

5.- HIDROLOGIA DE AGUAS SUBTERRANEAS.

La hidrología subterránea o geohidrología, es la rama de la hidrología que trata del agua subterránea, su yacimiento y movimiento, sus recargas y descargas, de las propiedades de las rocas que influyen en su ocurrencia y almacenamiento, así como de los métodos empleados para la investigación, utilización y conservación de la misma.

Como ya se mencionó anteriormente, del volumen llovido en una zona dada, una parte se infiltra en el subsuelo recargando a los acuíferos en un cierto grado que depende de las condiciones climatológicas del lugar, este volumen infiltrado no es posible cuantificarlo directamente, por lo que es necesario determinarlo del estudio del comportamiento del acuífero frente a la acción combinada de su recarga y descarga.

La cuantificación del potencial de un acuífero se basa en la evolución de los niveles del agua subterránea en un cierto intervalo de tiempo, de la distribución y cuantía de los volúmenes de extracción por bombeo en su mismo intervalo, de sus características hidrodinámicas obtenidas mediante pruebas de bombeo y de la determinación de la red de flujo subterráneo. El fenómeno de la recarga de un acuífero, se presenta en forma cíclica por lo que para su cuantificación es necesario obtener información por lo menos durante un año determinándose con esto, un valor preliminar. Sin embargo, la recarga no es constante en el tiempo sino que varía de un año a otro, dependiendo de las condiciones naturales y artificiales que influyen en el comportamiento de los acuíferos, por lo que para obtener un valor medio de recarga anual, es necesario considerar varios años.

Cuando ya se conoce el valor de la recarga media anual de una zona, es posible pasar a la etapa llamada predicción que tiene como finalidad predecir mediante modelos matemáticos o analógicos, previamente calificados, el comportamiento futuro de los niveles del agua subterránea según las alterna

tivas de explotación que se deseen estudiar.

5.1.- NIVELES ESTATICOS EN EL ACUIFERO.

En la gráfica no. 2 se presenta la evolución de los niveles estáticos del período de 1970 a 1986. En el valle del Mayo, se observa que el nivel estático a descendido 2.00 metros, en el período comprendido de 1984-1986. Se observa también una elevación máxima de 23.50 metros sobre el nivel del mar, en el período de 1969-1970 y un mínimo de 17.50 metros sobre el nivel del mar en el período de 1977-1978.

5.2.- PIEZOMETRIA.

La piezometría en los acuíferos se refiere a la medición de las fluctuaciones que se presentan en los niveles del agua subterránea, producidos por causas tanto naturales como artificiales.

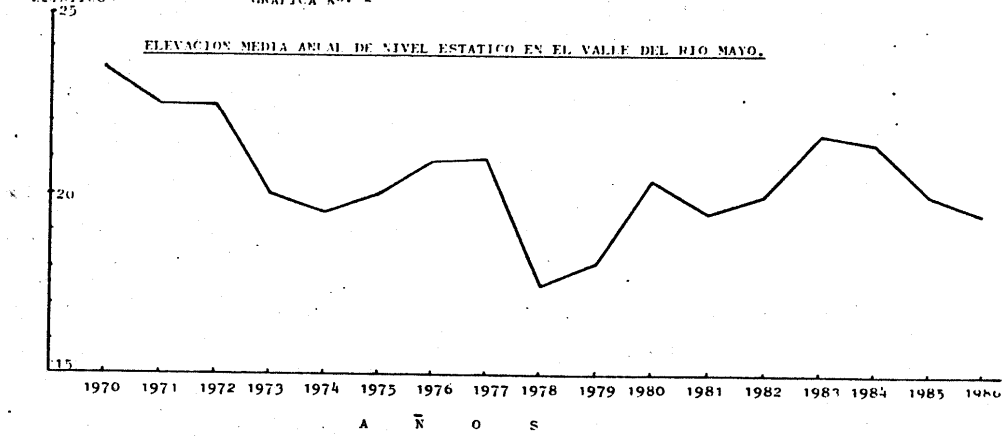
Mediante pozos de observación debidamente localizados y distribuidos en las áreas de estudio, es posible determinar las superficies piezométricas, efectuando lecturas periódicas de los niveles estáticos del agua subterránea, que son en sí los que interesan para el estudio del comportamiento de los acuíferos. Recibe el nombre de nivel estático, el nivel del agua subterránea que no se encuentra afectado por el bombeo en el pozo observado o en pozos cercanos a él. En el caso de acuíferos libres, la superficie piezométrica coincide con el nivel freático mientras que en los acuíferos confinados la superficie queda representada por la altura que alcanza el nivel del agua y que puede quedar por encima o debajo del suelo, dependiendo de la diferencia de presiones que haya entre un plano de referencia y los puntos observados.

