

TEMA 5
ECUACIONES GENERALES DE LA HIDRAULICA EN MEDIOS POROSOS
SOLUCIONES ANALÍTICAS DE FLUJO EN REGIMEN TRANSIENTE

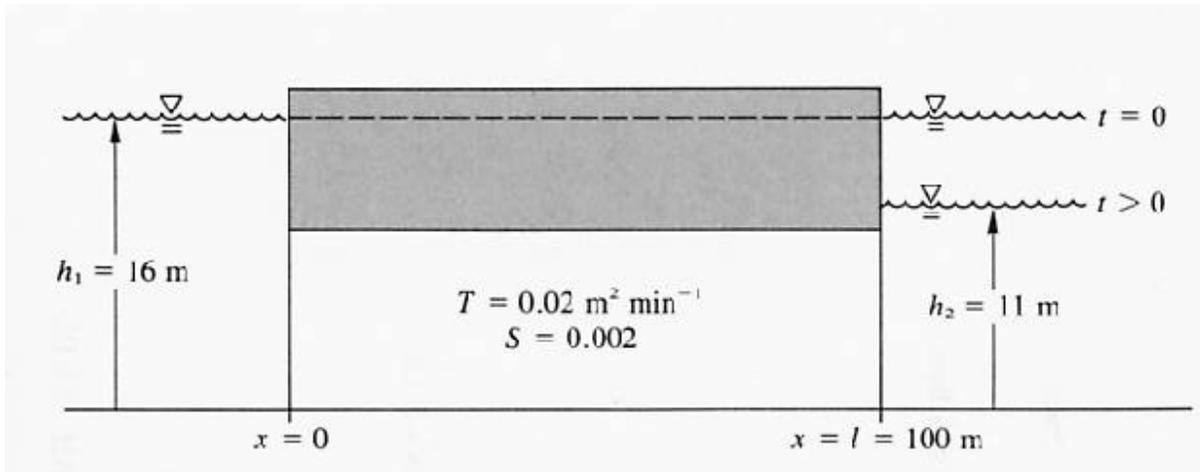
CI51J Hidráulica de Aguas Subterráneas y Su Aprovechamiento

Profesor C. Espinoza
 Semestre Otoño 2005

1. RESPUESTA DE UN ACUÍFERO ANTE UN CAMBIO BRUSCO EN EL NIVEL DEL EMBALSE

Consideremos el caso que se muestra en la Figura 1.1, la que presenta un acuífero confinado que se encuentra inicialmente con un nivel piezométrico constante e igual a 16 m. Se desea estudiar los cambios en el nivel de energía del sistema (nivel piezométrico) ante un cambio brusco en el nivel del embalse ubicado en el costado derecho del acuífero.

Figura 1.1
Modelo de Embalse



Por simplicidad consideremos un sistema de flujo unidimensional en un acuífero confinado como el que se muestra en la Figura 1.1. La ecuación diferencial que gobierna el flujo se puede escribir como:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{S}{T} \cdot \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1.1)$$

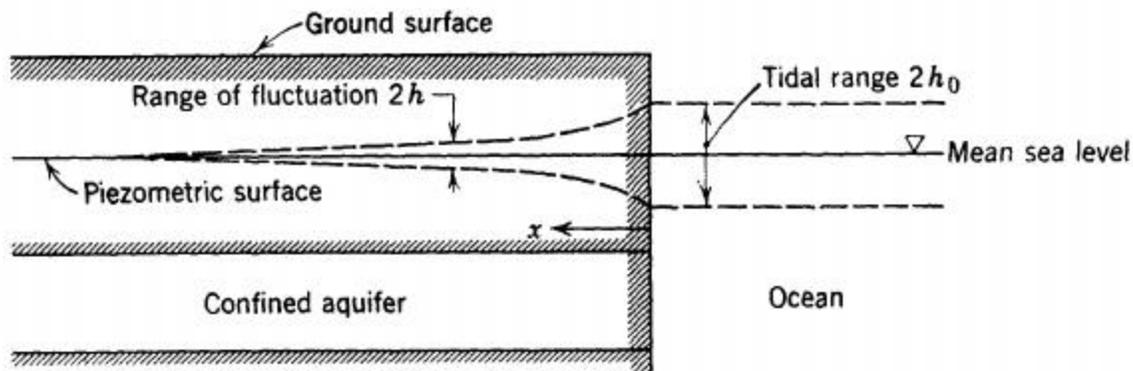
donde h es la elevación de la superficie piezométrica, x es la distancia medida desde el extremo izquierdo del acuífero, S es el coeficiente de almacenamiento del acuífero, T es la transmisibilidad y t es el tiempo. La solución analítica de este problema fue obtenida por Carslaw and Jaeger (1959), utilizando series de Fourier, y tiene la siguiente expresión:

$$h(x,t) = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{l} \cdot x + \frac{2}{p} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{(h_2 - h_1) \cdot \cos(np)}{n} \cdot \text{sen}\left(\frac{np x}{l}\right) \cdot \exp\left(-\frac{T \cdot n^2 \cdot p^2 \cdot t}{S \cdot l^2}\right) \right] \quad (1.2)$$

