

CONDICIÓN DE PELIGROSIDAD DE INUNDACIÓN PARA LAS PERSONAS

Guillermo Víctor Malinow

Guillermo Malinow y Asociados S.R.L.

Av. Cabildo 3150 piso 9 – C1429AAP – Buenos Aires, Argentina – telfax: 54 11 45 44 39 69
gmalinow@gmalinow-ingenieria.com.ar - http://www.gmalinow-ingenieria.com.ar

Introducción

La demarcación de las zonas de riesgo de inundación y la evaluación de la vulnerabilidad de las áreas potencialmente afectables por ésta, es la base para elaborar la cartografía temática de riesgo de inundaciones (CTRI), paso previo ineludible para la puesta en práctica de cualquier tipo de medida no estructural y por tanto esencial para poder llevar a cabo una gestión eficaz de las zonas inundables.

El hecho de poder materializar la zonificación de riesgos y peligrosidades, a partir de la estimación de la altura de inundación y la velocidad del agua en cada punto de interés, resulta de estricta utilidad para delimitar la extensión de las áreas a incluir en los mapas de inundación así como para orientar la planificación territorial y urbana, de modo de poder establecer las correspondientes restricciones al uso y/o dominio del suelo, y para planificar las acciones de protección civil que permitan actuar durante las emergencias.

Para ello se trata de definir la condición de “inundación peligrosa” para interpretar a partir de cuando habría peligro para la integridad física de una persona, es decir como poder valorar la capacidad de arrastre del agua y la muerte por ahogamiento de la misma.

Objetivos

El presente documento tiene por objetivo proponer elementos de juicio para valorar el nivel de peligrosidad de inundación a ser tenido en cuenta para elaborar la cartografía temática de inundaciones.

Criterios

En general esta condición se la relaciona con parámetros tales como la profundidad h , la velocidad del agua v para cada sitio dentro de la zona de inundación, o bien el producto de ambos $h * v$, para poder clasificar la zona de inundación entonces en zona de “inundación muy peligrosa” y zona de “inundación de mediana peligrosidad”.

También, más recientemente, se ha intentado reflejar esta condición adicionando otro parámetro como ser el arrastre del agua A por unidad de ancho de la lámina líquida.

En el presente trabajo se investiga acerca de las normas de aplicación en distintos países del mundo y por distintas organizaciones abocadas a la definición de estos parámetros, pudiéndose verificar que no existe un criterio unificado para definir la condición peligrosa.

Normas en Aplicación en el Mundo

Algunos experimentos llevados a cabo en la Universidad Estatal de Colorado, U.S.A. (Transportation Department, 2002) han mostrado que una persona parada en el agua durante una inundación es cada vez menos estable a medida que la velocidad o la profundidad del agua aumenta.

Un repaso de algunas recomendaciones para clasificar el riesgo de inundación vigentes en diferentes países muestra que los criterios adoptados tienden a valores parecidos de

estos parámetros, pero no hay un criterio unificado aún en el plano internacional.

En España, la Confederación Hidrográfica del Júcar establece que la condición de peligrosidad se cumple para profundidades $h > 1,00$ m., velocidades $v > 1$ m/seg. y situaciones en las que el producto de ambas variables $h * v > 0,50$ m²/seg..

Para cauces urbanos andaluces la división de tales zonas es cuando se cumple que el producto de la profundidad por la velocidad del agua $h * v = 0,50$ m²/seg.

En Australia se establece que a un adulto le resulta difícil y peligroso desplazarse por el agua cuando la profundidad de la lámina $h > 1,20$ m., o cuando la velocidad del agua $v > 0,80$ m/seg., o para diferentes combinaciones de la profundidad y de la velocidad entre estos límites.

La Oficina Federal de Agua y Geología de Suiza (OFEG), basándose en el producto $h * v$ propone una valoración de la peligrosidad particular de la onda de inundación en: elevada, mediana, moderada y baja. En la Tabla N° 1 se indican tales rangos del nivel de peligrosidad.

