 5.)
- Zamani-Sabzi, H., King, J. P., Gard, C. C., & Abudu, S. (January 01, 2016). Statistical and analytical comparison of multi-criteria decision-making techniques under fuzzy environment. *Operations Research Perspectives*, 3, 92-117.
- Zapata, C., Piñeros, L. y Castaño, D. (2004). el método de simulación de montecarlo en estudios de confiabilidad de sistemas de distribución de energía eléctrica. *scientia et technica* disponible en: <http://4www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053017>

- Zerger, A. (January 01, 2002). Examining GIS decision utility for natural hazard risk modelling. *Environmental Modelling and Software*, 17, 3, 287-294.
- Zhang, J., Chen, L., Singh, V. P., Cao, H., & Wang, D. (January 01, 2015). Determination of the distribution of flood forecasting error. *Natural Hazards : Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 75, 2, 1389-1402.
- Zhang, T., Feng, P., Maksimović, C., & Bates, P. D. (January 01, 2016). Application of a Three-Dimensional Unstructured-Mesh Finite-Element Flooding Model and Comparison with Two-Dimensional Approaches. *Water Resources Management : an International Journal - Published for the European Water Resources Association (ewra)*, 30, 2, 823-841.
- Zhao, Y. X., y Zhang, Y. M. (November 01, 2012). Floodwater Utilization Integrated Risk Evaluation Model Based on D-S Evidential Theory. *Advanced Materials Research*, 599, 787-794.
- Zheng, F., Leonard, M., & Westra, S. (December 01, 2017). Application of the design variable method to estimate coastal flood risk. *Journal of Flood Risk Management*, 10, 4, 522-534.
- Zia, A., y Glantz, M. H. (April 01, 2012). Risk Zones: Comparative Lesson Drawing and Policy Learning from Flood Insurance Programs. *Journal of Comparative Policy Analysis*, 14(2), 143-159.