

Estratificación térmica

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

- *Baja velocidad y alta profundidad*
- *Epilimnio-metalimnio-hipolimnio*
- *Ciclo anual de estratificación*
- *Determinante de la calidad del agua*

EJEMPLO

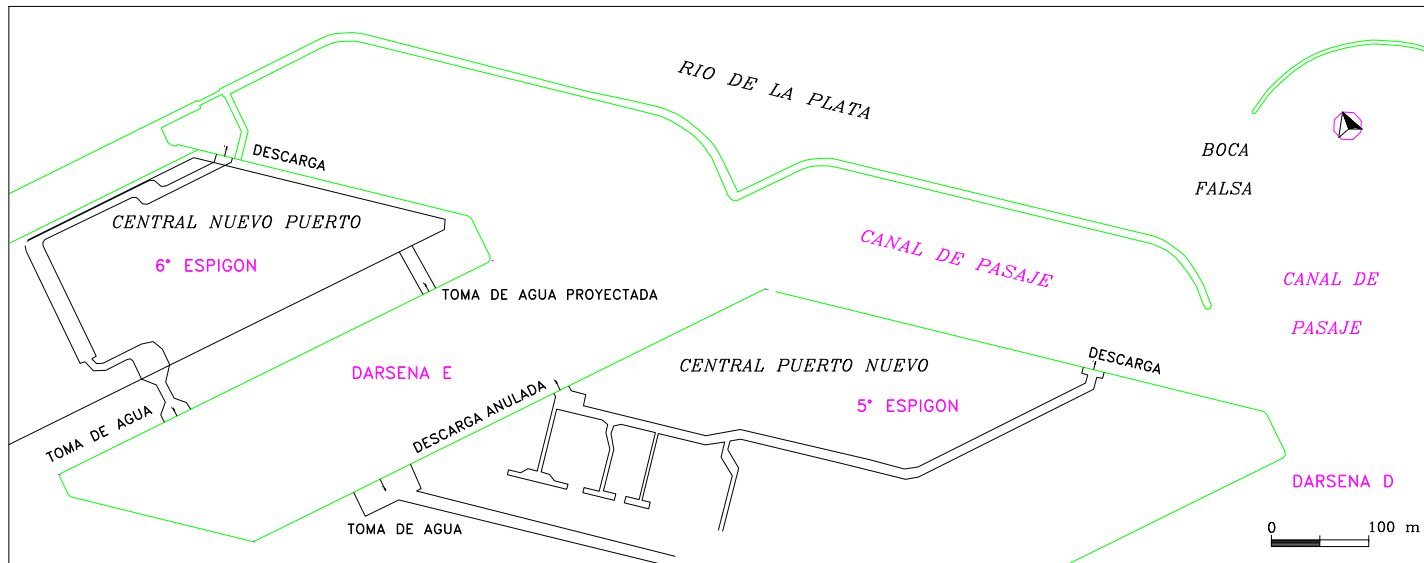
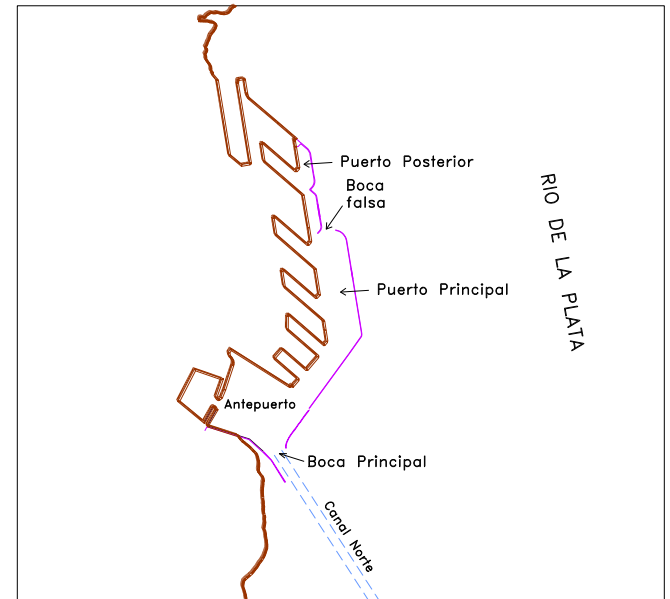
- *Cuenca de enfriamiento de Central Puerto*

