

UNIVERSIDAD AUTONOMA "TOMAS FRIAS"
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



TRABAJO DE INVESTIGACION

PROYECTO:

IDENTIFICACION DE FUENTES DE AGUA POTABLE POR
GRAVEDAD PARA LAS COMUNIDADES AFECTADAS POR LA
CONTAMINACION DEL RIO DE CAIZA "D"

ESTUDIANTE : *Univ. Franklin Anagua Coila*

POTOSI-BOLIVIA

Contenido

1.	CAPITULO I.....	4
1.1.	GENERALIDADES.....	4
1.2.	Nivel y Tipo de Investigación	5
1.3.	Ubicación donde se Desarrollará el Estudio	5
1.4.	Plan de Investigación.....	6
2.	CAPITULO 2: MARCO TEORICO.....	8
2.1.	AGUA.....	8
2.1.1.	Definición	8
2.2.	El ciclo del Agua.....	8
2.3.	El Agua dulce en la Naturaleza	10
2.4.	TIPOS DE FUENTES DE AGUA	10
2.4.1.	Aguas de Lluvia	13
2.4.2.	Aguas Superficiales.....	14
2.4.3.	Aguas Subterráneas	15
2.5.	CONTAMINACIÓN DEL AGUA	28
2.5.1.	Problemas relacionados con la extracción del Agua Subterránea	28
2.5.2.	Contaminación Salina	29
2.5.3.	Contaminación del Agua Subterránea	31
2.6.	CALIDAD DEL AGUA.....	35
3.	CAPITULO IV: METODOS DE MEDICION DEL CAUDAL.....	37
3.1.	CANTIDAD DE AGUA.....	37
3.2.	MEDICION DE AGUA POTABLE	37
3.3.	METODO VOLUMETRICO.....	37
3.4.	METODO VELOCIDAD-AREA	38
3.5.	Método de vertedero y Canaleta	38
4.	CAPITULO III: ESTUDIOS BASICOS DEL PROYECTO	39
4.1.	Estudios Técnicos	39
4.1.1.	Ubicación de las fuentes de agua	39
4.1.2.	Evaluación de posibles fuentes de agua	39
4.1.3.	Evaluación de la Cuenca	39

4.1.4. Ubicación de las fuentes de agua	40
4.2. Estudio Socioeconómico Cultural	40
4.2.1. Población Actual	40
4.2.2. Evaluación de la condición económica de la población	41
4.2.3. Evaluación de las condiciones sanitarias	41
4.2.4. Hábitos y costumbres sobre el manejo del agua	41
4.3. Población del Proyecto	41
4.3.1. Métodos de Cálculo	41
4.3.2. Aplicación	42
4.3.3. Criterio del Proyectista	42
4.3.4. Área del proyecto	43
5. CAPITULO III: RESULTADOS OBTENIDOS.....	44
5.1. Tipos de Fuentes de agua	44
5.2. Caudales Aforados.....	44
5.3. Análisis de Calidad de Agua	44
5.3.1. Calidad de Agua Comunidad: Chincurani.....	44
5.3.2. Calidad de Agua Comunidad de Mauca Caiza	45
5.3.3. Calidad de Agua Comunidad Jatun Pampa	46
5.4. Límite aceptable de calidad de Agua de las fuentes de Abastecimiento	46
5.4.1. Fuente de Abastecimiento de Sewencani.....	46
5.4.2. Fuente de Abastecimiento de Jalanta.....	47
5.4.3. Fuente de Abastecimiento de Jalaru	48
5.5. Balance entre caudal de oferta y demanda	48
5.6. Identificación del Área de proyecto.....	49
6. CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓNES	49
6.1. Conclusiones.....	49
6.2. Recomendaciones	50
7. ANEXOS	51
7.1. Trabajo de Campo	51
7.2. Aforo de Caudales	52
7.2.1. Fuente de Agua: Sewencani 1 (Comunidad de Chincurani)	52
7.2.2. Fuente de Agua: Sewencani 2 (Comunidad de Chincurani)	53

7.2.3.	Fuente de Agua: Jalanta (Comunidad de Mauca Caiza)	54
7.2.4.	Fuente de Agua: Jalaru (Comunidad de Jatun Pampa)	55
7.3.	Cálculo de Caudal de Diseño	56
7.3.1.	Comunidad de Chincurani	56
7.3.2.	Comunidad de Mauca Caiza	58
7.3.3.	Comunidad de Jatun Pampa	60
7.4.	Resultados de Analisis de Calidad de Agua	62
7.4.1.	Fuente de Agua “Sewencani”	62
7.4.2.	Fuente de Agua “Jalanta”	63
7.4.3.	Fuente de Agua “Jalaru”	64
7.5.	Reporte Fotográfico.....	65
7.5.1.	Comunidad de Chincurani (Sewencani)	65
7.5.2.	Comunidad de Mauca Caiza	68
7.5.3.	Comunidad de Jatum Pampa	70
7.6.	Planos	72
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAICAS	73

1. CAPITULO I

1.1. GENERALIDADES

Aproximadamente mil millones de personas en todo el mundo no tienen acceso a fuentes de agua mejorada. Asimismo no tienen acceso a ningún tipo de instalación mejorada de saneamiento. Cerca de 2 millones de personas, la mayoría de ellos niños menores de cinco años, mueren todos los años debido a enfermedades diarreicas. Los más afectados son las poblaciones de los países en desarrollo que viven en condiciones extremas de pobreza, tanto en áreas periurbanas como rurales. Los principales problemas que causan esta situación incluyen la falta de prioridad que se le da al sector, la escasez de recursos económicos, la carencia de sostenibilidad de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento. Para reducir la carga de enfermedad causada por estos factores de riesgo es sumamente importante proveer acceso a cantidades suficientes de agua segura e instalaciones para la disposición sanitaria de excretas y promover prácticas seguras de higiene.(OMS)

América Latina y el Caribe cuentan con la cobertura más alta de agua potable de las regiones en desarrollo (94 por ciento). Sin embargo, los índices de cobertura varían ampliamente entre países y entre las zonas rurales y urbanas de un mismo país.

Aproximadamente 37 millones de personas carecen de acceso a agua potable, y casi 110 millones no tienen acceso a saneamiento. Los países con el menor acceso al agua potable de América Latina son: Haití, República Dominicana, Nicaragua, Ecuador, Perú y Bolivia. (Banco Mundial)

La contaminación y la sequía afectan las reservas de agua dulce. Muchos ríos y lagunas están por debajo del nivel normal. Hay problemas por el despilfarro de agua y por la contaminación sin solución, que se produce en varias regiones de Bolivia.

Pese a las políticas de los gobiernos de implementar servicios de agua potable a las comunidades rurales no es suficiente; y más aún las políticas del municipio de Caiza D, ya que éste es uno de los municipios más pequeños del país que recibe poco presupuesto para hacer frente y cubrir las necesidades básicas del municipio.

