

6. RESULTADOS

Una vez definidos los caudales, volúmenes máximos y el porcentaje de eventos de rebase para cada uno de los ensayos realizados (ver capítulo 5), se ha procedido a obtener los resultados de forma teórica y experimental de cada una de las variables mencionadas, según las aproximaciones de Allsop (1998) y Franco (1997).

Puesto que las condiciones de oleaje frente al paramento fueron previamente definidos para poder reproducir las situaciones de diseño contempladas en la aproximación de Allsop este ha sido una de las fórmulas de cálculo utilizadas en nuestro análisis experimental.

Por otro lado, a fin de tener una mayor perspectiva sobre el estado actual del conocimiento del fenómeno de rebase, se ha utilizado la expresión de Franco a modo comparativo, dado que es uno de los autores contemporáneos con una aproximación del fenómeno muy conocida y altamente utilizada.

6.1. ANÁLISIS DEL REBASE COMO CAUDAL

Si bien es cierto que los datos de partida utilizados para ambos autores ha sido el mismo, la comparación entre valores experimentales y teóricos ha sido realizada mediante el uso de variables adimensionales distintas según el caso.

6.1.1. APROXIMACIÓN DE ALLSOP

La aproximación de Allsop para caudales queda diferenciada en dos grupos: condiciones de oleaje reflejante y condiciones de oleaje impactante. Esta diferenciación se realiza a partir del parámetro de oleaje definido por el autor h^* (ver capítulo 3). Para realizar el análisis de resultados también se ha utilizado dicha diferenciación.

6.1.1.1. CONDICIONES DE OLEAJE REFLEJANTES

A partir de R_c/H_s hallamos el resultado teórico del caudal de rebase adimensional propuesto por Allsop con la fórmula $Q\# = 0.05 \exp\left(-2.78 \frac{R_c}{H_s}\right)$ (ver capítulo 3). Obtenemos directamente un caudal adimensional que más adelante compararemos con otros resultados teóricos y experimentales.

6.1.1.2. CONDICIONES DE OLEAJE IMPACTANTES

El francobordo relativo R_h , definido como $R_h = \left(\frac{R_c}{H_s}\right)h_*$, nos conduce a la aproximación teórica del rebase adimensional para oleaje impactante propuesto por Allsop, $Q_h = 0.000137 R_h^{-5.24}$. En el próximo análisis de sensibilidad se comparará este resultado con las otras propuestas.

6.1.2. APROXIMACIÓN DE FRANCO

Encontramos el valor teórico del rebase adimensional para oleaje impactante propuesto

por Franco a partir de la fórmula $Q_h = \frac{\left(\frac{Q}{\sqrt{gh^3}}\right)}{h_*^2}$, donde

$Q = 0.082 \exp\left[-3\frac{R_c}{H_s} 0.83\right]$. De manera alternativa, obtenemos el valor del rebase

adimensional en condiciones de oleaje reflejante por la fórmula $Q\# = \frac{Q}{\sqrt{gH_s^3}}$. Cabe

destacar que en el caso de Franco no se diferencia en ningún momento las condiciones de oleaje impactante, sino que se encuentra directamente el caudal rebasado (ver capítulo 3). Al adimensionalizar el caudal de Franco hemos seguido las premisas de Allsop, diferenciando dos condiciones de oleaje. Los resultados y la comparativa aparecen en el análisis de sensibilidad.

6.2. ANÁLISIS DE EVENTOS DE REBASE

El porcentaje de olas que producen rebase dentro de una serie viene dado por R_h , según la formulación propuesta por Allsop definida por $\frac{N_{ow}}{N_w} = 0.031R_h^{-0.99}$. Esta formulación sólo es válida en el caso de estar en condiciones de oleaje del tipo impactante. Los resultados y la comparativa aparece en el análisis de sensibilidad.

6.3. ANÁLISIS DE VOLÚMENES MÁXIMOS

El volumen máximo de rebase se puede obtener de forma teórica a través de la formulación de Allsop: $V_{\max} = a(\ln N_{ow})^{1/b}$ (ver capítulo 3). En el próximo análisis de sensibilidad se comparará este resultado con las otras propuestas.

6.4. ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES DE PROBABILIDAD

En el Anejo 3 pueden verse las diferentes funciones de probabilidad obtenidas. Las funciones de probabilidad de Weibull triparamétricas, de Gumbell y Exponenciales son de nueva creación, por lo que no pueden compararse con otras funciones de la misma índole usadas en el campo del rebase.

