

EVALUACION DE LOS ACUIFEROS DE AGUAS SUBTERRANEAS UTILIZANDO MODELO HIDROGEOLOGICO - USLE CUENCA POOPO DPTO ORURO

Por: MSc. Ing. Freddy Fernández C. y Consultoría Gobernación Dptal Oruro.

INTRODUCCIÓN

El grado de depredación en los recursos hídricos en el altiplano y alto andino es alarmante como inexorable por la gran utilización de perforación de pozos con fines agrícolas.

La Cuenca Poopó en general se ven afectadas con la contaminación de metales pesados y residuos urbanos que son depositados en los suelos por efecto de la escorrentía son almacenados en grandes reservorios cuya consecuencia puede ser grave al tiempo, Asimismo está siendo amenazada, a causa de la pérdida gradual de los suelos, recursos hídricos, la flora y fauna.

Se han olvidado tradiciones culturales conservacionistas en recursos hídricos y se han introducido técnicas desagradables como la quema de vegetales secos (pastos y arbustos) para la habilitación de parcelas para la agricultura con la secuela del abandono de los mismos por efectos del calentamiento global.

A estos efectos, solucionar este problema de las agua subterráneas producto del ciclo del agua, se tomó como base de apoyo a la "Guía para la Toma de Decisiones en Conservación de Suelos y aguas" (3ra Aproximación), del Ing. Agr. Fernando García P., del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (I.N.I.A. 1992) .

Una herramienta para estimar las pérdidas por erosión que se generan al usar un suelo determinado, en condiciones topográficamente específicas, bajo un determinado sistema de uso y manejo.

Las ventajas del modelo y la USLE incluyen facilidad de uso, simplicidad. Estimar los seis factores importantes

En la actualidad se cuenta con ecuaciones y, herramienta de planificación conservacionista en suelo y agua a nivel de finca, se hace muy útil para cuantificar las pérdidas.

MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACION

Tabla 1. Identificación de las localidades y prácticas de manejo del suelo y agua.

Nº	LOCALIDAD	Perfil y Estudio hidrogeológico de Acuíferos			
		a) acuífero	b) acuitardo	c) acuí- confinado	d) acuífago
1	Acceso a Obrajes				

2	Paria				
3	Soracachi				
4	Acceso a Guardaña				
5	Jiquilla				
6	Khasa Huasa				
7	Wichuloma				

1. ESTUDIO DE LA HIDROGEOLOGIA.

En hidrogeología, el conocimiento de la geología es fundamental.

El hidrogeólogo, aunque no ha de ser necesariamente un especialista e el estudio de la geología, o de alguna rama clásica, si que deberá tener los suficientes e imprescindibles conocimientos geológicos, que le permitan emprender, comprender y resolver los problemas que naturalmente se derivan de todo un estudio hidrogeológico.

La definición de acuífero conlleva la existencia de un continente y un contenido.

La naturaleza, disposición y circunstancias de la roca continuamente, condicionaran el comportamiento a través de su seno de las aguas contenidas.

2. ROCAS Y MINERALES CLASIFICACIÓN DE ROCAS.

Desgraciadamente al hombre solo le esta permitido acceder, hoy por hoy, a la capa más superficial de la corteza terrestre.

Esta corteza en su parte visible y accesible al hombre, esta formada por rocas, que a su vez son el resultado de un yuxtaposición de una serie de elementos de categorías inferior denominados minerales.

Un conjunto de minerales agrupados o asociados de forma natural, constituyen una roca.

En la definición de esta roca, habrá que distinguir los minerales esenciales de los que no lo son. Los minerales que definen un granito son el cuarzo, feldespato y mica. La ausencia de cualquiera de ellos haría que la roca ya no pudiera ser definida como un granito.

Los minerales no esenciales o accesorios en la constitución de una roca, son los que pueden faltar sin que por ello cambie la denominación de dicha roca. En el caso de granitos en los que aparecen magnetita u otros minerales de forma circunstancial.

Las rocas se clasifican en primer lugar de acuerdo con su origen, y en segundo lugar y como complemento a la primera clasificación, de acuerdo con los minerales que los forman.

Según este criterio, las rocas se dividen en tres grandes grupos o clases: Eruptivas, sedimentarias y metamórficas. Según se haya formado por cristalización del magma en profundidad o superficie por acumulación o consolidación de restos de roca preexistentes, o bien por medio de transformaciones de los dos tipos anteriores, bajo la acción de agentes físicos (temperatura, presión) o químicos (aportes de elementos químicos extraños a las mismas).

