

APORTES A LA INTERPRETACION PIEZOMETRICA EN INVESTIGACION SUBSUPERFICIAL

Por: Jairo Gómez Z., I.A., M.C*

El conocimiento del comportamiento espacial y temporal del nivel freático es indispensable en el proceso de solución a problemas de drenaje subsuperficial. Los pozos de observación y los piezómetros como freatímetros, permiten obtener la información de la posición de los niveles freáticos, mediante una correcta interpretación de las lecturas de niveles de agua en su interior.

El pozo de observación o el piezómetro, utilizados en presencia de manto freático, no tienen mayores dificultades en cuanto a interpretación se refiere, puesto que la posición del nivel de agua en el mismo, es la posición del nivel freático.

En presencia de componentes verticales de flujo, como puede ocurrir en zonas artesianas y de mantos colgados, es necesario la instalación de baterías piezométricas, y una adecuada interpretación, para la obtención de la posición del nivel freático.

La interpretación de niveles de agua en baterías piezométricas constituye por hoy un problema en el campo del drenaje. Factores como posición relativa de los estratos del suelo, variación de la conductividad hidráulica con la profundidad en un estrato texturalmente uniforme, presencia simultánea de artesianismo y percolación profunda y otros, contribuyen a la complejidad de un hecho aparentemente sencillo.

En este trabajo, se precisa la influencia de los factores señalados, las reglas mínimas que debe tener en cuenta el interpretador, de acuerdo a la experiencia obtenida en el Valle del Cauca.

No se cubre interpretación piezométrica para fines diferentes al de localizar el nivel freático.

* Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia- Palmira.

I. NORMAS Y PROCEDIMIENTOS CLASICOS.

Se ha establecido en la literatura mundial sobre el tema, que para poder hacer inferencias sobre nivel freático a partir de lecturas de niveles piezométricos, es requisito que los extremos inferiores de los piezómetros se localicen dentro de un mismo estrato, tal como aparecen en la figura 1. Ello asegura que la pérdida de carga sea uniforme y pueda aplicarse la solución gráfica señalada en la figura 2, en donde la profundidad del nivel freático corresponde al punto de presión igual a cero ($P=0$).

De otra parte, utilizando la ecuación de una línea recta, la profundidad del nivel freático (H_0) se calcula a partir de profundidades (H_i) y presiones (P_i) de dos piezómetros:

$$H_0 = H_1 - \frac{P_1 (H_2 - H_1)}{(P_2 - P_1)} \quad \text{ec. 1}$$

Dejando de lado aquellos casos en donde se observan lecturas anómalas a causa de incorrecta instalación de los piezómetros (por estar situados sus extremos inferiores en estratos diferentes) se hará referencia enseguida a lecturas anómalas de piezómetros bien instalados.

II. COMPORTAMIENTO PIEZOMETRICO CON FLUJO VERTICAL DESCENDENTE.

Cuando los piezómetros más profundos indican presiones menores que los superficiales (figura 3), se tiene flujo vertical descendente. La utilización del método gráfico o de la ecuación 1 pueden llevar a la conclusión equívoca de que el nivel freático se encuentra por debajo del extremo inferior del piezómetro más profundo.

Tal situación señala el movimiento de una lámina de percolación que se desplaza hacia un manto por goteo, en donde la presión puede ser 0 (presión atmosférica) o aun menor, con lo cual se configura una caracterización de manto colgado o "pershado" para la zona a la cual llegan los extremos inferiores de los piezómetros. Existen por lo menos dos posibilidades de comportamiento piezométrico, que se expresan a continuación:

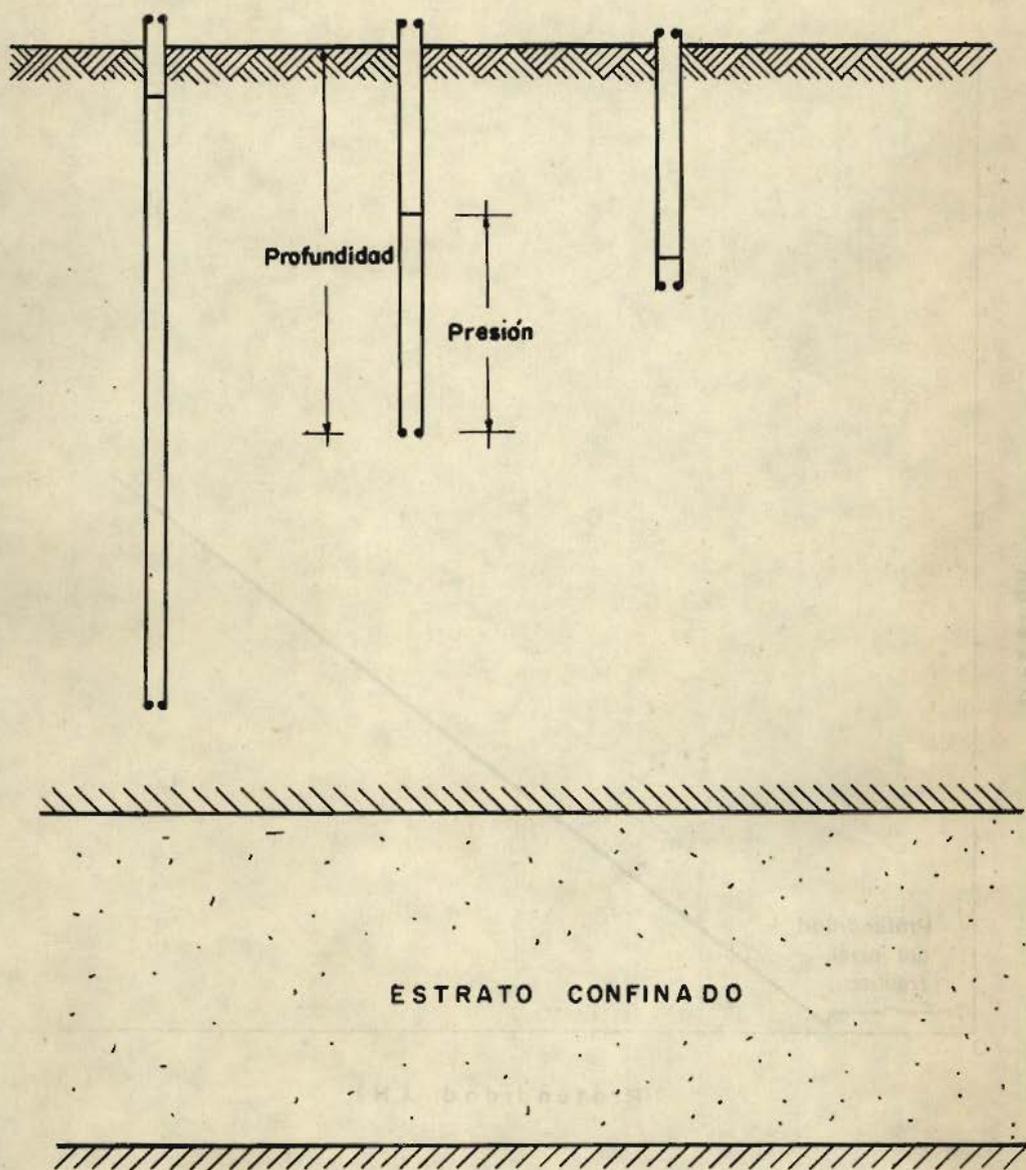


FIG. N^o 1

NIVEL DEL AGUA EN PIEZOMETROS, EN PRESENCIA DE SUBPRESION (Artesianismo)