Estratificación térmica
MAPA DE UBICACION



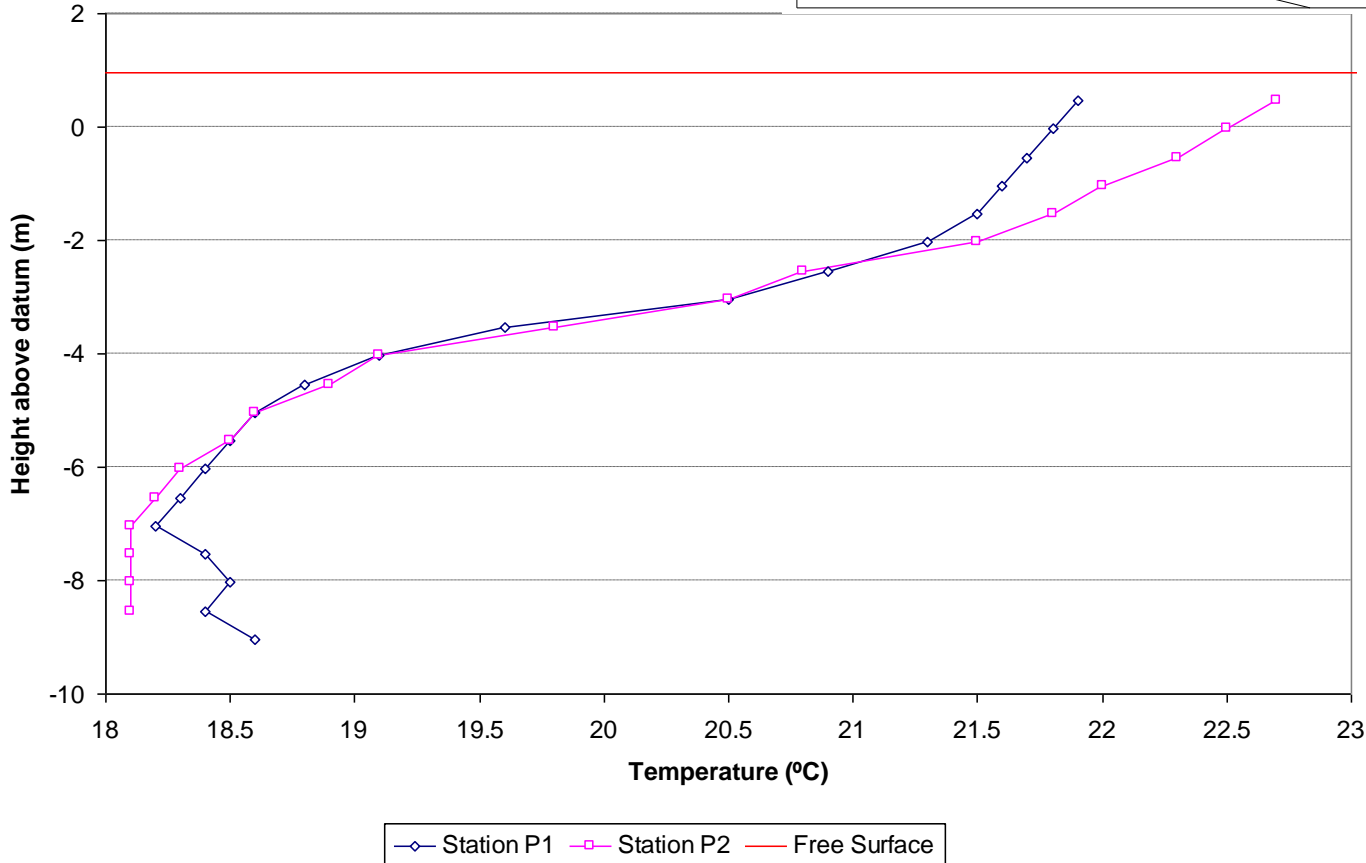
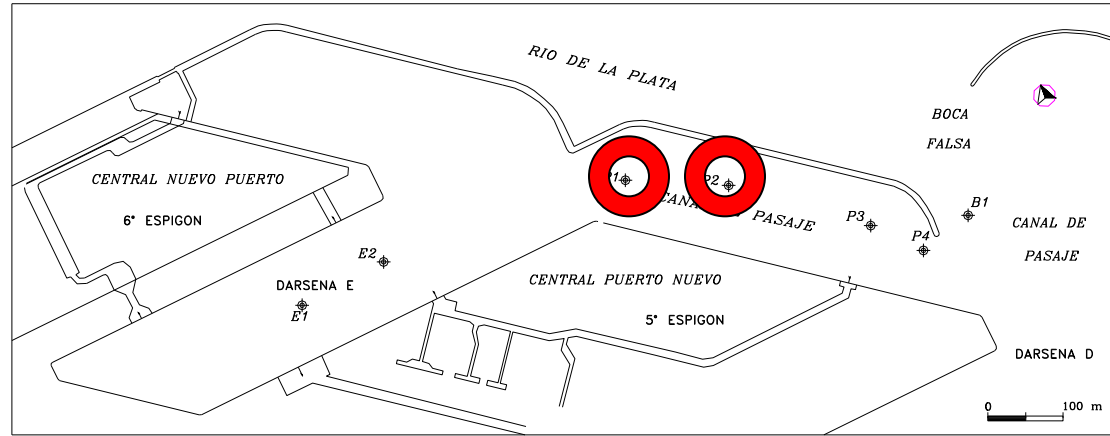
Estratificación térmica