2.1. Rocas eruptivas.

Cuando el magma cristaliza en profundidad, la roca eruptiva recibe el nombre de **plutónica**. Si esta consolidación produce en su camino ascendente hacia la superficie entonces se llama **filoniana**. Por último, cuando el magma vierte en superficie en estado líquido, la roca que se origina en su consolidación se la denomina volcánica.

Dentro de las rocas plutónicas cabe distinguir, según su composición mineralógica:

- Granitos:
- Sienitas
- Dioritas
- Gabros:
- Peridotitas

2.2. Rocas sedimentarias.

Las rocas **sedimentarias**, se forma como consecuencia del efecto de erosión, transporte y sedimentación y consolidación que actúa sobre las rocas ya existentes.

Ocupan del 10% al 20% del total del volumen de la tierra y casi un 75% de la superficie terrestre no ocupada por los mares.

Si se tiene en cuenta que los principales acuíferos se constituyen sobre estas rocas, se comprenderá la importancia que su conocimiento tiene para el hidrogeológico.

Las rocas sedimentarias consolidadas, según su origen se clasifican en:

Rocas detríticas: Constituidas por trozos de otras rocas, aglomeradas con un cemento. Que pueden ser calcáreos arcillosos o silíceo.

Cuando son de gran tamaño entonces tenemos los conglomerados, que si los cantos son angulosos, reciben el nombre de brechas.

Las areniscas son rocas detríticas muy abundantes de grano medio y fino, cuando los granos son de cuarzo y feldespatos y el cemento calcáreo, reciben el nombre de arcosas. Suelen constituir buenos acuíferos.

El loess, es una formación detrítica, constituida por partículas muy finas, de origen eólico, que se constituyen en depósito poco consolidados y formados esencialmente por cuarzo, feldespato, arcillas y micas.

Las arcillas constituyen los agregados de grano más fino, siendo compleja su naturaleza mineralógica.

Rocas de origen químico: Cuando se originan como consecuencia de una precipitación química. En el interior del medio acuoso en el que se hallan disueltos. Las más importantes son las calizas que se originan por precipitación de soluciones ricas en carbonato cálcico.

La dolomitas, están constituidas por mezcla de carbonato cálcico y carbonato magnésico.

Las margas son rocas intermedias entre la caliza y las arcillas. Presentan una gama extensísima, desde las arcillas algo calcáreas, hasta las calizas arcillosas con todos los pasos intermedios.

Rocas de origen orgánico: Es el caso en que en su formación han intervenido directamente los seres vivos. La propia naturaleza de la roca esta constituida por restos de esos seres vivos más o menos alterados.

2.3. Rocas metamórficas.

Las rocas metamórficas son los resultados de profundas transformaciones de tipo fisicoquímico, que actúan sobre las rocas de cualquier tipo ya preexistentes.

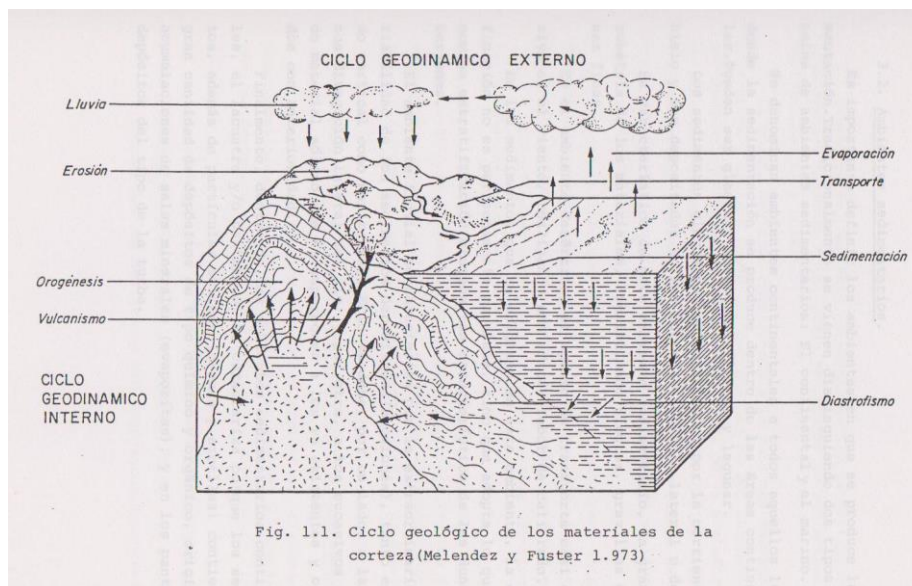
Estas transformaciones o modificaciones son debido al llamado proceso de metamorfismo que puede ser originado por cambios en la presión, en la temperatura y bien en ambos.