A esto agregar que las comunidades rio abajo no reciben la atención adecuada y menos tienen servicios básicos como es el de agua potable y a esto agregar la contaminación permanente que reciben del río por las descargas de las aguas servidas de Caiza D

TITULO

IDENTIFICACION DE FUENTES DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

PARA LAS COMUNIDADES AFECTADAS POR LA CONTAMINACION DEL RIO DE CAIZA D

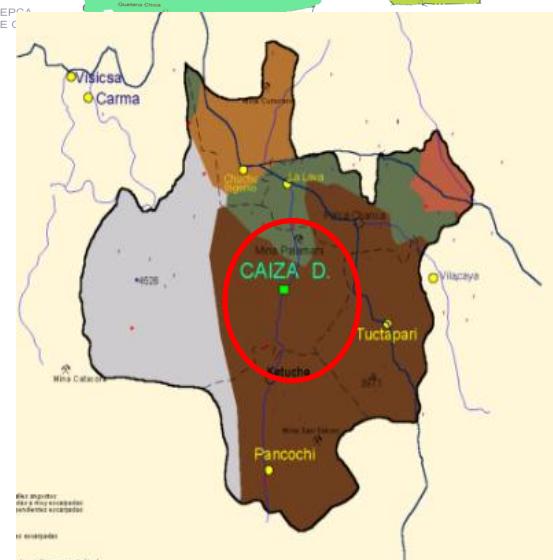
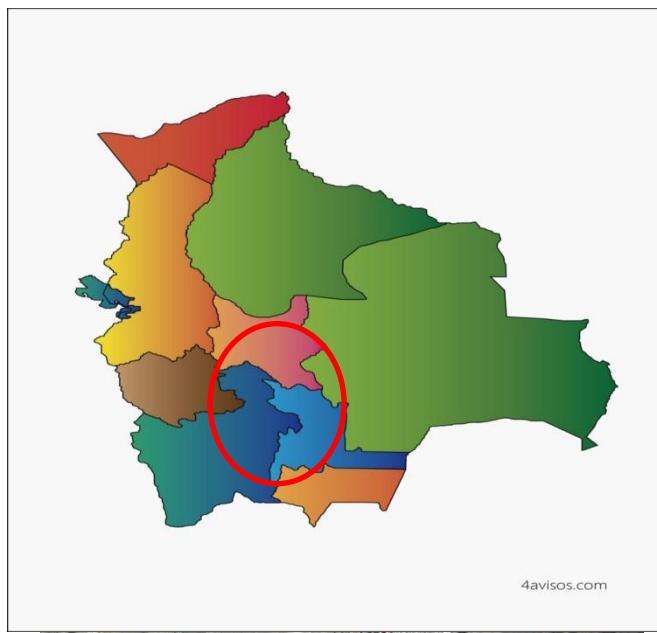
1.2. Nivel y Tipo de Investigación

El nivel de investigación es Experimental.

El tipo de investigación a realizar es una investigación aplicada, una investigación cuantitativa, ya que se realizara mediciones numéricas a las distintas fuentes de agua potable.

1.3. Ubicación donde se Desarrollará el Estudio

El estudio de la identificación de fuentes de agua potable se desarrollara en las comunidades de: Chincurani, Manco Caiza y Jatun Pampa del Cantón de Caiza D, Municipio de Caiza D de la Provincia José María Linares del Departamento de Potosí.



1.4. Plan de Investigación

1.4.1. Planteamiento del Problema

a) Causas que originan el problema

Las comunidades de: Chincurani, Mauca Caiza, Jatun Pampa, no cuentan con un servicio de agua potable tratado, las comunidades se proveían de este servicio del río de Caiza D, pero desde hace bastante tiempo atrás que el río de Caiza D está siendo contaminada por las aguas servidas del sistema de alcantarillado del pueblo de Caiza D, que por falta de plantas de tratamiento para las aguas residuales, son descargadas directo al río. El aprovisionamiento de agua actualmente es del mismo río contaminando, realizando zanjas o pozos de filtración en bandas donde no circula el flujo del río. El municipio de Caiza D ante la situación intentó dar solución a este problema, proveyendo de agua potable con la ampliación de instalación de tubería y un tanque, que derivan directamente del sistema de agua potable de Caiza D. Pero dicho sistema no funciona, ya que el agua no llega a abastecer a la comunidad, porque el sistema de agua potable de Caiza D no abastece ni al mismo pueblo.

b) Consecuencias o manifestaciones del problema

Las consecuencias que consigo traen la falta de un servicio de sistema de agua potable son muchas, entre ellos ocasionan graves inconvenientes de contaminación del medio ambiente, afectan de manera directa a la salud pública con diversas enfermedades; éstas por las descargas de las aguas servidas al río; otra de las consecuencias es la migración de muchos comunarios al pueblo de Caiza D y por ende el descuido de sus sembradíos, con ello afectando la economía de las comunidades de Chincurani, Mauca Caiza, y Jatun Pampa. Entonces las prioridades que demandan las comunidades, es el servicio de agua potable, con calidad, adecuada y cantidad suficiente.

1.4.2. Definición del problema

Las comunidades de Chincurani, Mauca Caiza, Jatun Pampa no cuentan con el servicio de agua potable tratado, la fuente más cercana de aprovisionamiento de agua es el río de Caiza D pero éste está contaminado por las aguas servidas de alcantarillado y la ampliación del sistema de agua potable de Caiza D no fue la solución esperada. Las cuales no permiten plantear o formular el problema de que se urge identificar nuevas fuentes de agua potable para las comunidades de Chincurani, Mauca Caiza, Jatun Pampa de Caiza D.

1.4.3. Objetivos

a) Objetivo General

El objetivo general del trabajo de investigación es identificar nuevas fuentes para agua potable por gravedad para las comunidades de Chincurani, Mauca Caiza, Jatun Pampa del municipio de Caiza D.

b) Objetivos Específicos

Con el fin de dar solución al problema se presenta los siguientes objetivos específicos:

- ⊕ Aplicar métodos de aforo para determinar las cantidades necesarias de caudales.
- ⊕ Analizar la calidad de agua para el consumo humano
- ⊕ Realizar un balance entre la demanda y oferta de consumo de agua potable.
- ⊕ Seleccionar los tipos de fuente para sus respectivos tratamientos a futuro
- ⊕ Realizar levantamientos topográficos en las fuentes identificadas.