RESERVORIO DE ENFRIAMIENTO DE LA CENTRAL PUERTO



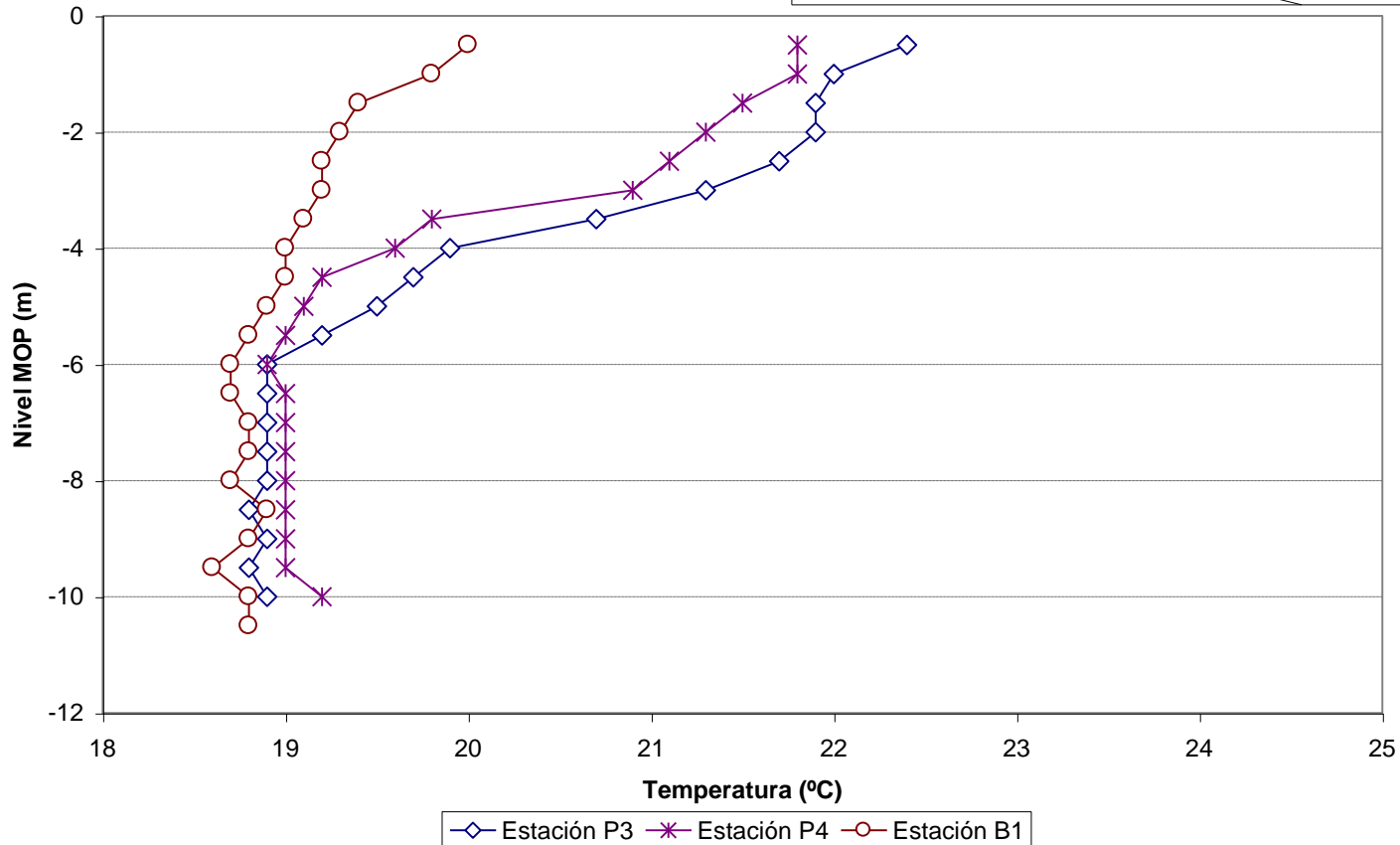
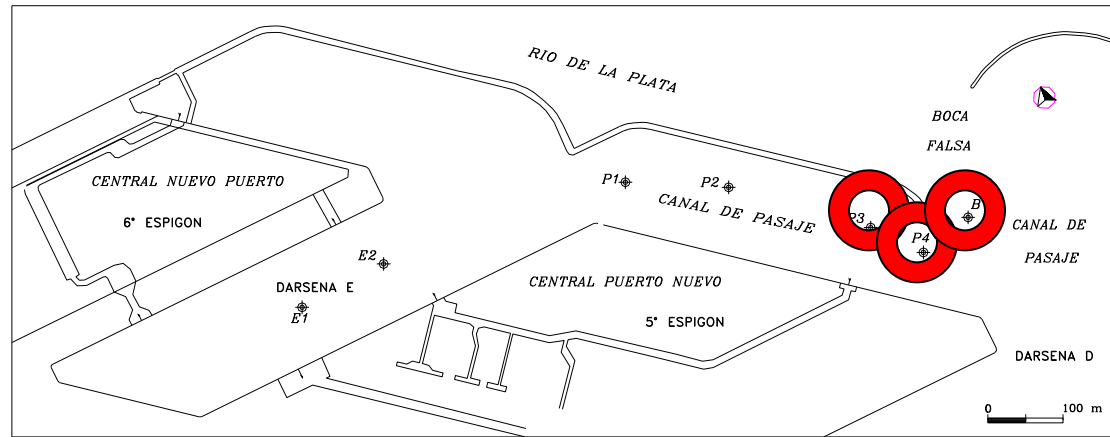
Estratificación térmica