La obtención de los datos piezométricos y su debida interpretación son el punto de partida para el estudio cuantitativo del agua subterránea por lo que al tomarlos debe te-

NIVEL
ESTÁTICO

GRAFICA Nº. 2

ELEVACION MEDIA ANUAL DE NIVEL ESTÁTICO EN EL VALLE DEL RIO MAYO.



En este gráfico se presenta la elevación media anual de niveles estáticos en el período 1970 a 1986.

nerse cuidado de que no esten afectados por factores que -- puedan invalidarlos.

del procesamiento de datos piezométricos, pueden obtenerse diversas gráficas de las cuales las mas útiles son: - hidrógrafos de pozos, planos de profundidad al nivel del -- agua, configuraciones piezométricas, evolución piezométrica y perfiles piezométricos.

HIDROGRAFO DE POZOS.

El hidrógrafo de un pozo es la representación gráfica del comportamiento del nivel estático con respecto al tiempo pudiéndose notar en él, los períodos en que el acuífero sufre una recarga o una descarga de acuerdo con los ascensos y descensos que se presentan debido a causas naturales y artificiales tales como la precipitación y las extracciones por bombeo.

Mediante los hidrógrafos es posible hacer una depuración de los datos obtenidos respecto al nivel estático determinado en ocasiones, que la lectura de este haya estado afectado por el bombeo en el propio pozo o en un pozo cercano, o bien se haya tomado una lectura equivocada por un falso contacto en la sonda o la medición de la longitud del cable introducido haya tenido un error, de manera que el nivel estático observado sea totalmente falso.

PLANOS DE PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL AGUA.

Estos planos se elaboran, graficando en planta la profundidad a que se encuentra el nivel del agua referido a la superficie del terreno, por lo que las curvas aparecen afectadas por la topografía del terreno.

Cuando las profundidades del nivel del agua observadas en los pozos corresponden a un acuífero libre, las curvas de igual profundidad obtenidas por interpolación, son útiles para definir zonas en las cuales debido a la poca profundidad

del nivel del agua, se presenta una descarga por evapotranspiración. En cualquiera de los demás tipos de acuíferos, el plano de profundidades al nivel estático, da una idea de la profundidad mínima a que deben perforarse los pozos y además permite seleccionar zonas apropiadas para la explotación desde el punto de vista de costos de bombeo.

CONFIGURACIONES PIEZOMETRICAS.

para obtener las configuraciones piezométricas, es necesario referir los niveles estáticos a un plano horizontal -- que por lo general es el nivel medio del mar. Lo anterior se logra efectuando una nivelación diferencial al brocal de los pozos de observación en los cuales se toma la profundidad -- del nivel estático.

Las curvas obtenidas por interpolación de los valores -- conocidos, representan la forma de la superficie piezométrica en un acuífero confinado o semiconfinado y la forma de la superficie freática en un acuífero libre.

Debido a la aparente sencillez con que se elaboran estas curvas, muchas veces se sigue una interpolación mecánica que en muchos casos conduce a errores que invalidan las configuraciones, ya que no se toman en cuenta factores que puedan influir en el flujo del agua subterránea y por lo tanto en la forma de la superficie piezométrica. Los factores que influyen en una configuración piezométrica pueden ser hidrológicos y geológicos, debiendo considerar la topografía de la zona, los afloramientos geológicos, los ríos, lagunas, manantiales, zonas empantanadas, distribución de pozos, canales, etc.. también debe tenerse muy en cuenta que los valores que se consideran en una configuración, corresponden a un mismo acuífero y no a otros diferentes; Lo anterior se evita, obteniendo secciones geológicas que muestran las principales unidades geohidrológicas existentes en el subsuelo; así mismo deben de conocerse las características constructivas de los pozos de observación, para definir el acuífero en

que se encuentran.

cuando ya se cuenta con configuraciones de curvas de -- igual elevación al nivel estático, es posible determinar la red de flujo, en la que se presenta la dirección que sigue -- el agua subterránea, las zonas de recarga y descarga, los -- gradientes hidráulicos, el comportamiento de las fronteras, los efectos de la explotación, etc.

con la red de flujo ya trazada y considerando la ley de parcy puede hacerse una cuantificación de los caudales de -- flujo subterráneo. Normales a las curvas de igual elevación al nivel estático o equipotenciales, se representan las lí-- neas de corriente que son las trayectorias que sigue el agua subterránea. se llama red de flujo a la malla formada por -- las líneas equipotenciales, y las líneas de corriente.