1.4.4. Hipótesis

Las nuevas fuentes cubrirán las demandas de servicio de agua potable para las comunidades de Chincurani, Mauca Caiza, Jatun Pampa

1.4.5. Variables

a) Variables Indicadores:

- ⊕ **Variable independiente**, La variable independiente la cantidad de agua que genere la nueva fuente.
- ⊕ **Variable dependiente**, La variable dependiente será la demanda de agua potable que estará en función de la cantidad de agua que genere la nueva fuente

1.4.6. Estrategia de Trabajo

METODOLOGIA DE ESTUDIO

Para el desarrollo del estudio se ha considerado la siguiente metodología cuyo desarrollo es el siguiente:

- I. Planteamiento del Problema**
- II. Marco Teórico, evaluación de la información**
- III. Redacción y revisión de los capítulos**
- IV. Ensayos de Laboratorio**
- V. Evaluación r Interpretación de los Resultados**

2. CAPITULO 2: MARCO TEORICO

2.1. AGUA

2.1.1. Definición

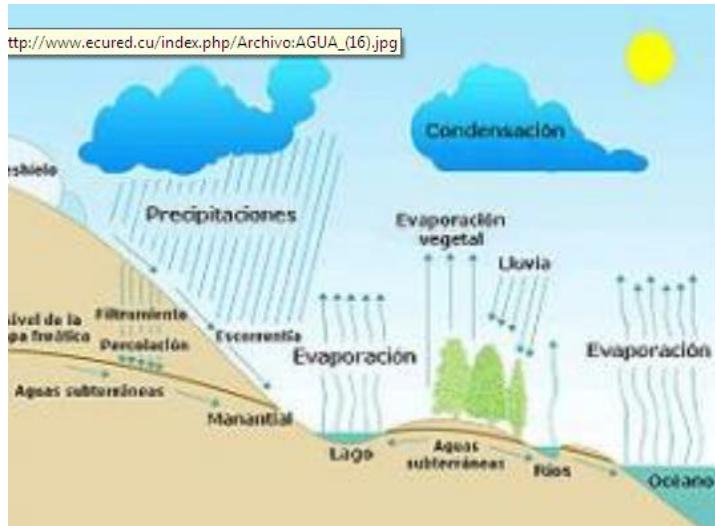
Proviene del latín *aqua*, es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de Hidrógeno y uno de Oxígeno (H_2O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. En el uso más común, es cuando está en estado líquido, pero la misma puede hallarse también sólida, conocida como hielo, y en forma gaseosa que se llama Vapor.

El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. En la Tierra, se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares tiene el 1,74%, los depósitos subterráneos en (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, la humedad del suelo, Atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. Contrario a la creencia popular, el agua es un elemento bastante común en el sistema solar y esto cada vez se confirma con nuevos descubrimientos. Se puede encontrar agua principalmente en forma de hielo; de hecho, es el material base de los cometas, y el vapor compone la cola de ellos.

2.2. El ciclo del Agua

El ciclo del agua implica una serie de procesos [físicos continuos. Con ciclo del agua -conocido científicamente como el ciclo hidrológico- se denomina al continuo intercambio de agua dentro de la hidrosfera, entre la atmósfera, el agua superficial y subterránea y los organismos vivos. El agua cambia constantemente su posición de una a otra parte del ciclo de agua, implicando básicamente los siguientes procesos físicos:

- Evaporación de los océanos y otras masas de agua y transpiración de los seres vivos (animales y plantas) hacia la atmósfera.
- Precipitación, originada por la condensación de vapor de agua, y que puede adaptar múltiples formas.
- Escorrentía, o movimiento de las aguas superficiales hacia los océanos.



La energía del sol calienta la tierra, generando corrientes de aire que hacen que el agua se evapore, ascienda por el aire y se condense en altas altitudes, para luego caer en forma de lluvia. La mayor parte del vapor de agua que se desprende de los océanos vuelve a los mismos, pero el viento desplaza masas de vapor hacia la tierra firme, en la misma proporción en que el agua se precipita de nuevo desde la tierra hacia los mares (unos 45.000 km anuales). Ya en tierra firme, la evaporación de cuerpos acuáticos y la transpiración de seres vivos contribuye a incrementar el total de vapor de agua en otros 74.000 km anuales. Las precipitaciones sobre tierra firme -con un valor medio de 119.000 km³ anuales- pueden volver a la superficie en forma de líquido -como lluvia-, sólido -nieve o granizo-, o de gas, formando nieblas o brumas.

El agua condensada presente en el aire es también la causa de la formación del Arco iris: La refracción de la luz solar en las minúsculas partículas de vapor, que actúan como múltiples y pequeños prismas. El agua de escorrentía suele formar cuencas, y los cursos de agua más pequeños suelen unirse formando ríos. El desplazamiento constante de masas de agua sobre diferentes terrenos geológicos es un factor muy importante en la conformación del relieve. Además, al arrastrar minerales durante su desplazamiento, los ríos cumplen un papel muy importante en el enriquecimiento del suelo. Parte de las aguas de esos ríos se desvían para su aprovechamiento agrícola. Los ríos desembocan en el mar, depositando los sedimentos arrastrados durante su curso, formando deltas. El terreno de estos deltas es muy fértil, gracias a la riqueza de los minerales concentrados por la acción del curso de agua.

El agua puede ocupar la tierra firme con consecuencias desastrosas: Las inundaciones se producen cuando una masa de agua rebasa sus márgenes habituales o cuando comunican con una masa mayor -como el mar- de forma irregular. Por otra parte, y aunque la falta de precipitaciones es un obstáculo importante para la vida, es natural que periódicamente algunas regiones sufren sequías. Cuando la sequedad no es transitoria, la vegetación desaparece, al tiempo que se acelera la erosión del terreno. Este proceso se denomina desertización y muchos países adoptan políticas para frenar su avance. En 2007, la ONU declaró el 17 de junio como el Día mundial de lucha contra la desertización y la sequía".

2.3. El Agua dulce en la Naturaleza

El agua dulce en la naturaleza se renueva gracias a la atmósfera que dispone de 12.900 km de vapor de agua. Sin embargo se trata de un volumen dinámico que constantemente se está incrementando en forma de evaporación y disminuyendo en forma de precipitaciones, estimándose el volumen anual en forma de precipitación o agua de lluvia entre 113.500 y 120.000 km en el mundo. Estos volúmenes suponen la parte clave de la renovación de los recursos naturales de agua dulce. En los países de clima templado y frío la precipitación en forma de nieve supone una parte importante del total.

El 68,7% del agua dulce existente en el mundo está en los glaciares y mantos de hielo. Sin embargo, en general, no se consideran recursos hídricos por ser inaccesibles (Antártida, Ártico y Groenlandia). En cambio los glaciares continentales son básicos en los recursos hídricos de muchos países.

Las aguas superficiales engloban los lagos, embalses, ríos y humedales suponiendo solamente el 0,3% del agua dulce del planeta, sin embargo representan el 80% de las aguas dulces renovables anualmente de allí su importancia.

También el agua subterránea dulce almacenada, que representa el 96% del agua dulce no congelada de la Tierra, supone un importante recurso. Según Morris los sistemas de aguas subterráneas empleados en abastecimiento de poblaciones suponen entre un 25 y un 40% del agua potable total abastecida. Así la mitad de las grandes megalópolis del mundo dependen de ellas para su consumo. En las zonas donde no se dispone de otra fuente de abastecimiento representa una forma de abastecimiento de calidad a bajo coste.

La mayor fuente de agua dulce del mundo adecuada para su consumo es el Lago Baikal, de Siberia, que tiene un índice muy reducido en sal y calcio y aún no está contaminado.