PERFILES INTERIORES



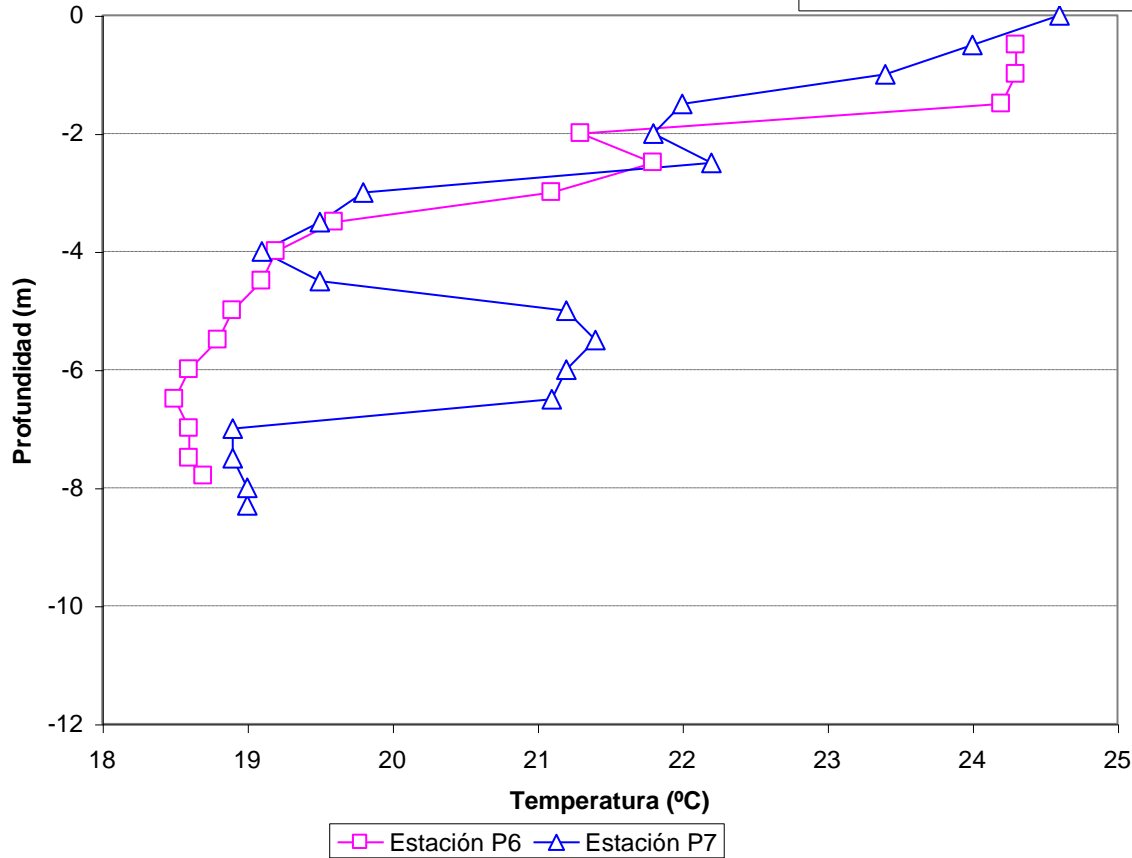
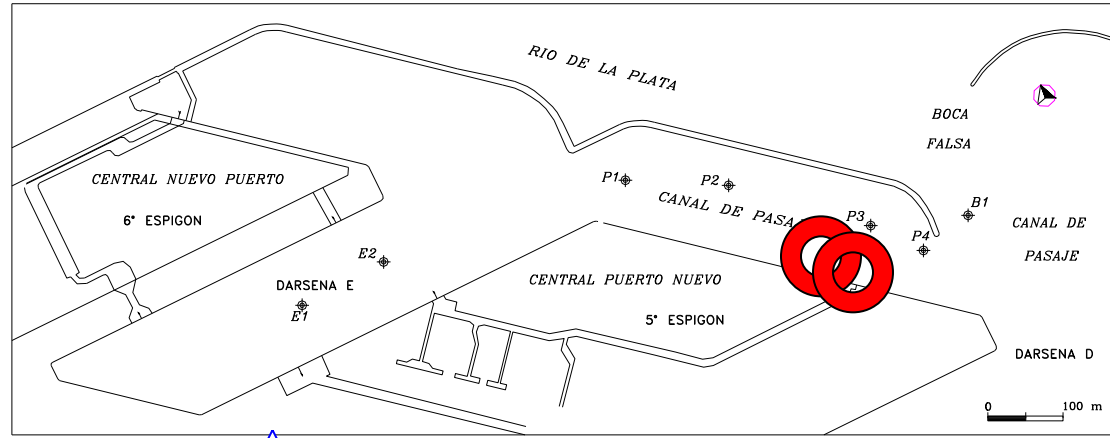
Estratificación térmica