Tabla 1.- Condición de peligrosidad de inundación según la Oficina Federal de Agua y Geología de Suiza

Condición de peligrosidad	$v * h$ [m ² /seg]
Elevada	≥ 2
Mediana	$1 \leq v * h < 2$
Moderada	$0,5 \leq v * h < 1$
Baja	$< 0,5$

Para la confección de CTRI por inundaciones debidas a la falla de presas, en el Estado de California, U.S.A., se exige que el área de inundación debe extenderse hasta donde se cumpla la condición de que la profundidad del agua sea $h \leq 0,30$ m., medida sobre el nivel preexistente antes del accidente, y la velocidad de la misma sea $v \leq 2,60$ m/seg.

En España, la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, dependiente del Ministerio de Medio Ambiente, para elaborar los CTRI debida a la hipotética rotura de una presa, para evaluar las afectaciones y daños potenciales, propone el empleo de relaciones empíricas de la profundidad y la velocidad media del agua, información resultante de la modelación hidráulica de propagación de la onda de crecida.

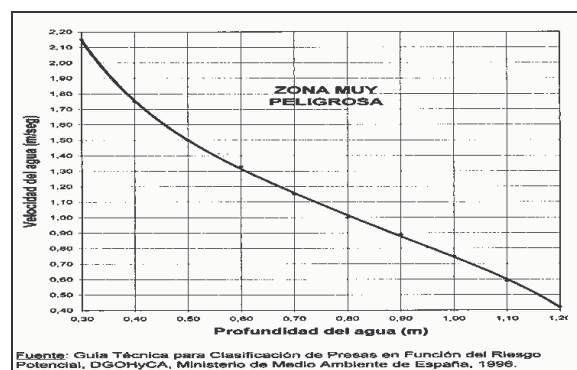


Figura 1

De tales relaciones se ha elaborado la curva límite de gran peligro para las vidas humanas para el caso de campo abierto, que se muestra en la Figura 1.

De experimentaciones realizadas que se citan en la literatura técnica, los valores de arrastre unitario para valorar la peligrosidad por inundación son de 1.500 N/m para la condición de baja peligrosidad y de 2.500 N/m para el límite superior, superado el cual la condición es de alta peligrosidad.

Para determinar el arrastre unitario de una corriente por metro de ancho de la sección de escurrimiento, se emplea la ecuación siguiente:

$$A = \gamma_w \left(\frac{v^2 h}{g} + \frac{h^2}{2} \right)$$

donde:

A : arrastre unitario de la corriente [N/m];

v : velocidad del agua [m/seg];

h : profundidad [m];

g : aceleración de la gravedad [m/seg²];

γ_w : peso específico del agua [N/m³].

En dicha documentación se citan los rangos para valorar la condición de peligrosidad relativa de inundación considerando además la profundidad y la velocidad media del agua. En forma experimental también se ha verificado que, para que una persona pueda mantener la estabilidad durante una inundación, debe cumplirse la condición de $h * v \leq 0,60 \text{ m}^2/\text{seg}$.

Combinando el arrastre unitario, la profundidad y la velocidad del agua se puede valorar la peligrosidad relativa, indicándose en la Tabla N° 2 los rangos recomendados.

Tabla 2.- Condición de peligrosidad relativa en función de la profundidad y la velocidad del agua para valores de referencia de arrastre admisibles.

Peligrosidad relativa	A _{adm} (N/m)	Velocidad del agua (m/seg.)		
		v < 0,50	0,50 ≤ v < 1,00	1,00 ≤ v < 1,50
Baja	1500	h < 0,50 m	h < 0,30 m	h < 0,30 m
Intermedia		0,50 ≤ h < 0,70	0,30 ≤ h < 0,50	
Alta	2500	h ≥ 0,70 m	h ≥ 0,50 m	h ≥ 0,30 m

Conclusiones

A los fines de proponer un criterio para ser considerado en nuestro país, del análisis de los valores obtenidos experimentalmente y de los adoptados por diferentes regulaciones, surge un criterio de considerar profundidades de la lámina de agua $h > 1,00$ a $1,20$ m. para la que una persona pierde la estabilidad y corre serio peligro de morir ahogado cuando las velocidades medias del agua son a su vez $v \approx 0,30$ a $0,50$ m/seg.