El agua para consumo humano proviene de dos fuentes. Las primeras son las fuentes de agua sobre la tierra. De este grupo forman parte los arroyos, manantiales y embalses modernos para

Recoger agua de lluvia. Sin embargo, mucha del agua encuentra su camino por debajo de la tierra. El agua subterránea es la segunda de las fuentes, y es sobre todo valiosa cuando el agua en la superficie es escasa. La manera tradicional de extraer el agua subterránea era cavando un pozo, pero los métodos modernos de excavación o extracción subterráneos lo han cambiado.

2.4. TIPOS DE FUENTES DE AGUA

El agua se puede presentar en tres estados siendo de las pocas sustancias que pueden encontrarse en los tres estados de forma natural. El agua adopta formas muy distintas sobre la Tierra: como vapor de agua, conformando nubes en el Aire; como agua marina, eventualmente en forma de icebergs en los océanos; en glaciares y ríos en las montañas, y en los acuíferos subterráneos en forma líquida. Desde el punto de vista físico, el agua circula constantemente en un ciclo de evaporación o transpiración (evapotranspiración), precipitación, y desplazamiento

hacia el mar. Los vientos transportan tanto vapor de agua como el que se vierte en los mares mediante su curso sobre la tierra, en una cantidad aproximada de 45.000 km³ al año. En tierra firme, la evaporación y transpiración contribuyen con 74.000 km³ anuales a causar precipitaciones de 119.000 km³ al año.

Se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce se consume en la Agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20% del consumo mundial, empleándose como medio en la refrigeración, el transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo doméstico absorbe del orden del 10% restante.

El agua potable es esencial para todas las formas de vida, incluida la humana. El acceso al agua potable se ha incrementado sustancialmente durante las últimas décadas en la práctica totalidad de la superficie terrestre. Sin embargo estudios de la FAO, estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes del 2030; en esos países es urgente un menor gasto de agua en la agricultura modernizando los sistemas de riego. El agua puede disolver muchas sustancias, dándoles diferentes sabores y olores. Como consecuencia de su papel imprescindible para la vida, el ser humano -entre otros muchos animales- ha desarrollado sentidos capaces de evaluar la potabilidad del agua, que evitan el consumo de agua salada o putrefacta. Los humanos también suelen preferir el consumo de agua fría a la que está tibia, puesto que el agua fría es menos propensa a contener microbios. El sabor perceptible en el agua de deshielo y el agua mineral se deriva de los minerales disueltos en ella; de hecho el agua pura es insípida. Para regular el consumo humano, se calcula la pureza del agua en función de la presencia de toxinas, agentes contaminantes y microorganismos.

El agua recibe diversos nombres, según su forma y características:

a) Segundo su estado físico:

-  Hielo (estado sólido)
-  Agua (estado líquido)
-  Vapor (estado gaseoso)

b) Segundo su posición en el ciclo del agua:

-  Hidrometeoro

Precipitación:

- ❖ Precipitación según desplazamiento
 - ✓ precipitación vertical
 - Lluvia
 - Lluvia congelada
 - Llovizna
 - Lluvia helada
 - Nieve
 - Granizo blando
 - Gránulos de nieve
 - Perdigones de hielo
 - Aguanieve
 - Pedrisco

- Cristal de hielo
-
- ✓ Precipitación horizontal (asentada)
 - Rocío
 - Escarcha
 - Congelación atmosférica
 - Hielo glaseado
 - Lluvia
 -
- ✓ Precipitación líquida
 - Lluvia
 - Lluvia helada
 - Llovizna
 - Llovizna helada
 - Rocío
- ✓ Precipitación sólida
 - nevasca
 - Granizo blando
 - Gránulos de nieve
 - Perdigones de hielo
 - Lluvia helada
 - Granizo
 - Prismas de hielo
 - Escarcha
 - Congelación atmosférica
 - Hielo glaseado
 - Aguanieve
- ✓ Precipitación mixta
 - Con temperaturas cercanas a los 0 °C
- ✓ Partículas en suspensión
 - Nubes
 - Niebla
 - Bruma
- ✓ Partículas en ascenso (impulsadas por el viento)
 - Ventisca
 - Nieve revuelta

c) Según su circunstancia

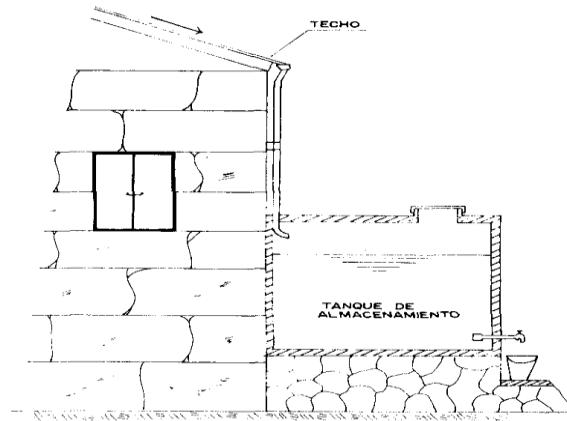
-  **Aqua subterránea**
-  **Aqua de deshielo**
-  **Aqua meteórica**
-  **Aqua inherente – la que forma parte de una roca**
-  **Aqua fósil**

- Agua dulce
 - Agua superficial
 - Agua mineral - rica en minerales
 - Agua salobre ligeramente salada
 - Agua muerta - extraño fenómeno que ocurre cuando una masa de agua dulce o ligeramente salada circula sobre una masa de agua más salada, mezclándose ligeramente. Son peligrosas para la navegación.
 - Agua de mar o salmuera - de elevado contenido en sales, especialmente cloruro de sodio.
- d) según sus usos
 - Agua embotellada
 - Agua potable - la apropiada para el consumo humano, contiene un valor equilibrado de minerales que no son dañinos para la salud.
 - Agua purificada - corregida en laboratorio o enriquecida con algún agente. Son aguas que han sido tratadas para usos específicos en la ciencia o la ingeniería. Lo habitual son tres tipos:
 - I. Agua destilada
 - II. Agua de doble destilación
 - III. Agua des ionizada
- e) Atendiendo a otras propiedades
 - Agua blanda - pobre en minerales
 - Agua dura - de origen subterráneo, contiene un elevado valor mineral
 - Agua de cristalización — es la que se encuentra dentro de las redes cristalinas.
 - Hidratos — agua impregnada en otras sustancias químicas
 - Agua pesada - es un agua elaborada con átomos pesados de hidrógeno-deuterio. En estado natural, forma parte del agua normal en una concentración muy reducida. Se ha utilizado para la construcción de dispositivos nucleares, como reactores.
 - Agua de tritio
 - Agua negra
 - Aguas grises
 - Agua disfórica
- f) Según la microbiología
 - Agua potable
 - Agua residual
 - Agua lluvia o agua de superficie

2.4.1. Aguas de Lluvia

La captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante. Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen

pluviométrico. En la Figura 2.1 se muestra la captación del agua de lluvia mediante el techo de una vivienda.