Hay que advertir que geológicamente hablando, el vocablo **pizarra** debe reservarse para la roca sedimentaria, de naturaleza arcillosa que ha sufrido una fuerte compresión. De forma *impropia* se manejan esta palabra equivocadamente (Pizarra) para designar a todo tipo de roca que posea una exfoliación muy marcada a lo largo de los planos paralelos.

3. CICLO GEOLOGICO

3.1. Definición.

El ciclo geológico viene definido por tres procesos fundamentales; Erosión, Transporte y sedimentación. (Véase Fig. 1.1.)



Los agentes externos meteorológicos actúan sobre las rocas alterándolas, disgregándolas y transformándolas (erosión).

Las partículas de diferentes tamaños, son transportados (transporte) por ríos, torrentes, glaciares y vientos, hasta que, cuando las condiciones son favorables se depositan generalmente en el mar (sedimentación), formando los sedimentos que poco a poco y lentamente van engrosando y compactando hasta dar lugar a un nuevo tipo de roca.

Esta nueva roca, una vez afectada por los movimientos orogénicos puede ser expuesta a la erosión, iniciándose así un nuevo ciclo geológico.

3.2. Ambiente sedimentarios.

Es importante definir los ambientes en que se producen la sedimentación. Tradicionalmente se vienen distinguiéndose en dos tipos principales de ambientes sedimentarios: **El continental y el marino.**

Se denomina ambientes **continentales** a todos aquellos lugares donde la sedimentación se produce dentro de las áreas continentales. Pueden ser **glaciar, desértico, fluvial y lagunar.**

Los sedimentos glaciares son arrastrados por la corriente de hielo y son depositados en las moreras frontal, lateral o de fondo.

Es característico de este ambiente sedimentario, la gran heterometría de los materiales, coexistentes bloques, gravillas o arenas finas.

En el ambiente desértico, el agente de transporte casi exclusivo es el viento, realizando una eficaz labor de calibrado.

En los sedimentos que se originan en este ambiente, la estratificación no es perfectamente paralela, sino que adopta lo que se denomina estratificación cruzada tan característica de las dunas o arenas.

El ambiente fluvial se caracteriza por la extraordinaria variabilidad de los sedimentos depositados (aluviones), tanto en sentido vertical como horizontal. Ello se debe, por un lado a la continua divagación lateral del río, y por otro, a los sucesivos aportes de material sólido que se superponen a los ya existentes y originados con anterioridad.

Finalmente dentro de los ambientes sedimentarios continentales, el lacustre y/o pantanoso, se caracteriza porque los sedimentos, además de partículas sólidas (arenas y arcillas) contienen gran cantidad de depósitos de tipo químico y orgánico, originándose acumulaciones de sales minerales (evaporitas), y en los pantanos, depósitos del tipo de turba.

Dentro del ambiente marino se distingue tres grandes regiones donde pueden producirse la sedimentación **nerítica, batial y abisal**:

La región **nerítica** corresponde a la zona más cercana a la costa y alcanza una profundidad de 200 metros. Que generalmente donde se sitúa el borde de la plataforma.

La zona **batial** que incluye el talud que separa de la plataforma continental de los grandes fondos marinos puede alcanzar desde los 200 metros de profundidad hasta los 2.000 metros y es aquí se depositan los materiales mas finos tales como arcillas y los limos.

En la zona **abisal** corresponde a los grandes fondos marinos, solo depositan materiales pulverulentos muy finos arrastrados por el viento y los esqueletos silíceos de diversos organismos ya que los de naturaleza calcárea se disuelven con el agua.

4. ACUIFEROS.

Dada la importancia que tiene el agua como recurso natural necesario para la vida del hombre, animales y plantas, y su progresiva escasez, el estudio de la hidrogeología se polariza cada día más hacia el perfeccionamiento del conocimiento de los acuíferos. Su funcionamiento, alimentación, descarga, explotación y aprovechamiento. (Fig. 2.5.)