DESESTRATIFICACION



Estratificación térmica

CHORRO DE DESCARGA



Estratificación térmica

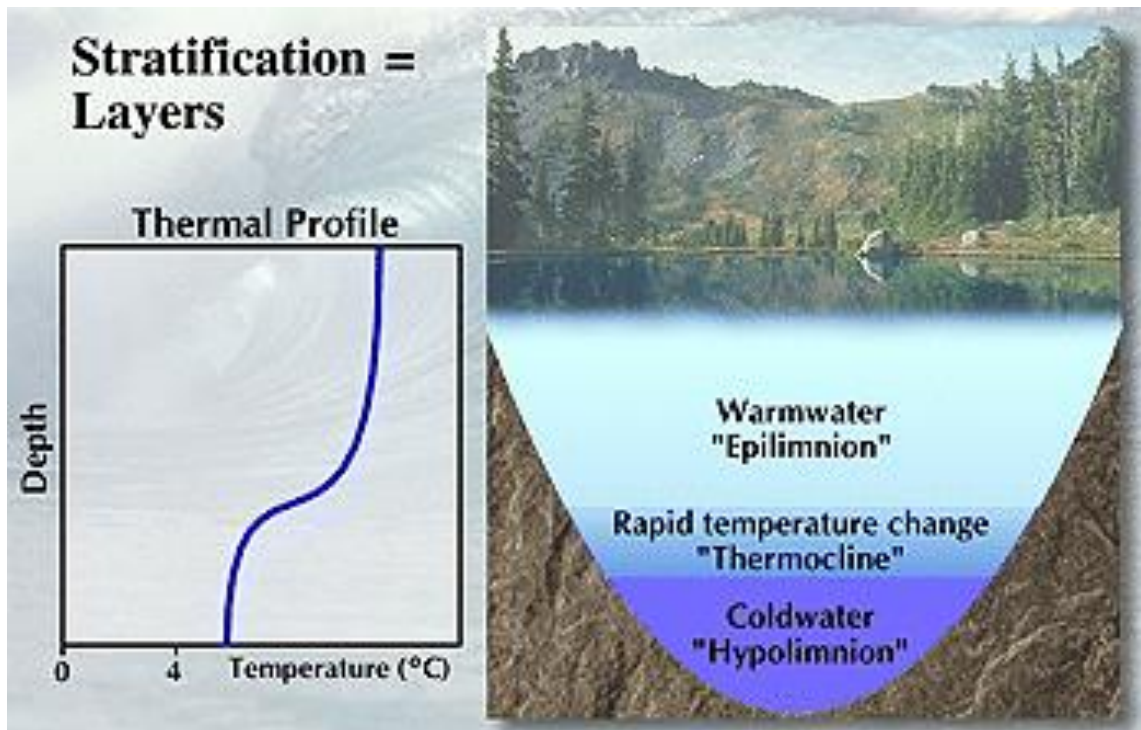
MODELO UNIDIMENSIONAL

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial z} \left(AK_v \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{h}{\rho C_p}$$

$$K_v = \frac{K_{vo}}{(1 - 0,1 Ri)^{1/2}}$$

$$Ri = \frac{N^2}{\left| \frac{\partial U}{\partial z} \right|^2}$$

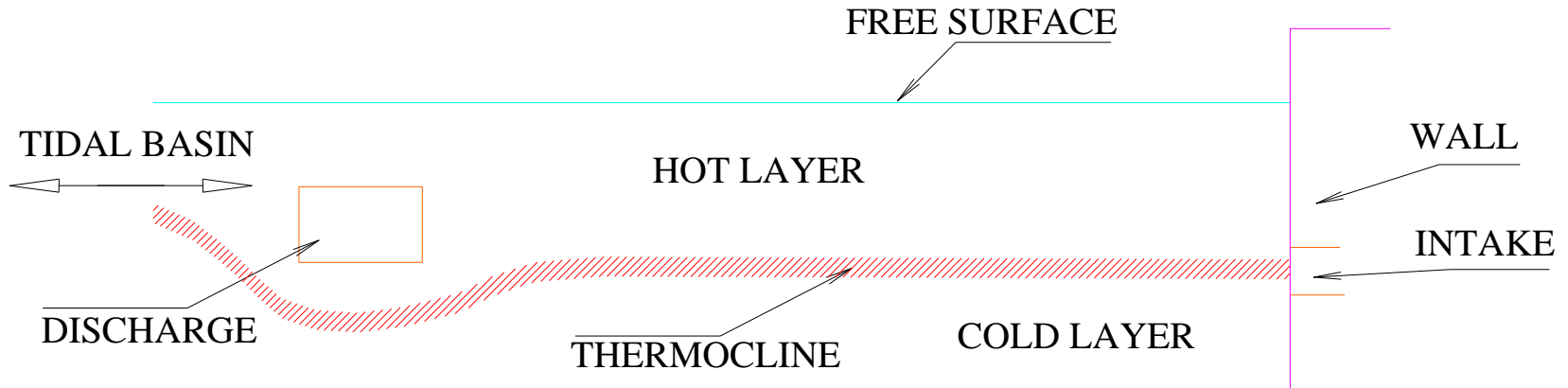
$$N = \sqrt{-\frac{g}{\rho_o} \frac{\partial \rho}{\partial z}}$$