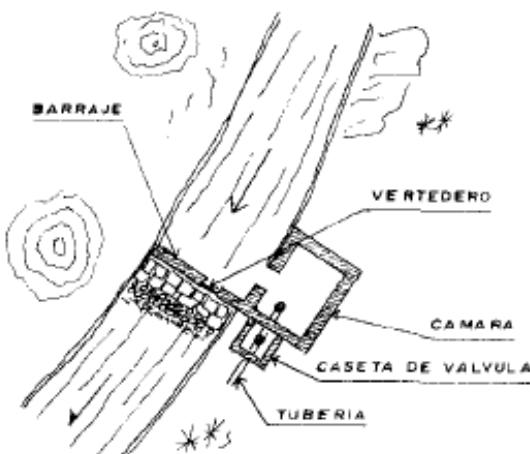
1 Fig. 2.1 Captacion de agus de Lluvia

La fuente abastecimiento pluvial puede considerarse como:

- ✚ Fuente principal de consumo todo el año.
- ✚ Fuente complementaria a otra fuente para suministros de agua durante periodos limitados.

2.4.2. Aguas Superficiales

Las aguas superficiales están constituidas por los Figura 3.1 : Captación de agua de lluvia arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con informacion detallada y completa que permita visualizar su estado o sanitario, caudales disponibles y calidad de agua (ver Figura 2.2).



2Fig. 2.2 Captación de Aguas Superficiales

a) Cursos de Agua Natural (ríos riachuelos, arroyos, quebradas)

Son cuerpos de agua que fluyen permanente o intermitentemente a través de depresiones geomorfológicas naturales y pueden ser:

- Cursos de agua de montaña, que se caracterizan por tener pendientes pronunciados, arrastre intenso de sólidos, en forma temporal, tirante bajo y altas velocidades.
- Curso de agua de llanura, que se caracterizan por tener pendientes bajas, tirante alto y bajas velocidades.

b) Cuerpos de Agua (Lagos, Lagunas)

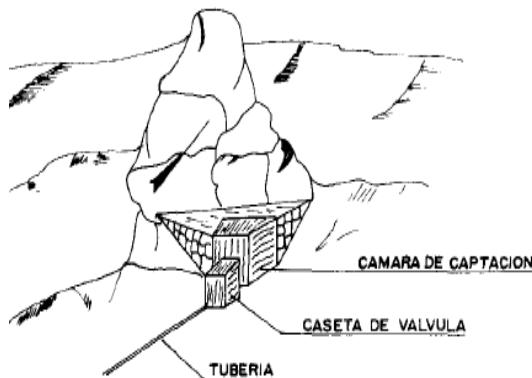
Son depresiones geomorfológicas naturales que permiten la acumulación de agua con los aportes de afluentes y/o precipitaciones pluviales y pueden ser:

- Cuerpos de agua de montaña, que se caracterizan en general por tener áreas de aporte limitadas y aguas con bajos contenidos de contaminantes.
- Cuerpos de agua de llanura, que se caracterizan por tener áreas de aporte mayores a los de montaña.

2.4.3. Aguas Subterráneas

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero.

La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares). En la Figura 2.3 se observa una de las muchas formas de aprovechamiento del agua subterránea con fines de consumo humano.



3 Fig. 2.3 Catacion de Aguas SUBterraneas

a) Vertientes o manantiales

Son afloramientos naturales de agua provenientes de acuíferos subterráneos. El afloramiento se produce cuando el acuífero intercepta una depresión del terreno, fracturas, grietas o cambios

litológicos emergiendo como una o más venas. Según las características de cada tipo acuífero, el caudal de la vertiente puede variar entre el periodo de lluvias y el de estiaje.

Los manantiales termales no deben ser considerados como fuente de abastecimiento de agua, por presentar un alto contenido de minerales.

b) Agua Subsuperficial

Es el agua que se encuentra a poca profundidad del terreno, tiene recarga por infiltración de cuerpos de agua superficial y/o de lluvia.

c) Agua Subterránea profunda

Es el agua proveniente de los acuíferos libres, confinados y semiconfinados, que se encuentran profundamente mayores a los 30 metros.

2.4.3.1. Importancia de las Aguas Subterráneas

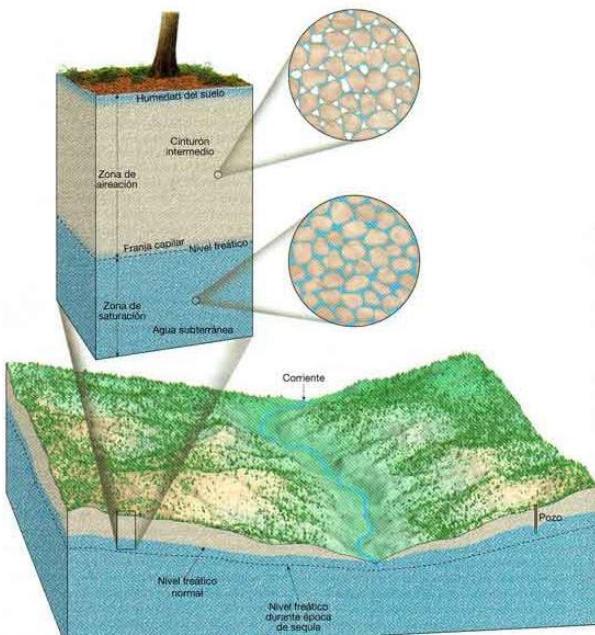
El agua subterránea es uno de nuestros recursos más valiosos y asequible, aunque nuestras percepciones con respecto al ambiente subsuperficial del que procede son a menudo poco claras e incorrectas. La razón para ello es que el ambiente de las aguas subterráneas está muy oculto a la vista, excepto en las cavernas y las minas, y las impresiones que tenemos de esas aperturas sub-superficiales son engañosas. La observación de la superficie de la Tierra da la impresión de que el planeta es. Esta opinión se mantiene cuando entramos en una caverna y vemos el agua fluir en un cauce que parece haber sido excavado en una roca sólida.

Debido a esas observaciones, muchas personas creen que el agua subterránea aparece sólo en debajo de la tierra. En realidad, la mayor parte del ambiente subsuperficial no es en absoluto. Consta de incontables poros diminutos entre los granos de suelo y de sedimento, así como de estrechas diaclasas y fracturas practicadas en el lecho de roca. En conjunto, todos estos espacios constituyen un volumen inmenso. Es en estas pequeñas aperturas donde se reúne y se mueve el agua subterránea.

Considerando la hidrosfera entera, o toda el agua de la Tierra, sólo alrededor de las seis décimas partes del uno por ciento aparece bajo tierra. No obstante, este pequeño porcentaje, almacenado en la roca y los sedimentos situados debajo de la superficie terrestre. Constituye una enorme cantidad. Cuando se excluyen los océanos y se consideran sólo las fuentes de agua dulce, se pone más de manifiesto la importancia de las aguas subterráneas.

2.4.3.2. Nivel Freático

El nivel freático, el límite superior de la zona de saturación, es un elemento muy significativo del sistema de aguas subterráneas. El nivel freático es importante para predecir la productividad de los pozos y explicar los cambios de flujo de las corrientes y los manantiales, justificando las fluctuaciones del nivel de los lagos.