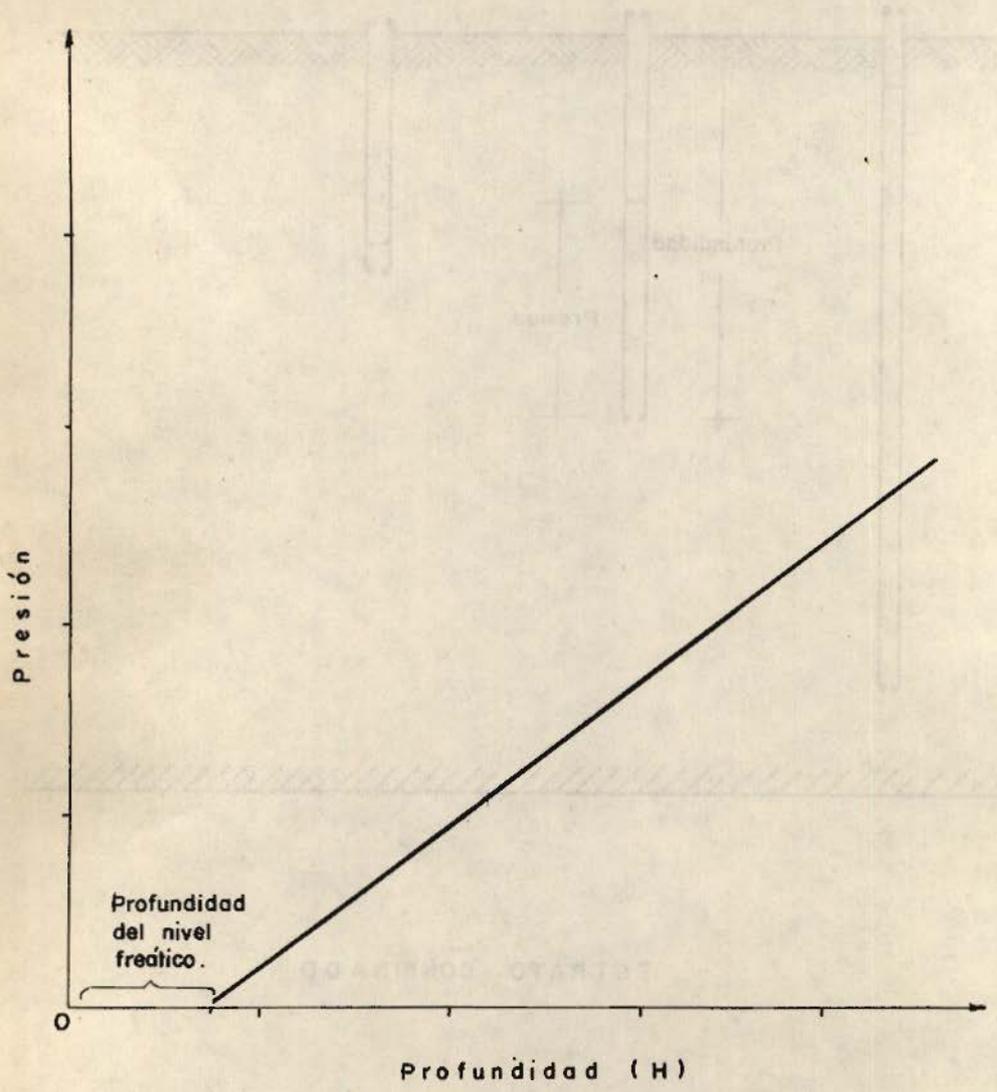
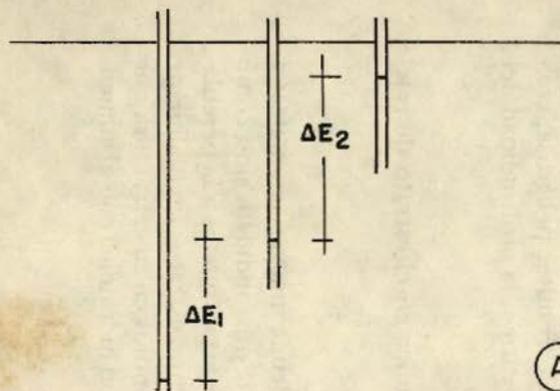
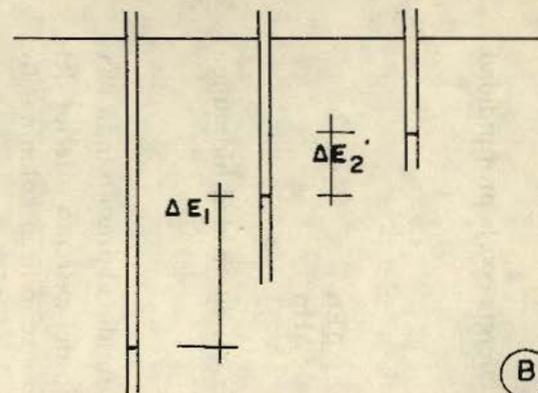


FIG. Nº 2 - METODO GRAFICO PARA ENCONTRAR LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO.