Estratificación térmica

ESQUEMATIZACION DEL PROBLEMA

COOLING POND



Estratificación térmica

BALANCE DE MASA

$$\frac{d\forall_w}{dt} = \alpha Q_i + \beta Q_j - \theta Q_o + e$$

$$\frac{d\forall_c}{dt} = (1 - \alpha) Q_i - (1 - \theta) Q_o - e$$

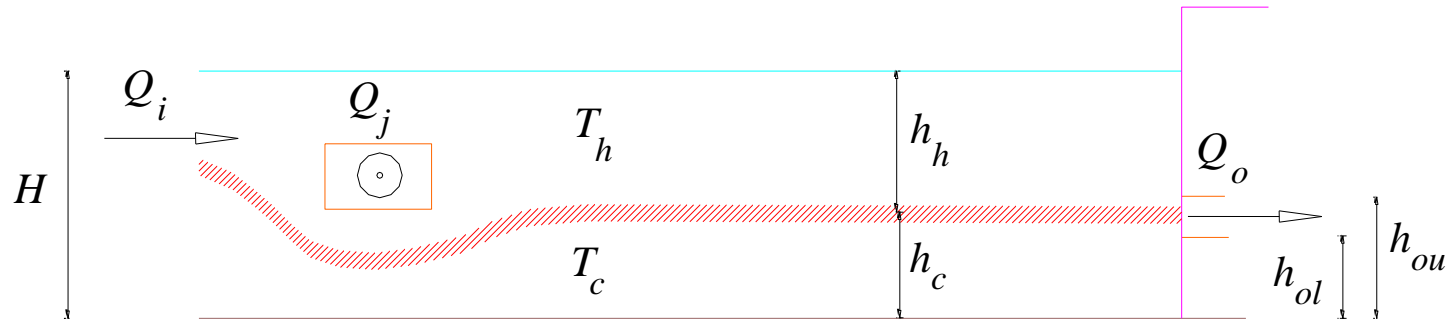
$\alpha =$ *Entrainment coefficient*

$\beta =$ *Partition coefficient*

$\theta =$ *Suction coefficient*

Estratificación térmica

ENTRADA DE MASA



$$Q_i = \frac{d}{dt}(AH) - \beta Q_j - Q_o$$

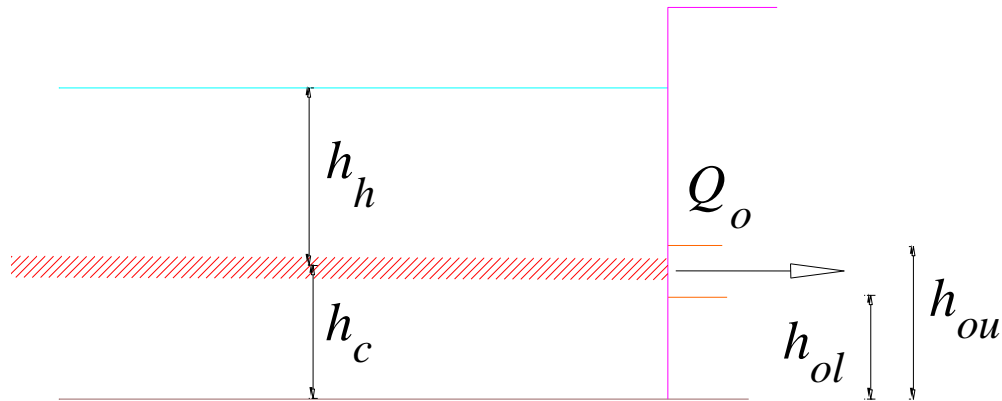
$$\alpha = e_w \frac{Q_j}{Q_i} \frac{B}{B_j} \frac{h_h}{h_j} ; \quad e_w = \frac{0.075}{\sqrt{1 + 715 Ri^{2.4}}}$$

Q_j given

$$\beta = 1 - 0.5 e^{-\frac{r}{r_0}} ; \quad r \equiv \frac{Q_i}{Q_j}$$

Estratificación térmica

SALIDA DE MASA

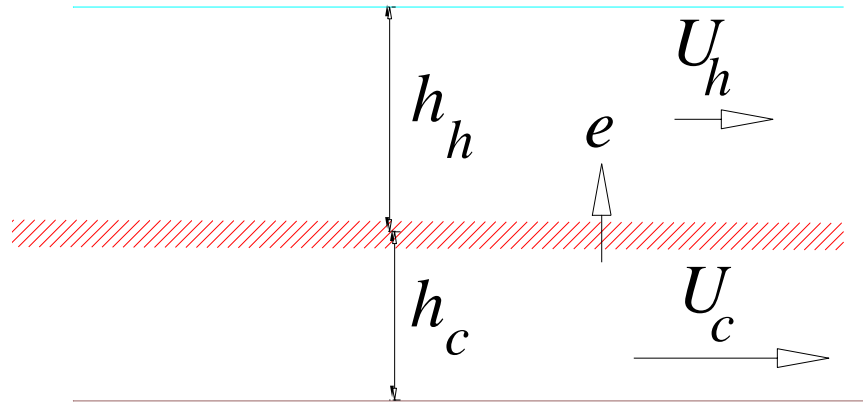


Q_o given

$$\theta = \begin{cases} 1 & \text{if } h_c < h_{ol} \\ \frac{h_{ou} - h_c}{h_{ou} - h_{ol}} & \text{if } h_{ol} < h_c < h_{ou} \\ 0 & \text{if } h_{ou} < h_c \end{cases}$$