Distribucion del Agua Subterranea

2.4.3.3. Variaciones del Nivel Freático

La profundidad del nivel freático es muy variable y puede oscilar entre cero, cuando se sitúa en la superficie, y centenares de metros en algunos lugares. Una característica importante del nivel freático es que su configuración varía según las estaciones y de un año a otro, porque la adición de agua al sistema de aguas subterráneas está estrechamente relacionada con la cantidad, 1a distribución y la frecuencia de las precipitaciones.

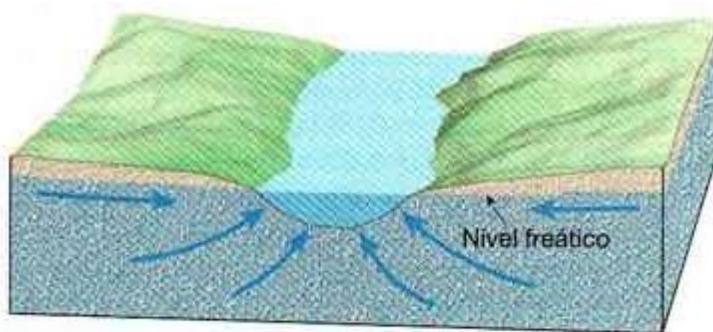
2.4.3.4. Interacción entre las Aguas subterráneas y las aguas corrientes

La interacción entre el sistema de aguas subterráneas y las aguas corrientes es un eslabón básico del ciclo hidrológico. Puede producirse de tres maneras. Las corrientes pueden recibir agua de la aportación de aguas subterráneas a través del cauce de la corriente. Este tipo de corrientes se denominan efluentes (figura N° 03A). Para que eso suceda, la elevación del nivel freático debe ser mayor que el nivel de la superficie de la corriente. Las corrientes pueden perder agua hacia el sistema de aguas subterráneas por la salida de agua a través del lecho de la corriente. En esta situación se emplea el término influente (Figura N° 03B,C). Cuando eso sucede, la elevación del nivel freático debe ser inferior a la superficie de la corriente. La tercera posibilidad es una combinación de las dos primeras: una corriente recibe aportaciones de agua en algunas secciones y pierde agua en otras.

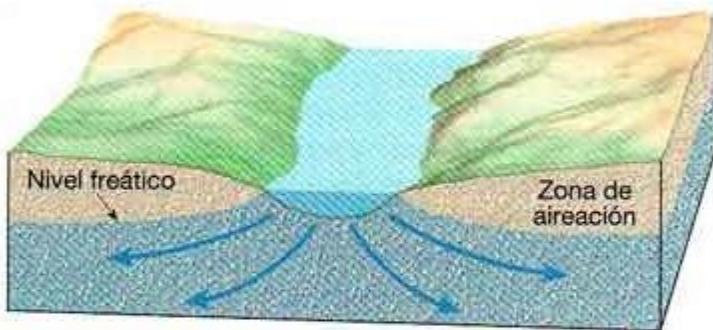
Las corrientes influentes pueden estar conectadas al sistema de aguas subterráneas por una zona saturada continua o pueden estar desconectados de ese sistema por una zona no saturada.

Comparemos las partes B y C de la Figura N° 03. Cuando la corriente está desconectada, el nivel freático tiene un abultamiento apreciable por debajo de la corriente si la velocidad del

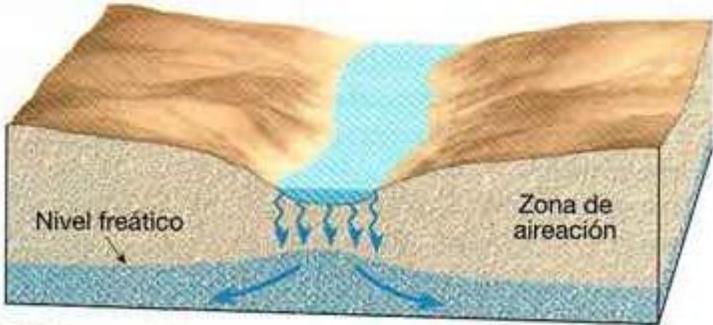
movimiento del agua a través del cauce y la zona de aireación es mayor que la velocidad a la que las aguas subterráneas se apartan del abultamiento.



A. Efluente



B. Influente (conectado)



C. Influente (desconectado)

- A. Las corrientes efluentes reciben agua del sistema de aguas subterráneas.
- B. Las corrientes influentes pierden agua hacia el sistema de aguas subterráneas.
- C. Cuando una zona de aireación separa las corrientes influentes del sistema de aguas subterráneas, puede formarse una protuberancia en el nivel freático.

En algunos lugares, una corriente puede ser siempre efluente o influente. Sin embargo, en muchas situaciones la dirección del flujo puede variar mucho a lo largo de la corriente; algunas secciones reciben agua subterránea y otras secciones pierden agua hacia el sistema de aguas subterráneas. Además, la dirección de la corriente puede cambiar durante un intervalo corto de tiempo como consecuencia de tormentas, que añaden agua cerca de la orilla de la corriente o cuando inundaciones instantáneas temporales descienden por el canal.

Las aguas subterráneas contribuyen a las corrientes en la mayoría de los contextos geológicos y climáticos. Incluso cuando las corrientes principalmente pierden agua hacia el sistema de aguas subterráneas, determinadas secciones pueden recibir aportación de agua subterránea durante algunas estaciones. En un estudio de 54 corrientes de todas las partes de Estados Unidos, el análisis indicaba que el 52 por ciento del caudal era aportado por las aguas subterráneas. La aportación de las aguas subterráneas oscilaba entre un mínimo del 14 por ciento a un máximo del 90 por ciento.

2.4.3.5. Factores que Influyen en el almacenamiento y la circulación de las Aguas Subterráneas

La naturaleza de los materiales subsuperficiales influye mucho en la velocidad del movimiento del agua subterránea y en la cantidad de agua subterránea que puede almacenarse. Dos factores son especialmente importantes: la porosidad y la permeabilidad.

Porosidad:

El agua empapa el terreno porque el lecho de roca, el sedimento y el suelo contienen innumerables huecos o aperturas. Estas aperturas son similares a las de una esponja y a menudo se denominan poros. La cantidad de agua subterránea que puede almacenarse depende de la porosidad del material, que se define como el porcentaje del volumen total de roca o de sedimento formado por poros. Los huecos son con frecuencia espacios que quedan entre las partículas sedimentarias, pero también son comunes las diaclasas, las fallas, las cavidades formadas por disolución de la roca soluble, como la caliza, y las vesículas (vacíos dejados por los gases que escapan de la lava).

Las variaciones de porosidad pueden ser grandes. El sedimento es a menudo bastante poroso y los espacios abiertos pueden ocupar entre el 10 y el 50 por ciento del volumen total del sedimento. El espacio poroso depende del tamaño y la forma de los granos, de cómo están empaquetados, del grado de selección y, en las rocas sedimentarias, de la cantidad de material cementante. Por ejemplo, la arcilla puede tener una porosidad de hasta un 50 por ciento, mientras que algunas gravas pueden tener sólo un 20 por ciento de huecos.