(A)



(B)

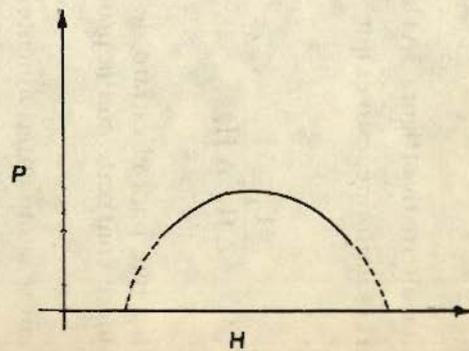
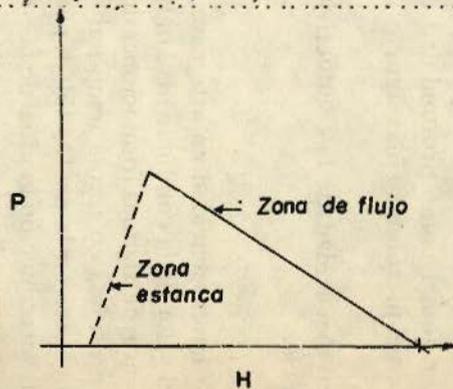
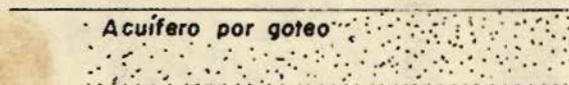


FIG. Nº 3 - COMPORTAMIENTO PIEZOMETRICO CON FLUJO VERTICAL DESCENDENTE.

A. Homogeneidad de la conductividad hidráulica en el estrato de referencia.

En tal alternativa (figura 3A) la pérdida de energía con la profundidad $\Delta E/\Delta H$ es uniforme, esto es que

$$\frac{\Delta E_1}{\Delta H_1} = \frac{\Delta E_2}{\Delta H_2} = \dots = \frac{\Delta E_i}{\Delta H} = \dots = \frac{\Delta E_n}{\Delta H_n} \quad \text{ec. 2}$$

O sea que para el estrato de referencia, la conductividad hidráulica permanece constante con la profundidad.

Como se anotó anteriormente, la curva profundidad-presión indicaría equivocadamente el nivel freático por debajo del extremo inferior del piezómetro más profundo, cuando por encima se indican columnas líquidas de presión que indican agua de saturación. Al no poderse utilizar el método gráfico, ni la ecuación 1, se sugiere la instalación de piezómetros un poco más superficiales que el más somero en la seguridad de obtener entonces valores de P próximos a cero, en una zona que se puede considerar "estanca".

Como la zona estanca puede resultar de espesor reducido, se apareja el problema de interpretación, el problema económico que significa instalar mayor número de piezómetros por batería piezométrica, para localizar un falso nivel freático.

Una simplificación interpretativa que puede resultar peligrosa, consiste en tomar como profundidad del nivel freático, la profundidad del agua en el piezómetro más somero.

B. Heterogeneidad de la conductividad hidráulica en el estrato de referencia.

Por heterogeneidad en este caso, no se entiende una variación aleatoria del valor de la conductividad hidráulica en la profundidad, sino como es el caso, de algunas formaciones de suelo que están sujetas a la percolación profunda en forma temporal o permanente, estratos textualmente homogéneos en la profundidad, presentan cambios en su estructura que significan reducción gradual de la conductividad hidráulica con el aumento de la profundidad.