De las funciones obtenidas, las funciones de Weibull triparamétricas con valores de $c = 0.75$, $c = 1.00$ y $c = 1.40$ y las funciones exponenciales, observamos la aparición de probabilidades con valores negativos.

Las funciones de Weibull triparamétricas con valores de $c = 2.00$, las funciones de Gumbel y las funciones de Weibull biparamétricas mantienen un comportamiento muy similar y quedan dentro de un rango de posibles valores correctos de una función de probabilidad. Los dos primeros tipos de funciones mencionadas no tienen un buen ajuste, dejando exentos valores de probabilidad nulos o de muy baja probabilidad. Las figuras 6.1 y 6.2 ofrecen un ejemplo de las anteriores funciones mencionadas.

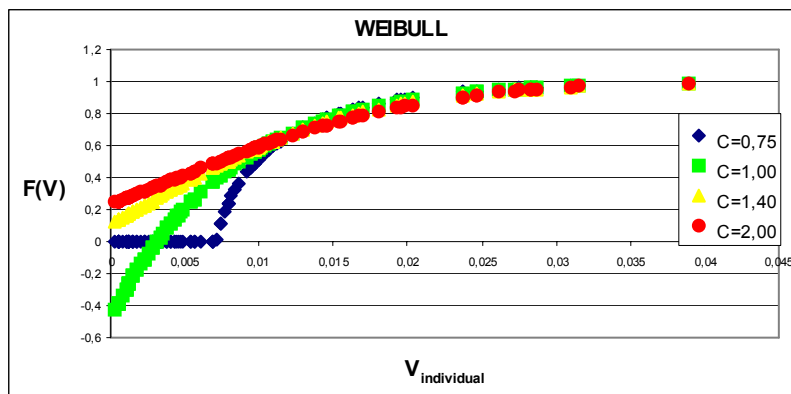


Figura 6.1. Funções de probabilidade de não excedência Weibull triparamétricas.

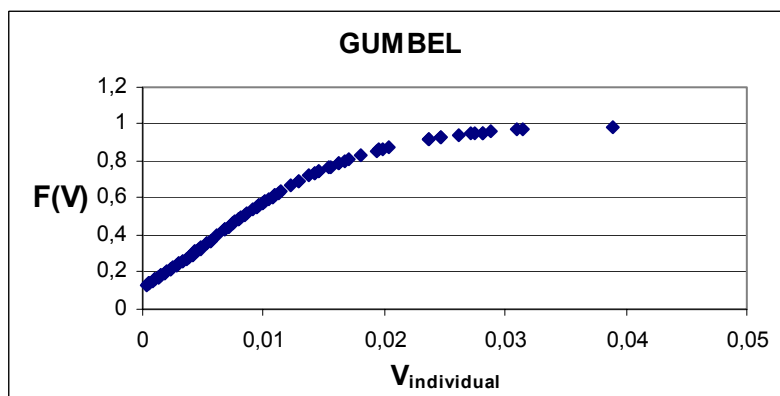


Figura 6.2. Funções de probabilidade de não excedência Gumbel.

Las funciones de Weibull biparamétricas obtenidas de forma experimental tienen un comportamiento diferente a las teóricas propuestas por Allsop (1998). Para pequeños volúmenes de rebase, la probabilidad de no excedencia es menor en las fórmulas experimentales que en las teóricas. Pero al ir incrementando el volumen de rebase, el comportamiento se invierte. Posiblemente, con pequeños volúmenes la divergencia entre las dos formulaciones no tenga importancia. Pero si en el caso de grandes eventos, que son los que pueden provocar serios desperfectos.

6.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el análisis de sensibilidad se ha comparado tanto resultados teóricos como experimentales. La mejor forma de llevar a cabo dicha comparación de una forma rápida ha sido la utilización de gráficas y poder comprobar las discrepancias entre las formulaciones de manera visual.

6.5.1. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE CAUDALES

Para realiza el análisis de sensibilidad de caudales de rebase, se ha diferenciado dos tipos de condiciones de oleaje: reflejante e impactante.

6.5.1.1. CONDICIONES DE OLAJE REFLEJANTES

Con los datos obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio, hallamos de forma experimental el valor de $Q\#$ a partir de la fórmula $Q\# = \frac{Q}{\sqrt{gH_s^3}}$. Este valor de $Q\#$ lo

obtendremos por duplicado, para dos anchuras diferentes de la entrada del tobogán: 1.88 m y 1.20 m. Durante toda la tesina se ha estado trabajando con una anchura de captación de agua rebasada de 1.88 m. Esta nueva medida de 1.20 m se ha considerado únicamente como referencia, dado que la forma de embudo del tobogán de recogida de agua, estrechándose en su parte final, podría provocar la pérdida de agua rebasada. De este modo entramos dentro del lado de la seguridad.