Cuando se mezclan sedimentos de diversos tamaños, la porosidad se reduce porque las partículas más finas tienden a llenar las aperturas entre los granos más grandes. La mayoría de las rocas ígneas y metamórficas, así como algunas rocas sedimentarias, están compuestas por cristales muy unidos, de manera que los huecos entre los granos pueden ser despreciables. En estas rocas, las fracturas proporcionan la porosidad.

Permeabilidad, Acuiclidios y acuíferos

La porosidad, por sí sola, no puede medir la capacidad de un material para suministrar agua subterránea. La roca o el sedimento pueden ser muy porosos, pero no permitir el movimiento del agua a través de ellos. Los poros deben estar conectados para permitir el flujo de agua, y deben ser lo bastante grandes para permitirlo. Por tanto, la permeabilidad (permeare = penetrar) de un material, su capacidad para transmitir un fluido, es también muy importante.

El agua subterránea se mueve serpenteando y girando a través de pequeñas aperturas interconectadas. Cuanto menores sean los espacios porosos más lento será el movimiento del agua. La porosidad eficaz indica cuánta agua es realmente asequible para su uso) mientras que la retención específica indica cuánta agua permanece unida al material. Por ejemplo, la capacidad de la arcilla para almacenar agua es grande debido a su gran porosidad. Pero sus espacios porosos son tan pequeños que el agua es incapaz de moverse a través de ellos.

Por tanto, la porosidad de la arcilla es grande, pero, debido a su baja permeabilidad, la arcilla tiene un rendimiento específico muy bajo.

Los estratos impermeables que obstruyen o impiden el movimiento del agua se denominan acuíclados. La arcilla es un buen ejemplo. Por otro lado, las partículas más grandes, como la arena o la grava, tienen espacios porosos mayores. Por consiguiente, el agua se mueve con relativa facilidad. Los estratos de roca o sedimentos permeables que transmiten libremente el agua subterránea se denominan acuíferos.

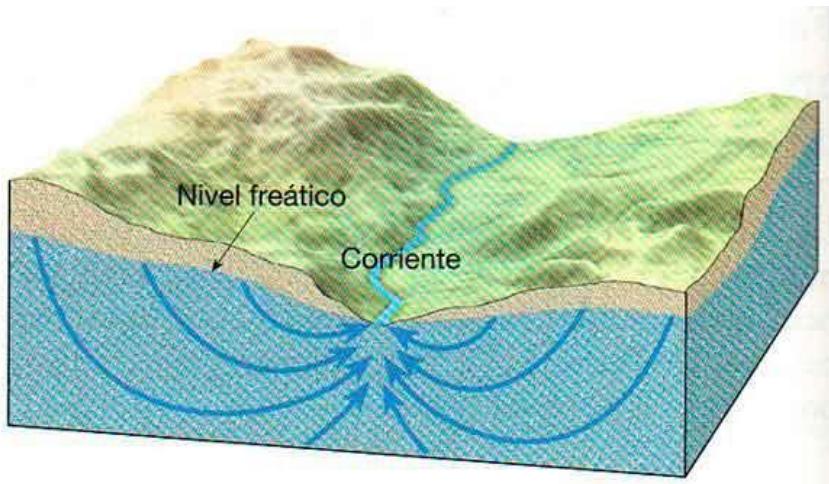
La porosidad no siempre es una guía fiable de la cantidad de agua subterránea que puede producirse y que la permeabilidad es importante para determinar la velocidad de movimiento del agua subterránea y la cantidad de agua que podría bombarse desde un pozo.

2.4.3.6. Circulación de las Aguas Subterráneas

Ya hemos comentado el concepto erróneo común de que el agua subterránea aparece en ríos subterráneos parecidos a las corrientes de agua superficiales. Aunque existen ríos subterráneos, no son frecuentes. En cambio, como aprendimos en las secciones precedentes, existe agua subterránea en los espacios porosos y las fracturas que quedan en las rocas y sedimentos. Por tanto, al contrario de cualquier impresión de flujo rápido que un río subterráneo pueda evocar, el movimiento de la mayor parte del agua subterránea es extraordinariamente lento, de poro a poro. Por extraordinariamente lento entendemos velocidades típicas de unos pocos centímetros al día.

La energía que hace moverse el agua subterránea la proporciona la fuerza de la gravedad. En respuesta a la gravedad, el agua se mueve desde áreas donde el nivel freático es elevado a zonas donde éste es bajo. Esto significa que el agua tiende hacia un cauce de corriente, lago o manantial. Aunque algo del agua tome el camino más directo hacia debajo de la pendiente del nivel freático, gran parte sigue caminos curvos, largos, hacia la zona de descarga.

En la Figura N° 04 se muestra cómo percola el agua en una corriente desde todas las posibles direcciones. Algunas trayectorias retornan hacia arriba, según parece en contra de la fuerza de la gravedad, y entran por el fondo del cauce. Esto se explica fácilmente: cuanto mayor sea la profundidad en la zona de saturación, mayor será la presión del agua. Por tanto, los recovecos seguidos por el agua en la zona saturada pueden considerarse como un compromiso entre el empuje hacia abajo de la gravedad y la tendencia del agua a desplazarse hacia áreas de presión reducida. Como consecuencia, a cualquier altura dada, el agua está bajo una presión mayor debajo de una colina que debajo de un cauce de corriente, y el agua tiende a migrar hacia los puntos de menor presión.



Las flechas indican el movimiento del agua subterránea a través del material uniformemente permeable

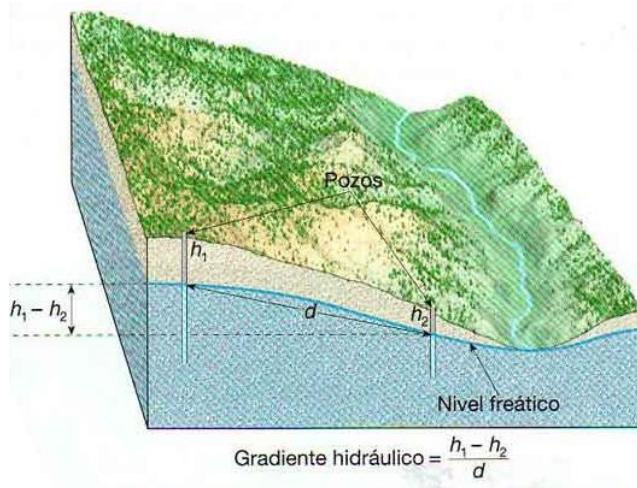
Se puede pensar en los serpenteos que sigue el agua como el compromiso entre el empuje descendente de la gravedad y la tendencia del agua a moverse hacia zonas de presión reducida.