Es por esto que es preciso definir a este respecto, los conceptos básicos que se refieren a los acuíferos y a sus parámetros esenciales.

4.1. Definición: acuíferos, acuitardo, acuífero confinado, y acuífugo.

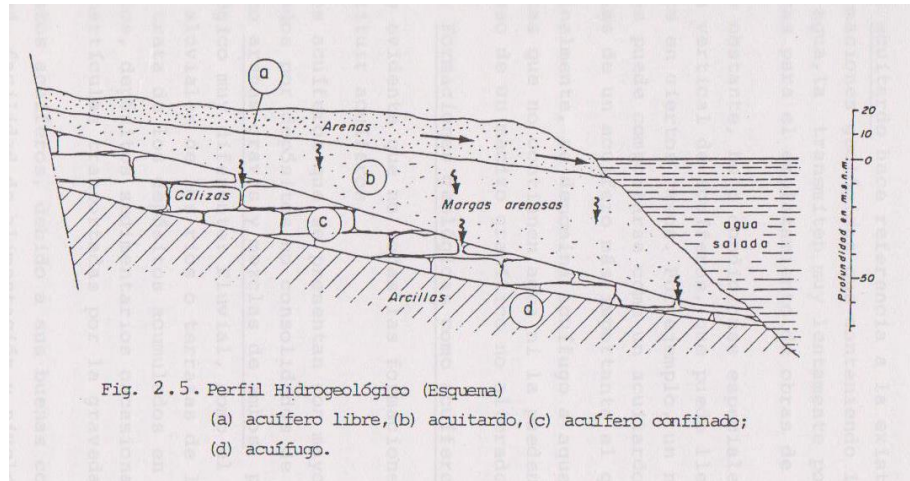
En hidrogeología, se denomina **acuífero** a aquel estrato o formación geológica que permitiendo la circulación del agua por sus poros o grietas, hace que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables, con el fin de atender sus necesidades.

El **acuitardo**, hace referencia a la existencia de numerosas formaciones geológicas que conteniendo importantes cantidades de agua, la transmiten muy lentamente por lo que tampoco son aptas para el emplazamiento de obras de captación.

No obstante, bajo condiciones especiales, permiten un recarga vertical de acuíferos, que pueden ser muy importante en ciertos casos. Por ejemplo un nivel de arcillas arenosas puede comportarse como un acuitardo, si esta dispuesto encima de un acuífero más importante al que puede recargar.

Por contrario, un **acuí confinado** se define como aquella formación geológica que conteniendo agua en su interior, incluso hasta la saturación, no la transmite y por tanto, no es posible su explotación. Dentro de este grupo pueden incluirse los cienos y léganos, y en general las arcillas.

Finalmente Se denomina **acuífago** a aquellas formaciones geológicas que no contiene agua ni la pueden transmitir como el caso de un macizo granítico no alterado ni fracturado.



ANÁLISIS SEGÚN ZONAS DE UBICACIÓN

Nº	LOCALIDAD	Perfil hidrogeológico de Acuíferos			
		a)	b)	c)	d)
1	Acceso a Obrajés	X			
2	Paria	X			
3	Proximidades de Soracachi	X			
4	Acceso a Guardaña	X			
5	Jiquilla				X
6	Khasa Huasa			X	
7	Wichuloma			X	

CONCLUSIONES.

Según el estudio identificado corresponde a definir que las primeras cuatro localidades 1, 2, 3 y 4 son aptas para la captación y almacenamiento mediante sus acuíferos por las características de la

presencia de **areniscas son rocas detríticas muy abundantes de grano medio y fino, cuando los granos son de cuarzo y feldespato y el cemento calcáreo, reciben el nombre de arcosas. Suelen constituir buenos acuíferos.** además de contar con sedimentos que son arrastrados por la corriente de hielo y son depositados en los abanicos aluviales frontal, lateral o de fondo este característico ambiente sedimentario, la gran heterometría de los materiales, coexistentes bloques, gravillas o arenas finas.

También el ambiente desértico, contribuye como agente de transporte casi exclusivo que es el viento, realizando una eficaz labor de calibrado.

