

ESTUDIO SOBRE LAS LEYES DEL MOVIMIENTO

DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

(Conclusion)

La conformidad de las pendientes $\alpha' m$, calculadas segun la fórmula (11), con las pendientes αm observadas en los ensayos es bastante satisfactoria, i si tomamos en cuenta la cantidad de factores que influyen interrumpiendo las verdaderas depresiones, como por ejemplo:

La irregularidad en la disposicion del material en la capa permeable;

Las variaciones del nivel jeneral de las aguas durante un ensayo;

La dislocacion de las masas carquijas que tuvo lugar durante la construccion del pozo;

La resistencia que tienen que vencer muchas veces las aguas al entrar en el pozo, sobre todo cuando las paredes del pozo no son completamente perforadas; i si añadimos ademas los errores posibles al practicar las mensuras, tenemos que convenir que los resultados obtenidos con la fórmula (11) son excelentes i justifican otra vez mas su exactitud i su aplicacion a los casos que se presentan en la práctica.

Aprovechamos esta ocasion para mostrar al mismo tiempo la inexactitud de la lei de Dupuit i Darcy aplicada al movimiento de las aguas subterráneas.

Segun Dupuit i Darcy, existe entre pendiente i velocidad la siguiente relacion:

$$\alpha = k v$$

siendo α la pendiente relativa, v la velocidad media i k un coeficiente.

Aplicando la última fórmula a los datos observados en los ensayos de Thiem, tenemos:

$$\alpha m = k v m \quad (30)$$

Pero como no hemos podido obtener las velocidades $v m$ sino que los valores de $\mu v m$, trasformamos la última fórmula en la expresion.

$$\alpha m = k_1 (\mu v m) \quad (31)$$

donde k_1 significa otro coeficiente relacionado con k de la manera siguiente:

$$k = \mu k_1 \quad (32)$$

Como valor medio del coeficiente k_1 para cada ensayo deducimos de la ecuación (31) siendo x el número de las observaciones correspondientes de αm i $\mu v m$, para cada ensayo la siguiente fórmula:

$$k_1 = \frac{1}{x} \sum_0^x \left(\frac{\alpha m}{\mu v m} \right) \quad (33)$$

En las tablas números, 15, 16 i 17 hemos calculado para cada uno de los tres ensayos de Thiem, el valor medio correspondiente al coeficiente k_1 .

TABLA NÚM. 15

PRIMER ENSAYO

| Intervalo | αm | $\mu v m$ | $\frac{\alpha m}{\mu v m}$ | $(k_1)_I = \frac{1}{6} 0,011526$ | $(\alpha'' m)_I = (k_1)_I \mu v m$ |
|----------------|------------|-----------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 11—10 | 0,0025 | 2,706 | 0,000923 | 0,001921 | 0,005198 |
| 10—8 | 0,0045 | 4,302 | 0,001046 | | 0,008264 |
| 8—7 | 0,0130 | 7,695 | 0,001689 | | 0,01478 |
| 7—6 | 0,0233 | 11,676 | 0,001995 | | 0,02243 |
| 6—4 | 0,0500 | 18,124 | 0,002759 | | 0,03482 |
| 4—2 | 0,1100 | 35,323 | 0,003114 | | 0,06786 |
| $\Sigma \dots$ | | | 0,011526 | | |

TABLA NÚM. 16

TERCER ENSAYO a)

| Intervalo | αm | $\mu v m$ | $\frac{\alpha m}{\mu v m}$ | $(k_1)_{III}^a = \frac{1}{5} 0,006929$ | $(\alpha'' m)_{III}^a = (k_1)_{III}^a \mu v m$ |
|----------------|------------|-----------|----------------------------|--|--|
| 11—10 | 0,0010 | 1,422 | 0,000703 | 0,001386 | 0,001972 |
| 10—8 | 0,0025 | 2,254 | 0,001109 | | 0,003124 |
| 8—6 | 0,00461 | 4,343 | 0,001062 | | 0,006019 |
| 6—5 | 0,01333 | 7,863 | 0,001695 | | 0,010899 |
| 5—4 | 0,02666 | 11,295 | 0,002360 | | 0,015655 |
| $\Sigma \dots$ | | | 0,006929 | | |

TABLA NÚM. 17

TERCER ENSAYO b)

| Intervalo | αm | $\mu v m$ | $\frac{\alpha m}{\mu v m}$ | $(k_1)_{III}^b = \frac{1}{5} 0,006711$ | $(\alpha'' m)_{III}^b = (k_1)_{III}^b \mu v m$ |
|----------------|------------|-----------|----------------------------|--|--|
| 10—9 | 0,00300 | 2,909 | 0,001031 | 0,0013422 | 0,00390 |
| 9—8 | 0,00400 | 3,907 | 0,001024 | | 0,00524 |
| 8—7 | 0,00700 | 5,940 | 0,001178 | | 0,00797 |
| 7—6 | 0,01333 | 8,967 | 0,001487 | | 0,01203 |
| 6—5 | 0,02333 | 11,720 | 0,001991 | | 0,01573 |
| $\Sigma \dots$ | | | 0,006711 | | |

De los cálculos resulta, pues:

Para el primer ensayo: $(k_1) = 1 0,001921$ (34)

Para el tercer ensayo a): $(K_1)_{III}^a = 0,001386$ (35)

Para el tercer ensayo b): $(k_1)_{III}^b = 0,001342$ (36)

De manera que las pendientes segun la fórmula de Dupuit i Darcy, que llamaremos $a'' m$ se calculan de las ecuaciones:

$$\text{Para el primer ensayo: } (a'' m)_I = 0,001921 (\mu v m) \quad (37)$$

$$\text{Para el tercer ensayo a): } (a'' m)_{III}^a = 0,001386 (\mu v m) \quad (38)$$

$$\text{Para el tercer ensayo b): } (a'' m)_{III}^b = 0,001342 (\mu v m) \quad (39)$$

En las tablas números 15, 16 i 17 hemos calculado segun estas últimas ecuaciones los valores de $a'' m$ para cada ensayo, i en las figuras 4, 5 i 6 de la lámina I hemos trazado las líneas de $a'' m$ en funciones de $\mu v m$.

Se ve pues que no hai conformidad entre las pendientes $a'' m$ con las pendientes observadas.

Hemos constatado pues, que la fórmula de Dupuit i Darcy, de la cual se han servido hasta hoi dia la mayor parte de los ingenieros para calcular la abundancia de las captaciones de aguas subterráneas, etc., no se ajusta a la verdad; i por otra parte, hemos mostrado los escelentes resultados obtenidos con la fórmula (11) aplicada al movimiento de las aguas subterráneas.

Sobre esta última fórmula nos basaremos para deducir de ella en otra ocasion las fórmulas referentes a la abundancia de captaciones de aguas subterráneas i a la órbita de depression en los pozos artificiales.

Santiago, Enero de 1903.

ANTONIO 2.º MODER,
Ingeniero Civil.