Comparando $Q\#$, diferenciando los valores de rebase teóricos de los hallados experimentalmente, con el francobordo adimensional R_* , obtenemos la siguiente gráfica:

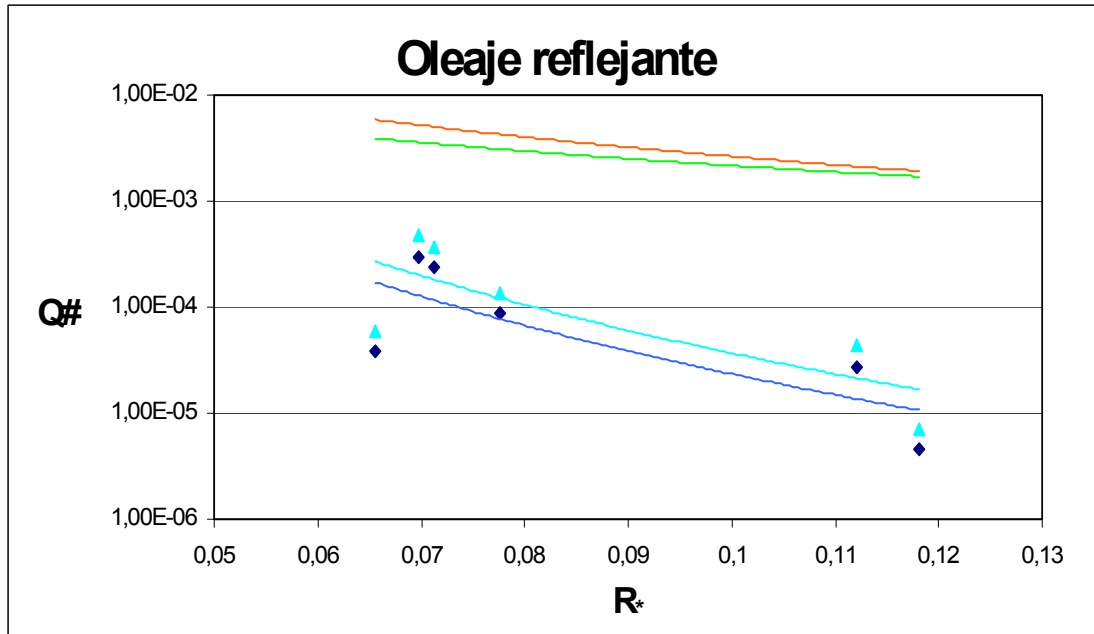


Figura 6.3. Comparativa de Caudales adimensionales para oleaje reflejante: ●Allsop, ●Franco, ▲experimental 1,20 y ●experimental 1.88.

En todos los (datos experimentales y datos teóricos) obtenemos unas líneas potenciales que siguen una forma de tendencia similar. Pero se observa que el valor dado por los datos teóricos del rebase adimensional $Q\#$ (Allsop y Franco) es sensiblemente superior al ofrecido por los datos experimentales. Del mismo modo, a partir del los resultados anteriormente mencionados, obtenemos el resultado del caudal de rebase Q a partir de

la fórmula $Q\# = \frac{Q}{\sqrt{gH_s^3}}$, donde los valores de caudal a partir de datos experimentales

son menores de los obtenidos teóricamente. Los podemos ver en la siguiente tabla:

ENSAYO	Q (m ³ /s) (Experimental)	Q (m ³ /s) (Allsop)
D1	2.08143E-05	0.00340612
D2	3.00531E-06	0.00233865
D3	0.000415484	0.0069733
D4	0.000307714	0.0120916
D5	9.2649E-05	0.00742815
D10	3.98706E-05	0.00915734

Tabla 6.1. Comparativa de caudales.