A su vez hay que tener en cuenta que cuando la velocidad del agua $v > 0,80$ m/seg. a un individuo le resulta peligroso desplazarse por el agua sin perder la estabilidad.

Del análisis de todos los límites descriptos surge que cuanto más alto es el valor del parámetro $h * v$ más arriesgado es asumir que todavía no se ha alcanzado la condición de alta peligrosidad.

Es por ello que resulta conveniente considerar una zona de transición a partir de la cual se estará en la condición de peligrosidad alta, cuyo rango de valores se indican en la Tabla N° 3 y su representación gráfica se indica en el Gráfico N° 2. El criterio ingenieril permitirá luego la selección de los parámetros más aconsejables según el caso de que se trate:

Tabla N° 3.- Zona de transición propuesta

Delimitación superior	$h * v = 0,60 \text{ m}^2/\text{seg}$	para: $h \leq 1,20 \text{ m}$; $v \leq 1,00 \text{ m/seg}$
Delimitación inferior	$h * v = 0,50 \text{ m}^2/\text{seg}$	para: $h \leq 1,00 \text{ m}$; $v \leq 0,80 \text{ m/seg}$

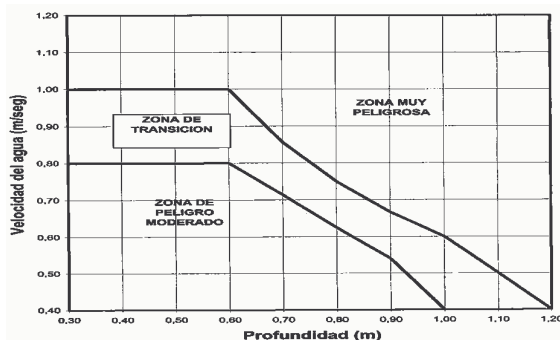


Figura 2.- Rango de valores propuestos por el autor para definir la zona límite.

En cuanto a valores de la profundidad y la velocidad del agua para inundaciones en zonas urbanas o de viviendas, cabe mencionar que la literatura técnica consultada cita que para mantener la seguridad edilicia ya es altamente peligroso cuando las velocidades de la corriente $v \geq 1,50$ m/seg., y peor aún cuando $v \geq 2,00$ m/seg.

El documento español que propone el empleo de valores empíricos para esta situación, incluye velocidades muy superiores a las propuestas para campo abierto. Desde una posición conservadora, y dada la responsabilidad que implica asumir valores recomendables para estos casos, se sugiere ser precavido al momento de adoptar el criterio de valoración.

Finalmente, respecto a la inclusión del arrastre unitario de la corriente como otro parámetro a considerar, dada la poca información desarrollada y recopilada sobre este punto, no se está en condiciones de considerarla dentro de los criterios para realizar la delimitación en cuestión.

Referencias Bibliográficas

Comunidad Autónoma de Andalucía (2002). *Plan Director de Riberas de Andalucía*, España.

Confederación Hidrográfica del Júcar (2000). *Plan Global frente a Inundaciones en la Ribera del Júcar*, España.

Emergency Management Australia (1999). "Managing the Floodplain", Australian Emergency Manual Series, Guide 3, Australia.

Government of California (2000). *California Code of Regulations. Public Safety, Dam Inundation Mapping Procedures*, U.S.A.

Ministerio de Medio Ambiente de España (1996). *Guía Técnica para Clasificación de Presas en Función del Riesgo Potencial*, Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, España.

Motta D., Galindo Pacheco R., (2004) "Definizione di una Metodologia per la Valutazione degli Indici di Pericolosità Associati ad Eventi Estremi di Carattere Alluvionale o Catastrófico", Cesi, Italia. (Inédito).

Office Federal des Eaux et de la Geologie (2003). *Appreciation du Danger Particulier a l'aide de Calculs Simplifiés de l'onde de Submersion*, Suiza.

Transportation Department of Boulder (2002): *Manual de Protección contra Inundaciones*, Boulder County, Colorado, U.S.A.