La ley de parcy establece que la velocidad de flujo a -- través de un medio poroso, es proporcional a la pérdida de -- carga e inversamente proporsional a la longitud de la trayec-- toria de flujo matemáticamente esta ley se expresa de la si-- guiente manera:

$$v = K \frac{h}{L} = Ki$$

en lo que v es la velocidad media de flujo, h es la pérdida de carga en la distancia L , i es el gradiente hidraulico y K es el coeficiente de permeabilidad.

con estos elementos podemos entonces cuantificar el cau-- dal de flujo que circula a través de una sección limitada -- por dos líneas equipotenciales y dos líneas de corriente.

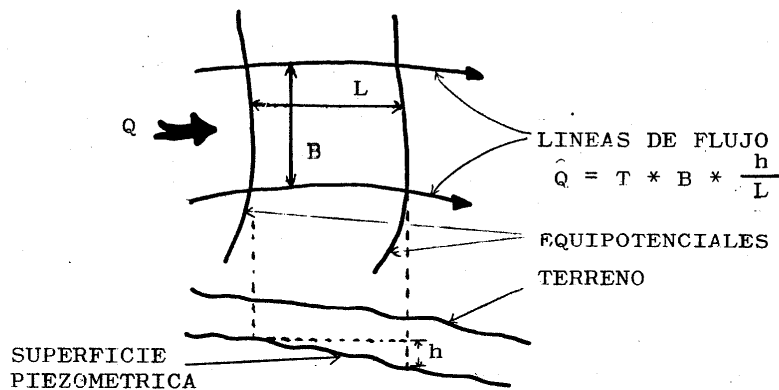
considerando la ley de continuidad y la ley de parcy te-- nemos:

$$Q = AV = AK \frac{h}{L}$$

en la que A es el área de flujo. utilizando el concepto de -- transmisibilidad, expresado como el coeficiente de permeabi-- lidad multiplicado por espesor del acuífero ($T = Kh$) obtene-- mos:

$$Q = TB \frac{h}{L} = TBi$$

en la que T es la transmisibilidad y B es el ancho medio de flujo.



EVOLUCION PIEZOMETRICA.

La evolución piezométrica se refiere a los cambios que sufre el nivel estático durante un intervalo de tiempo, producidos por la acción combinada de recarga y descarga de agua subterránea en el acuífero. con los datos obtenidos en los pozos de observación, se grafican curvas de igual evolución de nivel estático, interpolando valores, siempre y cuando se tomen en cuenta los factores que pueden influir en ellas, como son: determinación de zonas de bombeo, zonas de recarga y descarga. forma de la superficie freática (o piezométrica), tipo de acuífero, etc.

Las curvas de igual evolución debidamente graficadas, nos ayudan a cuantificar el cambio que haya sufrido el acuífero en su almacenamiento, pudiendo notarse zonas de recuperaciones o abatimiento dependiendo de las condiciones en que se encuentre la zona de estudio; así mismo, son de gran utilidad en la calibración de los modelos de simulación del com

portamiento de los acuíferos.

5.3.- HIDROMETRIA DE LOS APROVECHAMIENTOS DEL AGUA SUBTERRANEA.

Este concepto se refiere a los diferentes métodos que se siguen para cuantificar los volúmenes de descarga, tanto naturales como artificiales, de las aguas subterráneas. De hecho el volumen de descarga de agua subterránea más significativo lo constituyen las extracciones mediante pozos de bombeo, dependiendo estas de la extensión de la zona explotada y el uso a que se destine el agua. La determinación de dicho volumen se hace en base a un censo de pozos, seleccionándose de él, los aprovechamientos que por las características de su equipo de bombeo y/o su régimen de operación, tengan una influencia significativa en el volumen total. Según el uso o usos a que se destinen los pozos seleccionados, se elegirá la forma más conveniente de estimar sus volúmenes de extracción. Entre los métodos que pueden utilizarse tenemos:

- 1.- Medidor totalizador de flujo.
- 2.- Consumo de energía eléctrica y caudal.
- 3.- reloj horario de trabajo del motor y caudal....
- 4.- tarjetas anotando arranque y paro por parte del bombeo y caudal.
- 5.- superficie y lámina de riego.
- 6.- Agrupando los pozos por diámetro de descarga y uso e investigando el volumen de extracción de los pozos seleccionados en cada grupo.

generalmente el volumen de extracción de todos los aprovechamientos cuya extracción individual es poco significativa (pozos no equipados con bombas de diámetro menor de 2") - se estima en forma global.

Un dato importante en la hidrometría de los aprovechamientos que cuentan con equipo de bombeo, es la determinación del caudal que extraen, el cual se puede conocer mediante el aforo de los pozos. Los métodos más utilizados en el