

## 8. CONCLUSIONES

Sin duda alguna la precisión en los ensayos es fundamental, aunque es un trabajo bastante duro es necesario intentar ser lo más meticuloso posible en la preparación de cada ensayo. De lo contrario estaremos trabajando con datos erróneos.

Es necesario conocer el funcionamiento del circuito que recircula el agua, hay que tener claro que el depósito con el que se trabaja no dispone de gran capacidad, y que para los caudales que se utilizaron en la presente tesina el depósito no tenía el suficiente volumen, razón por la cual el proceso de llenado de la zanja había que hacerlo por fases teniendo extrema precaución en que no entrase aire en las bombas.

Durante el proceso de ejecución de los ensayos hay que tener claro que medidas hay que anotar, de lo contrario nos podemos encontrar con problemas a la hora de sacar resultados.

El modelo inicial con el que se trabajó dividía el proceso de erosión en tres fases: la activa, formada por el vórtice que funciona como motor de la erosión; la pasiva, formada por los colapsos o derrumbes de la pared del foso; y la fase de equilibrio, en la cual aunque el vórtice sigue existiendo, ya no es capaz de sacar el material del foso y por lo tanto la erosión se detiene.

Se pensaba que la fase pasiva no empezaba hasta que no se producía una erosión inicial equivalente a el ancho efectivo de la pila, sin embargo se encontró que realmente el fenómeno pasivo empezaba desde el inicio del ensayo.

Al comparar el comportamiento de la erosión entre pilas circulares y cuadradas se verificó que la erosión de equilibrio era mucho menor en las pilas circulares. Por el contrario el tiempo de equilibrio es mucho mayor. En cuanto a la erosión aguas abajo de la pila (sonda6), en las pilas circulares empieza mucho antes que en las pilas cuadradas. Se encontró que en el proceso de erosión de las pilas circulares se producían unas sedimentaciones bastante pronunciadas cada cierto intervalo de tiempo, de hecho se comprobó que se producen mayores sedimentaciones y erosiones en la pila circular que en la cuadrada. Sería interesante analizar este aspecto con Transformadas de Fourier en futuros estudios.

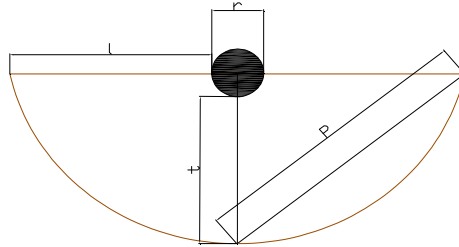
Como dato interesante, hemos comprobado que la geometría de los fosos de erosión, parece ser que siguen la relación de oro.

Relación $\phi$	Diámetro pila (cm)
1.55	9
1.58	6
1.68	5
1.65	4

En este caso la relación está entre las siguientes magnitudes:

$$\frac{D}{P} = \phi$$

**Vista en planta del foso de erosión**



En cuanto a la calibración del primer modelo se dedujo que no funcionaba bien para pilas circulares, puesto que los valores obtenidos de los parámetros no tienen ningún sentido. Primero, los valores calculados de  $e_0$  (erosión límite a partir de la cual empieza a actuar el fenómeno pasivo conjuntamente con el activo) resultan ser superiores a la erosión de equilibrio. Y segundo el área en planta del foso activo se define como  $A=B^2\beta$ , donde  $B$  es el diámetro de la pila y  $\beta$  es un parámetro a calibrar; sin embargo en la calibración del modelo obtuvimos  $\beta=410$ . Esto no tiene ningún sentido ya que el área del foso activo tendría unas dimensiones desproporcionadas.

El segundo modelo se ajusta bastante bien, pero en la gráfica de erosión se produce una inflexión que no coincide con los datos de los ensayos. Esta inflexión se produce en el mismo momento en que se produce el caudal sólido máximo.

Es necesario aclarar que el peso específico de las partículas cambia con la erosión y esto no lo tuvimos en cuenta, sería interesante en futuros estudios tener en cuenta este aspecto.

En ambas calibraciones se encontró que el ensayo de la pila 5 era un poco problemático, y esto ha podido afectar a la calibración. Quizá en el futuro se deba eliminar del ajuste.

Respecto a la formulación de Franzetti, da tiempos de equilibrio muy cercanos a la duración de los ensayos. En cuanto a la evolución de la erosión da valores superiores a los datos obtenidos en los ensayos. Uno de los errores es que no describe bien la evolución inicial de la erosión ya que predice en el primer minuto una erosión de aproximadamente el 20% de la erosión máxima. El principal inconveniente de esta formulación es que para hallar valores de erosión en función del tiempo, es imprescindible conocer la erosión máxima, dato que no se puede obtener sin realizar antes el experimento.

Después de todo el trabajo aquí realizado, se ha visto que aún queda mucho por investigar. El modelo desarrollado por el profesor Allen Bateman y presentado en esta tesina, parece ser que funciona bien pero sin duda alguna es necesario seguir profundizando en él.