2. EFECTO DE LAS MAREAS SOBRE EL NIVEL DEL AGUA SUBTERRÁNEA

En acuíferos costeros en contacto con el océano, fluctuaciones sinusoidales del agua subterránea ocurren en respuesta a las mareas. En este caso el aumento del nivel del agua de mar por efecto de las mareas se traduce en un aumento del nivel de agua en el acuífero, el que se traslada hacia el interior del sistema acuífero a una velocidad que desciende paulatinamente debido a la pérdida de carga dentro del medio acuífero. La Figura 2.1 ilustra gráficamente el efecto señalado.

Figura 2.1
Efecto de la Marea sobre el Nivel Piezométrico



Por simplicidad consideremos un sistema de flujo unidimensional en un acuífero confinado como el que se muestra en la Figura 2.1. La ecuación diferencial que gobierna el flujo se puede escribir como:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{S}{T} \cdot \frac{\partial h}{\partial t} \quad (2.1)$$

donde h es la elevación o caída neta de la superficie piezométrica con respecto al nivel medio del mar, x es la distancia medida desde el nivel del mar, S es el coeficiente de almacenamiento del acuífero, T es la transmisibilidad y t es el tiempo.

Supongamos que la marea se puede describir por una amplitud h_0 (máxima elevación con respecto al nivel del mar) y un período de marea igual a t_0 , tal como se muestra en la Figura 2.2. De esta manera, la condición de borde para describir el efecto de la marea queda dada por la siguiente expresión:

$$h(x = 0, t) = h_0 \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad (2.2)$$

con

Figura 2.3
Nivel Piezométrico en función de la Distancia

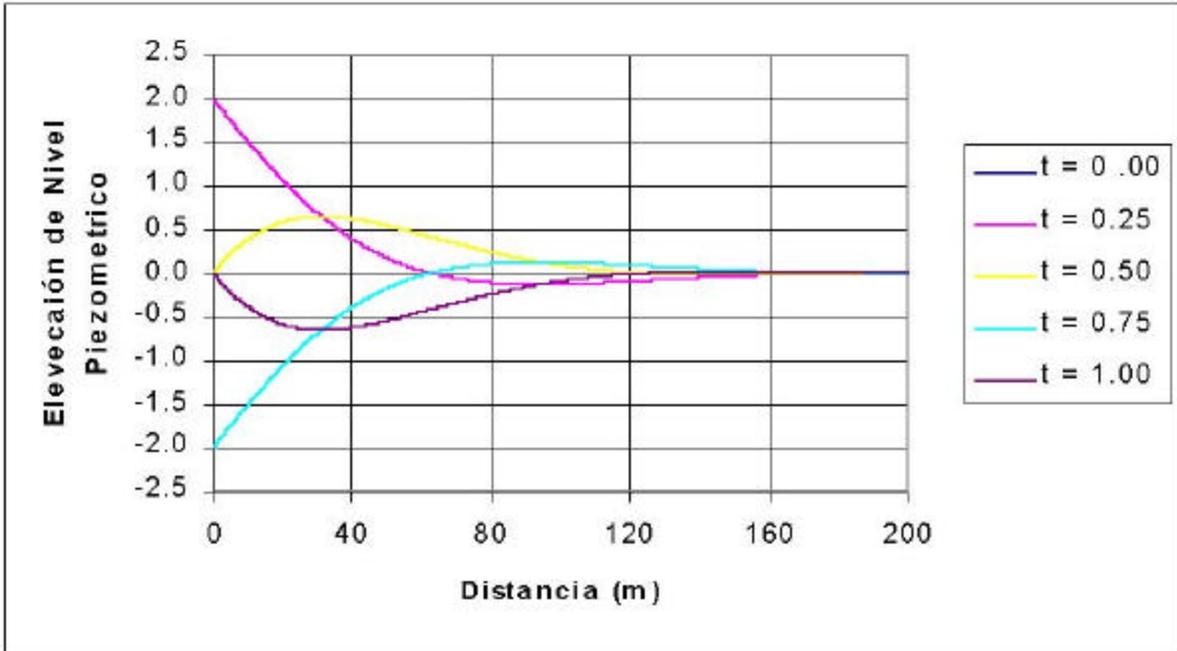


Figura 2.4
Nivel Piezométrico en función del Tiempo