6.5.1.2. CONDICIONES DE OLEAJE IMPACTANTES.

Obtenemos el valor experimental de Q_h , a partir de los datos experimentales y de la

fórmula $Q_h = \frac{\left(\frac{Q}{\sqrt{gh^3}}\right)}{h_*^2}$. En la gráfica siguiente podemos ver la comparativa entre los

dos resultados obtenidos del caudal de rebase adimensional, teórico y experimental:

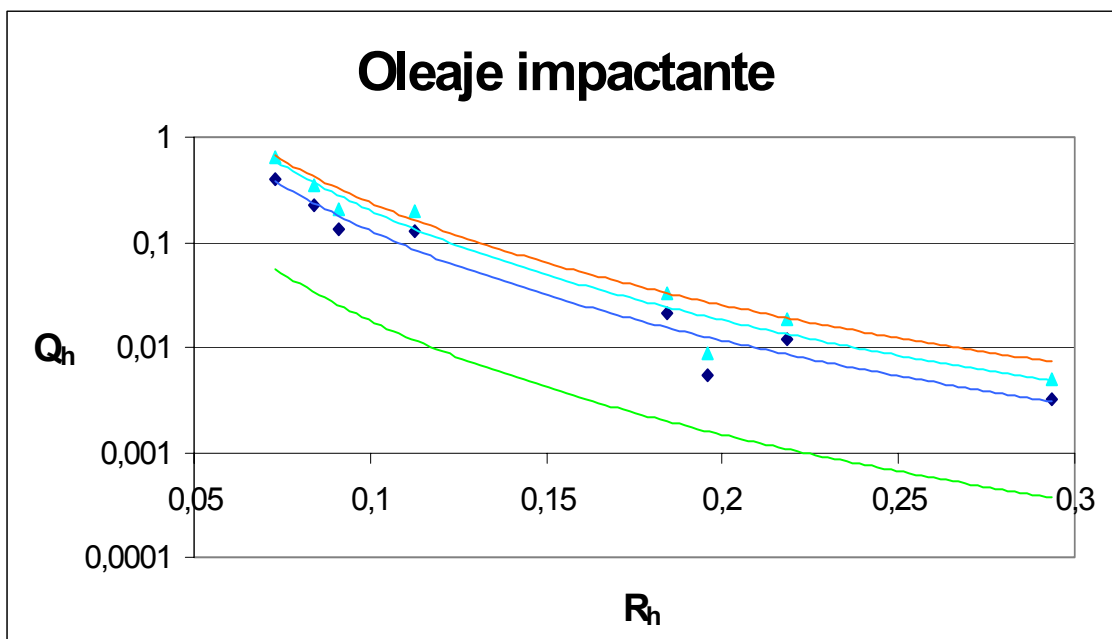


Figura 6.4. Comparativa de Caudales adimensionales para oleaje impactante: ●Allsop, ●Franco, ▲experimental 1,20 y ●experimental 1,88.

En todos los (datos experimentales y datos teóricos) obtenemos unas líneas potenciales que siguen una forma de tendencia similar. Pero se observa que el valor dado por los datos teóricos del rebase adimensional Q_h (Allsop y Franco) es sensiblemente superior al ofrecido por los datos experimentales. Esto nos lleva a la suposición de que la formulación de Allsop y la de Franco para la obtención del rebase adimensional en oleaje reflejante tiende a sobrevalorar el resultado final. Del mismo modo, a partir de los resultados anteriormente mencionados, obtenemos el resultado del caudal de rebase

Q a partir de la fórmula $Q_h = \frac{\left(\frac{Q}{\sqrt{gh^3}}\right)}{h_*^2}$, donde los valores de caudal a partir de datos

experimentales son menores de los obtenidos teóricamente. Los podemos ver en la siguiente tabla:

ENSAYO	Q (m ³ /s) (Experimental)	Q (m ³ /s) (Allsop)
A3	0.000378	0.000585
A4	0.000253	0.000408
A5	0.000092	0.000214
A8	0.001242	0.002335
A9	0.000726	0.001740
A10	0.000074	0.000361
A11	0.001835	0.002984
A12	0.000853	0.001708

Tabla 6.1. Comparativa de caudales.

6.5.2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE EVENTOS DE REBASE

Para obtener el porcentaje de olas de rebase de forma experimental bastará realizar la operación $\frac{N_{ow}}{N_w}$, utilizando los datos experimentales, y obtener directamente el

valor. En la gráfica siguiente podemos ver la comparación entre los valores obtenidos de forma teórica y de forma experimental:

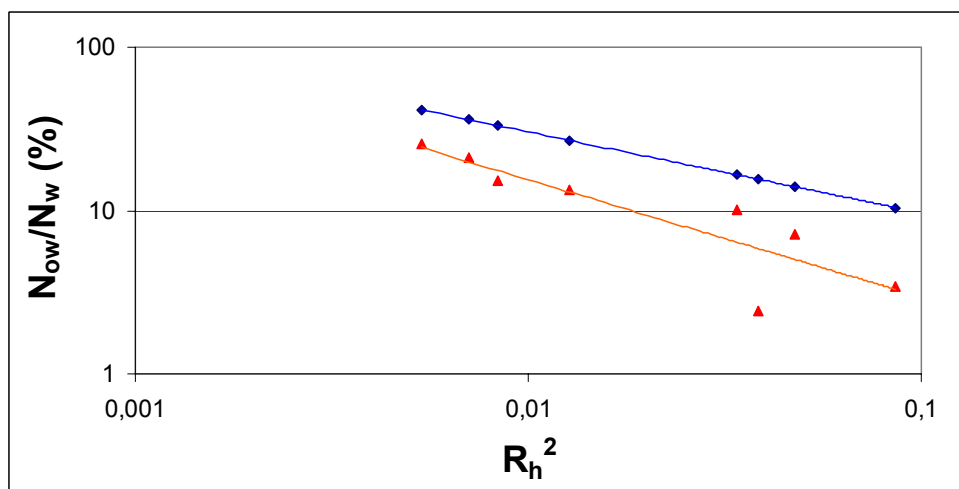


Figura 6.5. Comparativa de porcentaje de eventos: ●Allsop y ●experimental.

Se puede observar que los resultados teóricos nos ofrecen unos valores superiores a los valores obtenidos de forma experimental.

6.5.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE VOLÚMENES MÁXIMOS

El volumen máximo de rebase se puede obtener de forma teórica a través de la formulación de Allsop: $V_{\max} = a(\ln N_{ow})^{1/b}$. El volumen de rebase máximo experimental se extrae directamente de los datos obtenidos experimentalmente (Anejos 1 y 2). En la gráfica siguiente se contrastan los valores obtenidos teóricamente y experimentalmente:

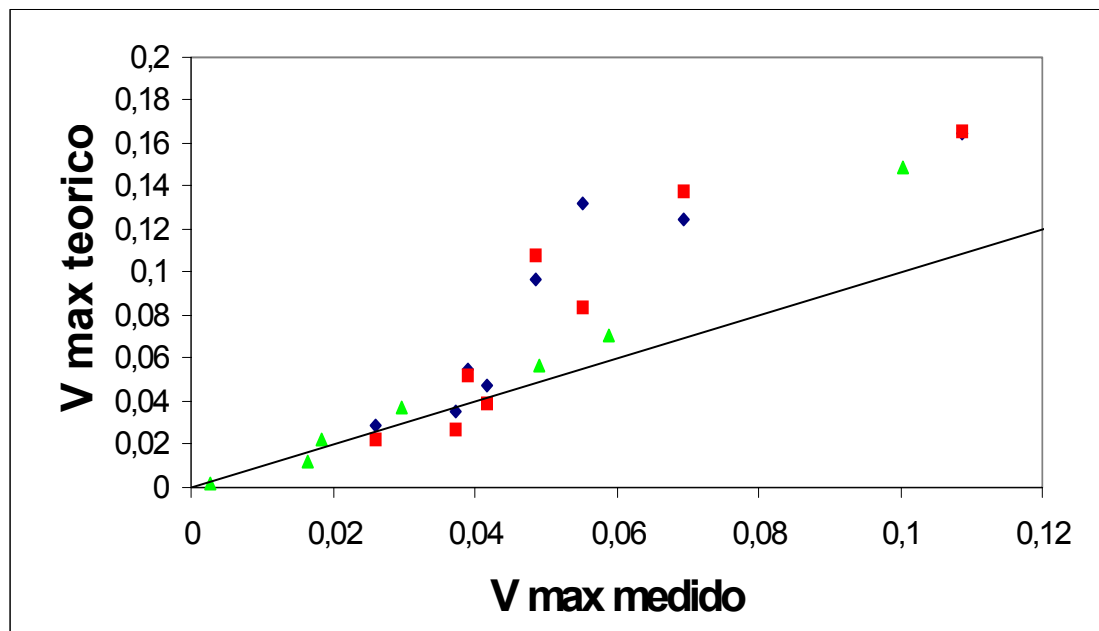


Figura 6.6. Comparativa de volúmenes máximos. ● V_{\max} teórico (a partir de N_{ow}/N_w teórico) vs. V_{\max} experimental en condiciones de oleaje impactante; ● V_{\max} teórico (a partir de N_{ow}/N_w experimental) vs. V_{\max} experimental en condiciones de oleaje impactante; ● V_{\max} teórico vs. V_{\max} experimental en condiciones de oleaje reflejante;

Existe en la gráfica una línea divisoria que sigue la recta $y = x$. La mayor parte de los puntos queda sobre el área triangular superior, lo que nos indica que los valores medidos teóricamente son superiores a los obtenidos durante los ensayos experimentales.