FOTOS DEL FOSO FINAL DE EROSION EN PILAS 4, 5 Y 6



*Foto 1. Foso de erosión pila 4.*



*Foto2. Foso de erosión pila 5.*



*Foso pila 6.*

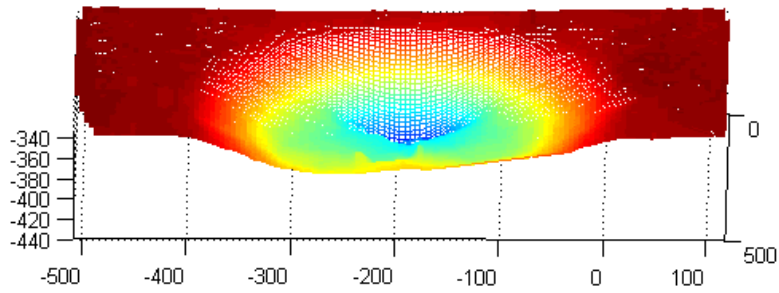


Figura 1. Vista frontal del foso desde agua abajo pila 4.

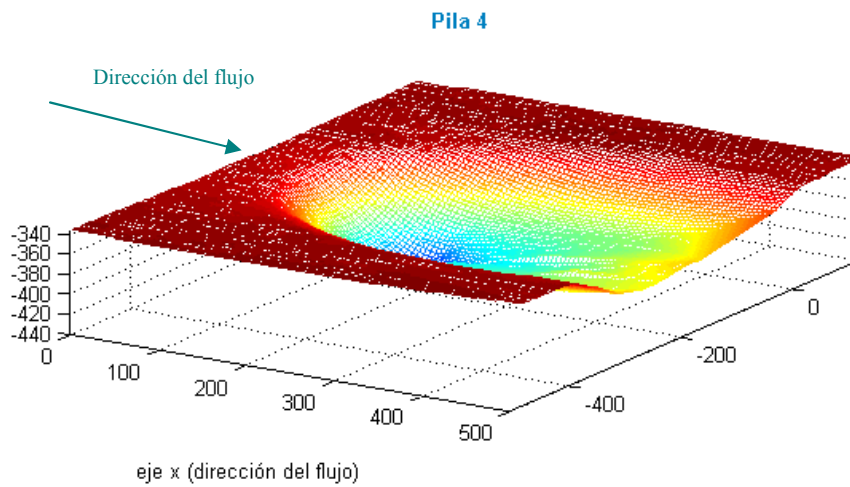


Figura 2. Vista general del foso pila 4.

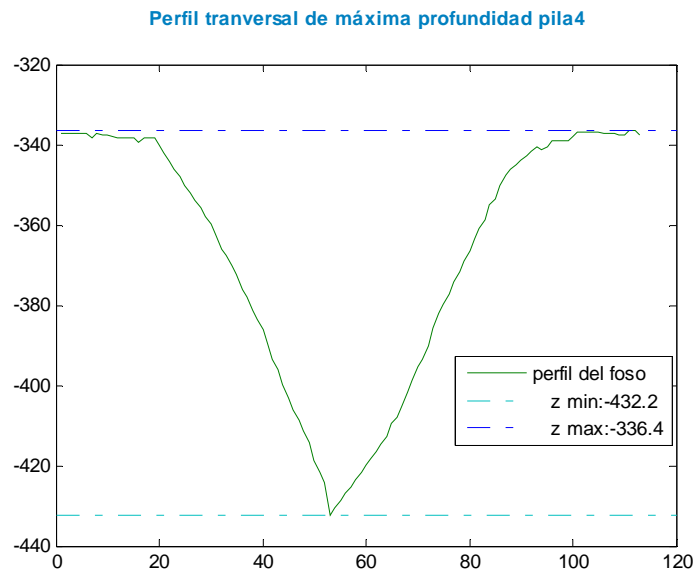


Figura 3. Perfil transversal del foso pila 4

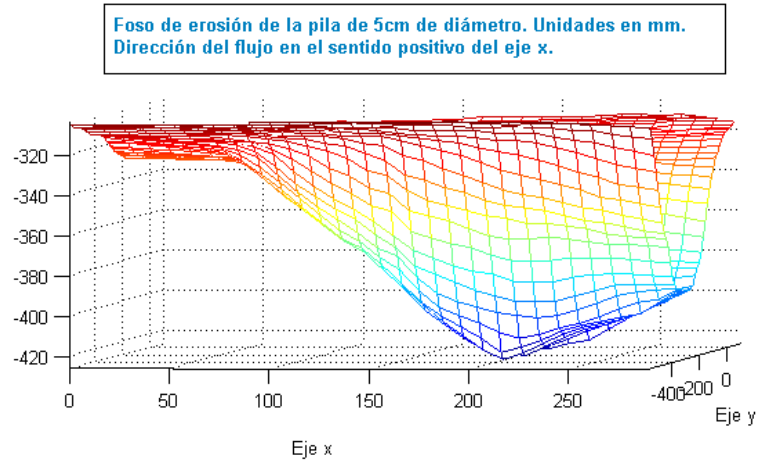


Figura 4. Vista lateral del foso pila 5.