Estratificación térmica

‘ENTRAINMENT’



$$e = e_w (U_c - U_h)$$

$$e_w = \frac{0.075}{\sqrt{1 + 715 Ri^{2.4}}}$$

Estratificación térmica

BALANCE DE ENERGIA

$$\frac{d\forall_h T_h}{dt} = \alpha Q_i T_i + \beta Q_j T_j - \theta Q_o T_h + e T_e + H_{fs}^* - H_e^*$$

$$\frac{d\forall_c T_c}{dt} = (1 - \alpha) Q_i T_i - (1 - \theta) Q_o T_c - e T_e + H_e^*$$

$$T_i = \begin{cases} T_r & \text{for reservoir} \\ T_c & \text{for cooling pond} \end{cases}$$

$$T_e = \begin{cases} T_c & \text{for } e > 0 \\ T_h & \text{for } e < 0 \end{cases}$$

$$H_{fs}^* = \frac{A}{\rho c_p} [H_{sr} + H_{ar} - H_{co} - H_{ev} - H_{br}]$$

$$H_e^* = \frac{A}{\rho c_p} H_e$$

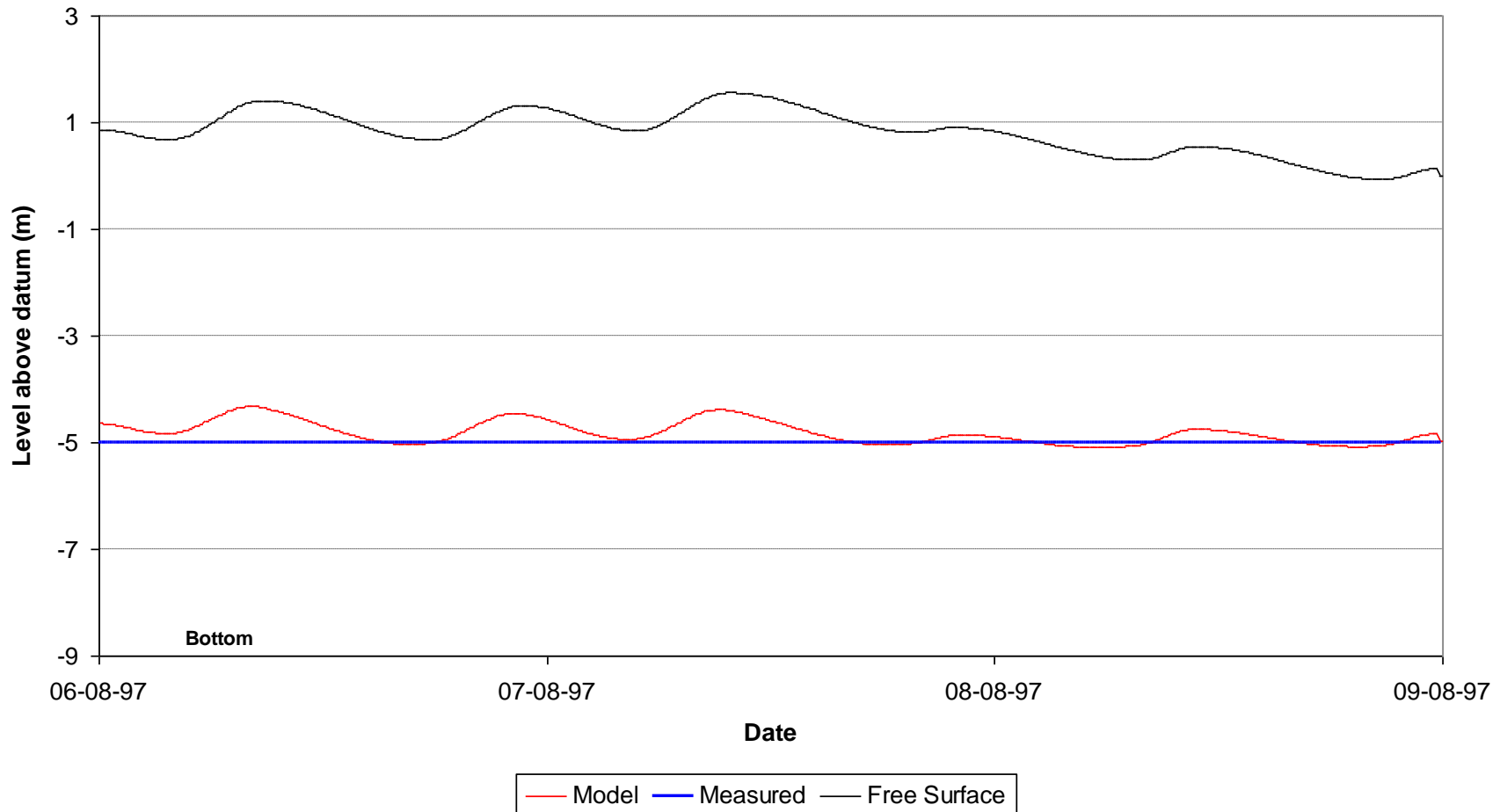
Estratificación térmica

DATOS DEL MODELO

- *Descarga actual* = $19 + 14 \text{ m}^3/\text{s}$ (33 m^3/s)
- *Descarga futura* = $25 + 34 \text{ m}^3/\text{s}$ (59 m^3/s)
- *Política de operación:*
 - $8,75^\circ$ / 12 horas
 - $4,50^\circ$ / 3 horas
- *Onda de marea* = situación normal

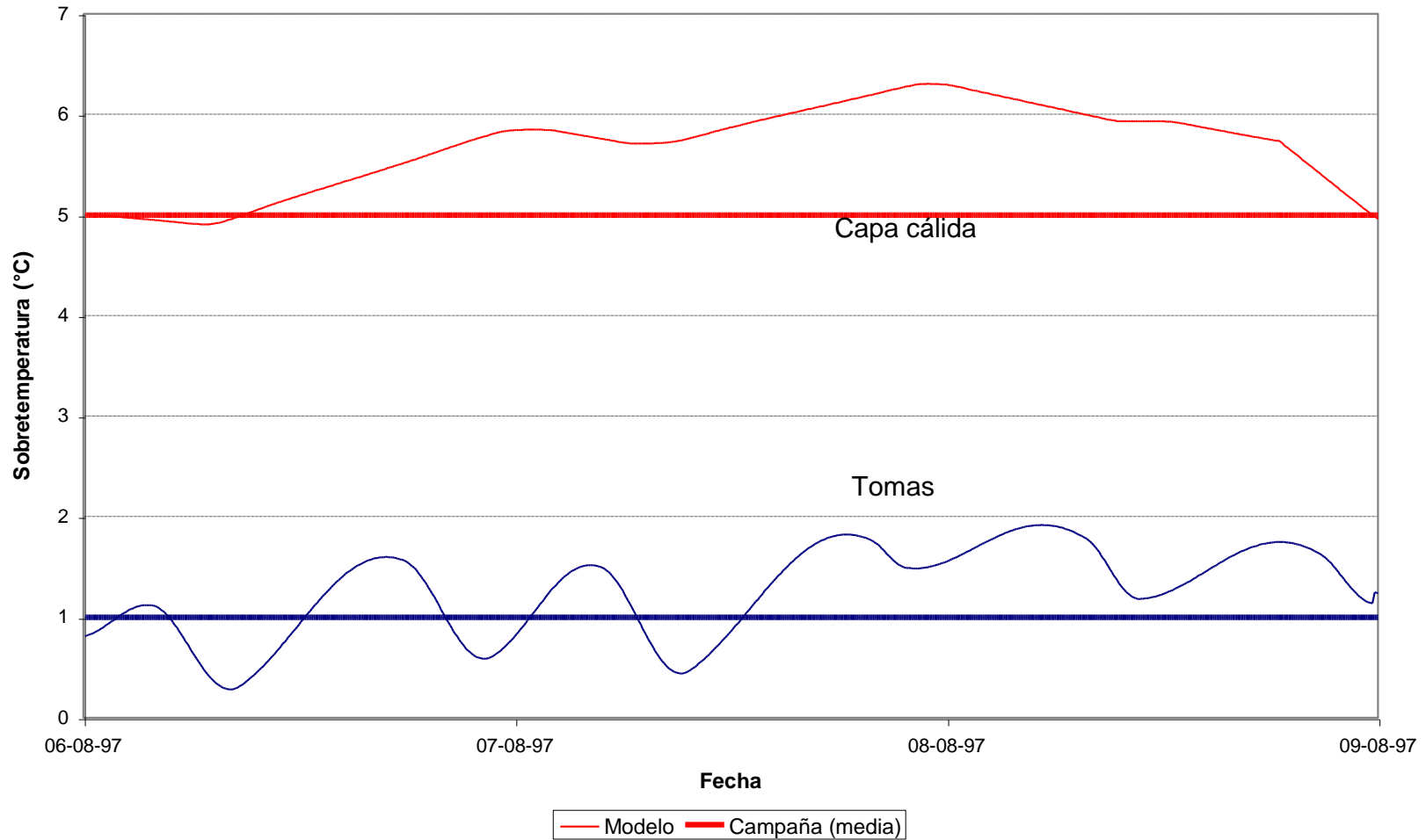
Estratificación térmica

TERMOCLINA



Estratificación térmica

SOBRETENPERATURA



Estratificación térmica

PREDICCIÓN DE SOBRETENPERATURA