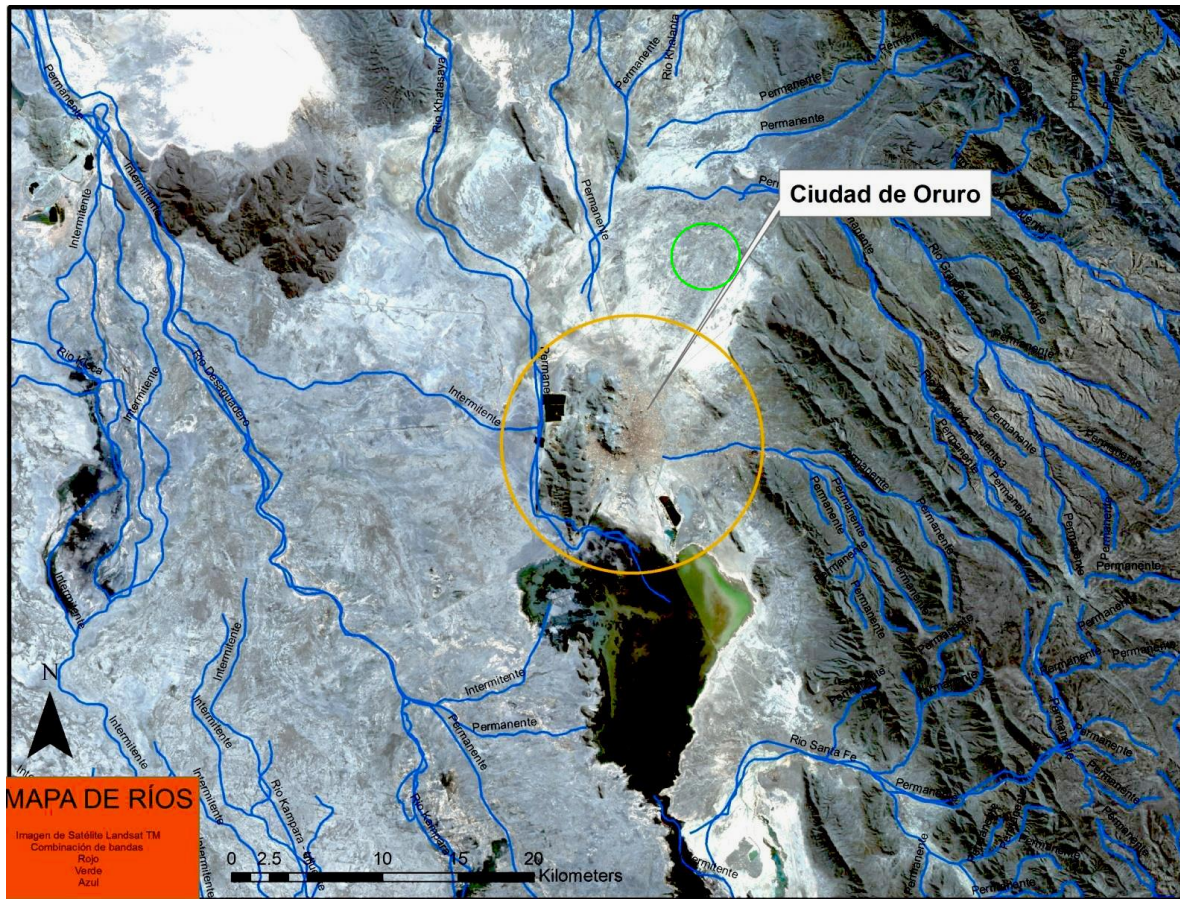
Mientras que los siguientes 5, 6 y 7 donde se recomienda localizar el proyecto del puerto Seco, se muestran perfecto para su ubicación no se tendrá problemas hidrogeológicos.

Pero es necesario considerar esta zona esta muy apretada y concentrada, además a futuro se debe garantizar el acceso multivial, cosa que no me parece adecuado. (Véase el grafico 2.6.)

Tercera alternativa.

Por el mapa de ríos presentes que contribuyen a los acuíferos de la ciudad la zona de demarcación con el color verde se tendría que realizar una prospección hidrogeológica, porque se muestra dicha zona ser la mas adecuada con respecto a los anteriores observaciones.

Se muestran toda esta zona con la presencia de **acuíferos confinados** con formación geológica que conteniendo agua en su interior, incluso hasta la saturación, no la transmite y por tanto, no es posible su explotación. Dentro de este grupo pueden verse los Ciénegas presentes, y en general arcillas, también hay la presencia de **acuíferos** que son aquellas formaciones geológicas que no contienen agua ni la pueden transmitir por poseer un macizo granítico no alterado ni fracturado.



Fuente: CARRASCO a. 2005, Conferencia de Medio Ambiente.