

## Cálculo de la Erosión por Contracción en Lecho Vivo

Para estimar la magnitud de la socavación la publicación de HEC N° 18 recomienda usar una versión modificada de Laursen (1960) de la ecuación de erosión en lecho vivo:

$$y_2 = y_1 [Q_2 / Q_1]^{6/7} [W_1 / W_2]^{K_1} \dots\dots\dots (4.32)$$

$$y_s = y_2 - y_0 \dots\dots\dots (4.33)$$

Donde:

- $y_s$  = Profundidad promedio de la erosión por contracción en metros.
- $y_2$  = Profundidad promedio después de la erosión en la sección contraída, en metros.
- $y_1$  = Profundidad promedio en el cauce principal o llanura de inundación en la sección aguas arriba, en metros.
- $y_0$  = Profundidad promedio en el cauce principal o llanura de inundación en la sección contraída antes de la erosión, en metros.
- $Q_1$  = Flujo en el cauce principal o llanura de inundación en la sección aguas arriba, la cual está transportando sedimento, m<sup>3</sup>/s
- $Q_2$  = Flujo en el cauce principal o llanura de inundación en la sección contraída, la cual está transportando sedimento, m<sup>3</sup>/s.
- $W_1$  = Ancho del fondo del cauce principal o llanura de inundación en la sección aguas arriba, en metros.
- $W_2$  = Ancho del fondo del cauce principal o llanura de inundación en la sección contraída menos el ancho de los pilares, en metros. Esto está aproximado como el máximo ancho del área activa de flujo.
- $K_1$  = Exponente para el modo de transporte del material del fondo.

**Tabla** Error! No text of specified style in document..1. Exponente de la ecuación de Laursen para la erosión por contracción

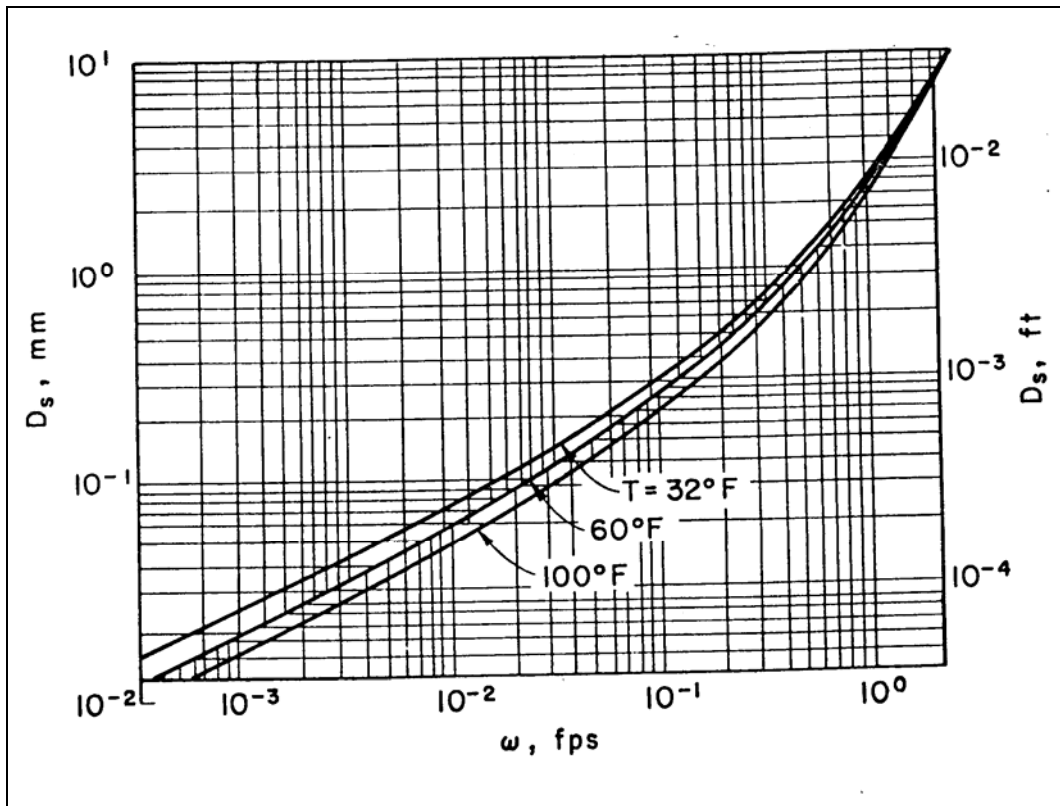
$V^* / \omega$	$K_1$	Modo de transporte del material del fondo
< 0.50	0.59	Mayoría de descarga del material en contacto con el lecho.
0.50 a 2.0	0.64	Alguna descarga del material del fondo en suspensión.
>2.0	0.69	Mayoría de descarga del material del lecho suspendida.

$V^* = (g y_1 S_1)^{1/2}$ , velocidad cortante en el cauce principal o llanura de inundación en la sección aguas arriba, m/s.

$\omega =$  Velocidad de caída del material del fondo basado en el  $D_{50}$ , m/s.

$g =$  Aceleración de la gravedad,  $m/s^2$ .

$S_1 =$  Pendiente de la línea de niveles de energía del canal principal, m/m.



**Figura** Error! No text of specified style in document..1 Velocidad de caída ( $\omega$ ) en función del tamaño de las partículas de arena.



## Ejemplo de aplicación

El río Piura tiene un ancho natural de aproximadamente 250 m (Puente Grau), una pendiente de fondo de 0.3 m/ km ( $S = 0.0003$ ) y un tamaño medio de sedimento en el cauce  $D_{50} = 0.25$  mm. En el tramo urbano de la ciudad de Piura (3 km) el ancho del cauce se reduce entre 100 a 130 m. Durante avenidas extremas la profundidad de agua alcanza los 10 m. Estimar la erosión por contracción en el tramo urbano.



### Datos

$$W_1 \approx 250 \text{ m}$$

$$W_2 = 100 \text{ a } 130 \text{ m.}$$

$Q_1 \approx Q_2$  : despreciando el efecto de las llanuras de inundación (hay diques).

### Exponente K1

$$V^* = (g y_1 S_1)^{1/2} = (9.8 \times 10 \times 0.0003)^{1/2} = 0.54 \text{ m/s}$$

$$w = 0.1 \text{ pie/s} = 0.03 \text{ m/s}$$

$$V^*/w = 0.54/0.03 = 18 \rightarrow K_1 = 0.69$$

### Profundidad de erosión:

$$y_2 = y_1 [Q_2 / Q_1]^{6/7} [W_1 / W_2]^{K_1} \approx 10(250/W_2)^{0.69}$$

$$W_2 = 100 \text{ m} \rightarrow y_2 = 18.8 \text{ m}$$

$$W_2 = 130 \text{ m} \rightarrow y_2 = 15.7 \text{ m}$$

**Comentarios:**

Los resultados sugieren que la erosión ( $y_2-y_1$ ) variara entre 6 a 9 metros dependiendo del ancho de la sección. La figura de abajo muestra los niveles de fondo del cauce del río Piura en el tramo urbano (Tramo B). Los niveles de cauce erosionado fueron medidos en un modelo físico y también calculados con un modelo numérico; ambos modelos fueron calibrados con mediciones de erosión en las secciones de los puentes. Los resultados de erosión predichos por ambos modelos son del mismo orden de magnitud que los valores calculados usando la formula de Laursen.