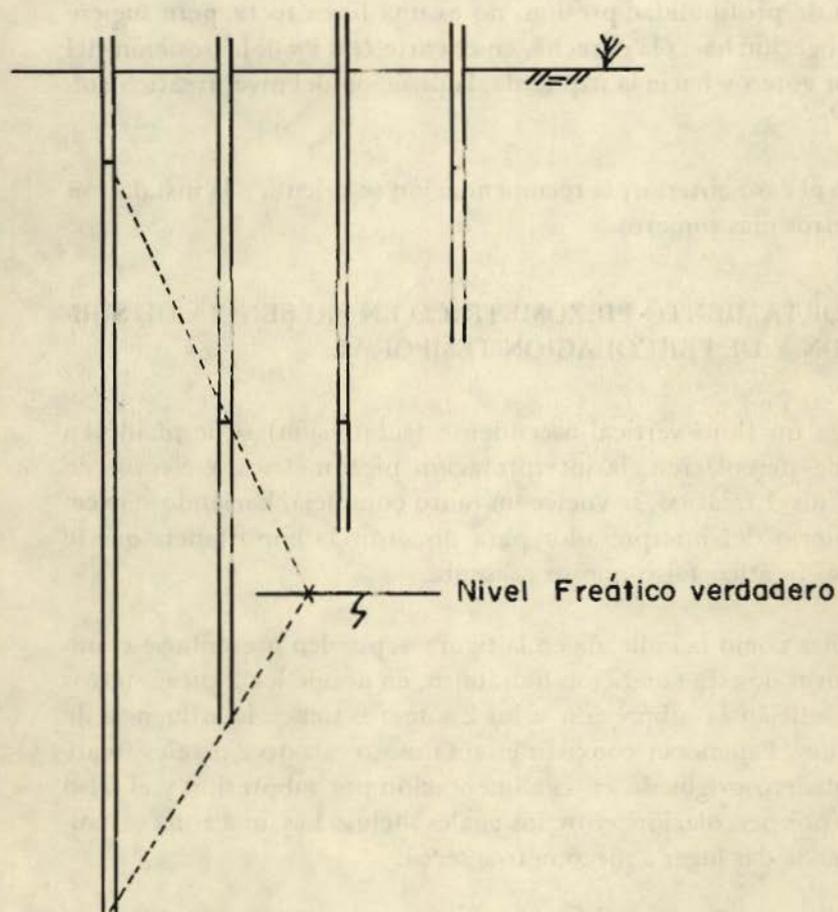


FIG. Nº 4. — Un comportamiento piezométrico en coexistencia de subpresión y percolación.

En tal alternativa de estado de naturaleza (figura 3B) la pérdida de energía con la profundidad $\Delta E/\Delta H$ no es uniforme y entonces

$$\frac{\Delta E_1}{\Delta H_1} > \frac{\Delta E_2}{\Delta H_2} > \dots > \frac{\Delta E_i}{\Delta H_i} > \dots > \frac{\Delta E_n}{\Delta H_n} \quad \text{ec. 3}$$

La curva de profundidad-presión, no es una línea recta, pero sugiere en su prolongación hacia la derecha, en el corte con $P=0$, la posición del acuífero por goteo y hacia la izquierda, la posición del nivel freático colgado.

Como en el caso anterior, la recomendación se orienta a la instalación de piezómetros más someros.

III. COMPORTAMIENTO PIEZOMETRICO EN PRESENCIA DE SUBPRESION Y DE PERCOLACION TEMPORAL.

Cuando a un flujo vertical ascendente (subpresión) se le añade la presencia de percolación, la interpretación piezométrica a efectos de localizar el nivel freático, se vuelve un tanto compleja, haciéndose necesario el criterio del interpretador para discernir la importancia que le dará al nivel freático falso que se presenta.

Situaciones como la indicada en la figura 4, pueden presentarse como representativas de esta condición hidráulica, en donde los 2 piezómetros profundos reflejan la subpresión y los 2 someros tienen la influencia de la percolación. Pareciera coexistir en un mismo estrato 2 niveles freáticos: el verdadero originado en la alimentación por subpresión y el falso alimentado por percolación, entre los cuales incluso hay una zona instaurada que puede dar lugar a piezómetros secos.

La utilización que se le pretenda dar al nivel freático, decidirá cual de los 2 niveles freáticos se tomará. Para el caso del plano de isobatas o plano del potencial de daño a los cultivos, convendrá tomar el falso y para el de isohypsas convendrá tomar el verdadero.

Es necesario recalcar que la lámina de percolación es lo suficientemente grande como para dar lugar a un comportamiento piezométrico de la índole aquí tratada, lo cual puede comprobarse con pruebas de infiltración y medida de la conductividad hidráulica vertical.

Finalmente, se señalan algunas recomendaciones prácticas sobre in-

terpretación piezométrica, que se desprenden de este trabajo. Aunque las 2 primeras, no obedecen en estricto al tema tratado, su importancia les da una posición en la lista de recomendaciones.

IV. RESUMEN DE RECOMENDACIONES SOBRE INTERPRETACION PIEZOMETRICA PARA LOCALIZAR EL NIVEL FREATICO.

1. Haga una descripción física del perfil, hasta 3 m. como mínimo y en base a la profundidad y espesor de los estratos, proyecte la cantidad y profundidad de los piezómetros a instalar en cada batería.
2. Tenga en cuenta las lecturas obtenidas de piezómetros cuyos extremos inferiores se localizen en un estrato y que cumplan con la condición de ser los más someros con agua de presión.
3. Para flujo vertical ascendente (subpresión) y en ausencia de percolación, utilice el gráfico profundidad-presión o la ecuación 1.
4. Para flujo vertical descendente (percolación), no utilice ni el gráfico ni la ecuación y proceda a instalar más piezómetros someros, buscando estabilización de niveles de agua.
5. Para flujo vertical ascendente (subpresión) y en presencia de percolación temporal, el nivel freático verdadero localízelo con los piezómetros profundos.