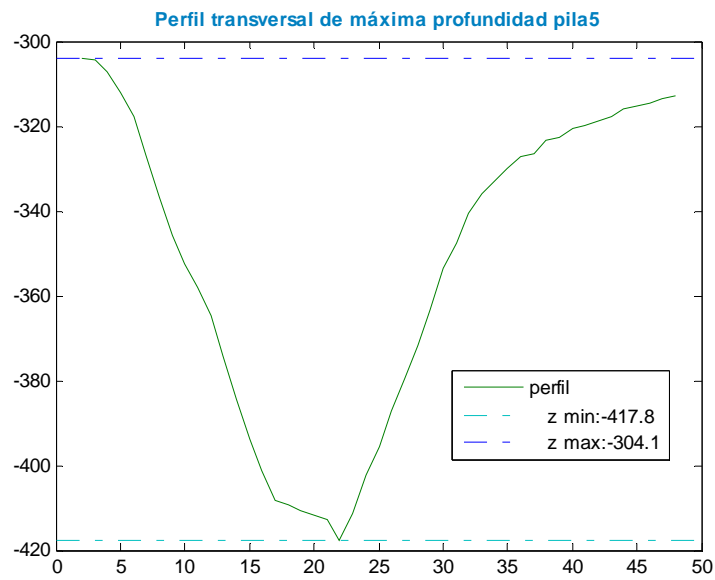


Figura 6. Perfil transversal del foso pila5

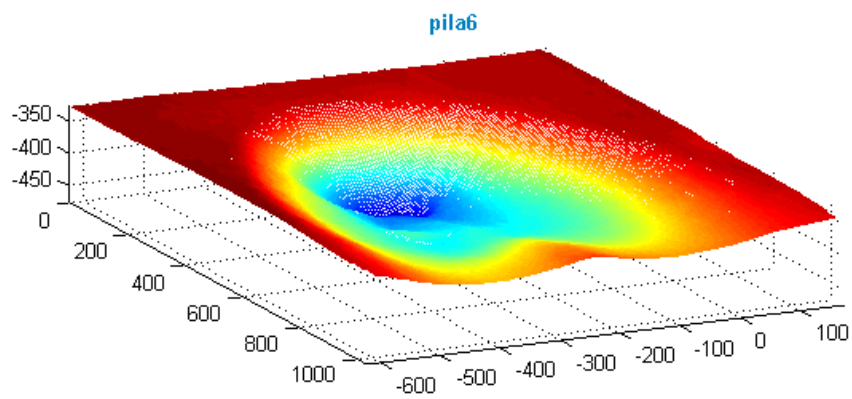


Figura 7. Vista general del foso pila 6

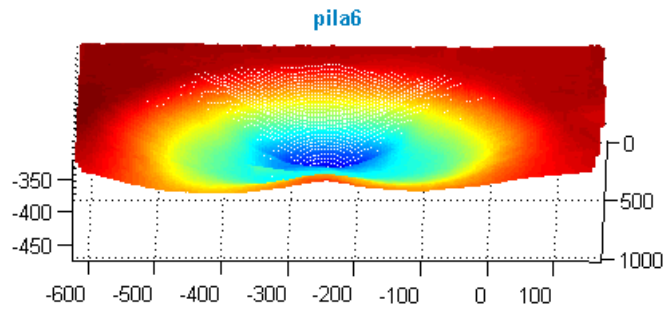


Figura 8. Vista frontal del foso pila 6 desde aguas abajo

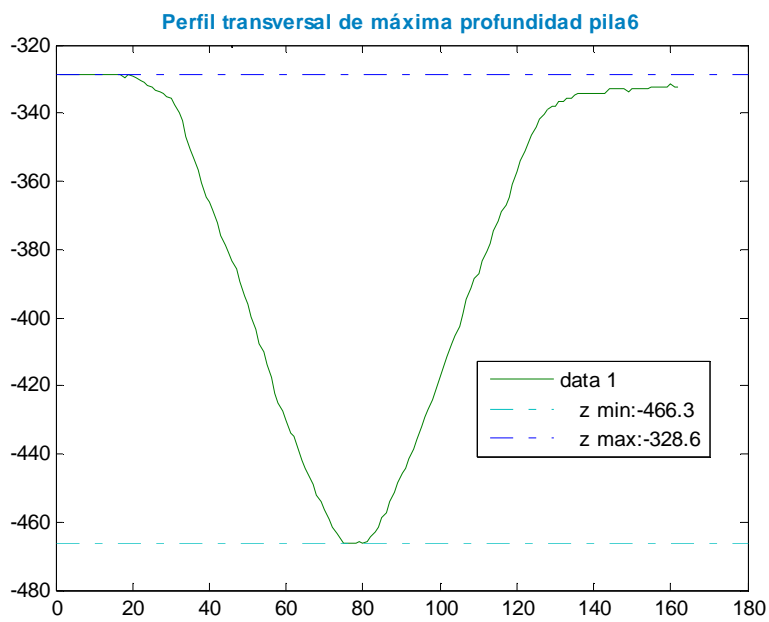


Figura 9. Perfil transversal del foso pila6