Los conceptos modernos de la circulación del agua subterránea fueron formulados a mediados del siglo XIX con el trabajo del ingeniero francés Henri Darcy. Durante este período, Darcy realizó mediciones y llevó a cabo experimentos en un intento de determinar si las necesidades hídricas de la ciudad de Dijon, en el centro oriental de Francia, podían satisfacerse con la explotación de las aguas subterráneas de la zona. Entre los experimentos realizados por Darry hubo uno en el que se demostró que la velocidad del flujo de las aguas subterráneas es proporcional a la pendiente del nivel freático: cuanto más inclinada es la pendiente, más rápido es el movimiento del agua (ya que, cuanto más inclinada es la pendiente, mayor es la diferencia de presión entre dos puntos). La pendiente del nivel freático es conocida como gradiente hidráulico y puede expresarse de la siguiente manera:

Gradiente Hidráulico

Donde h_1 es la elevación de un punto sobre el nivel freático, h_2 la elevación de un segundo punto, y d es la distancia horizontal entre ambos puntos (Figura N° 05).

Darcy también experimentó con diferentes materiales como arena gruesa y arena fina, midiendo la velocidad del flujo a través de tubos llenos de sedimentos inclinados a varios ángulos. Descubrió que la velocidad del flujo variaba con la permeabilidad del sedimento: las aguas subterráneas fluyen con mayor velocidad a través de los sedimentos con una mayor permeabilidad que a través de los materiales con una permeabilidad menor. Este factor es conocido como conductividad hidráulica y es un coeficiente que tiene en cuenta la permeabilidad del acuífero y la viscosidad del fluido.



Para determinar el caudal (Q), es decir, el volumen real de agua que fluye a través de un acuífero en un momento determinado, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = K A(h_1-h_2)/d$$

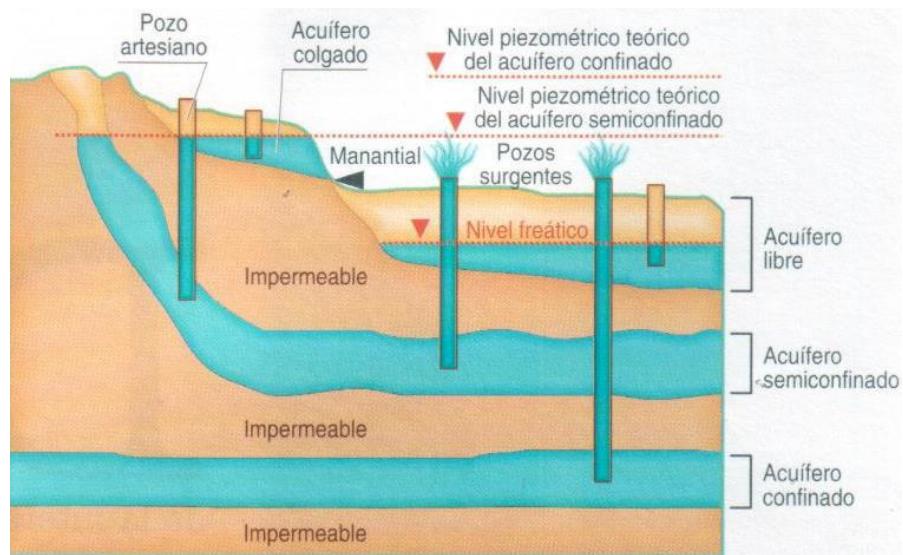
Donde $(h_1-h_2)/d$ es el gradiente hidráulico. K es el coeficiente que representa la conductividad hidráulica y A es el área transversal del acuífero. Esta expresión se ha denominado Ley de Darcy en honor al científico pionero francés

2.4.3.7. Acuífero

Un acuífero es una capa de agua que se almacena y transmite en un estrato rocoso permeable de la litósfera de la Tierra, saturando sus poros o grietas y que puede extraerse en cantidades económicamente aprovechables.



Los acuíferos pueden ser desde muy someros (poco profundos) y alcanzar profundidades de hasta 3 km.

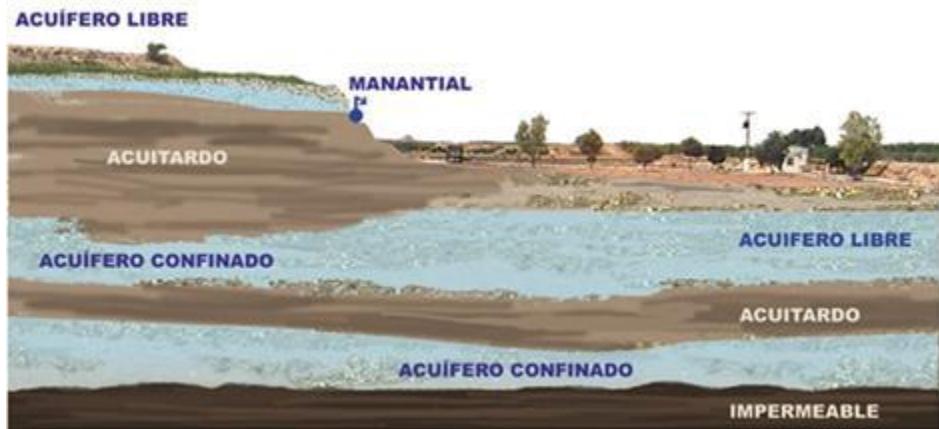


En general, el agua proveniente de las precipitaciones percolará de la superficie de la tierra a través de áreas de recarga del acuífero.

Los acuíferos se recargan en general a través de procesos activos de filtración muy lentos y de muy larga duración que ocurren desde la superficie comparada con los procesos de recarga que ocurren en lagos y arroyos.

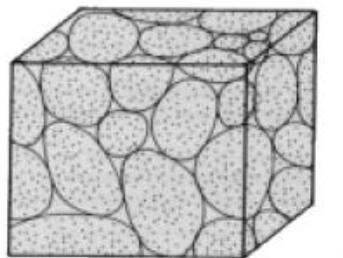


La renovación de las reservas de agua dependerá de las características físicas y químicas de las formaciones geológicas, por circunstancias climáticas de aridez, de la porosidad y percolación del material en la superficie, de la conformación topográfica, de la presencia y densidad de la vegetación en el suelo y por supuesto del clima y las estaciones que influyen en las tasas de precipitación en el área.

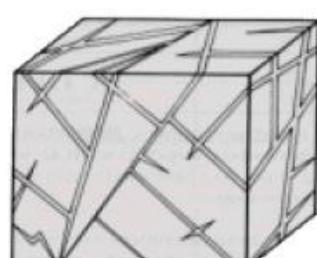


El agua seguirá una dirección paralela al drenaje superficial por la acción de la gravedad, resultando en una descarga subterránea al mar que no es observada en la superficie pero que puede ser de gran importancia en el mantenimiento de los ecosistemas marinos.

Su comportamiento en los espacios porosos de la roca dependerá de la composición química, de la cristalización de la roca y de la forma en la que se encuentra. Si los poros son lo suficientemente amplios, el agua circulará libremente a través de ellos impulsada por sus características del agua (capilaridad, tensión superficial) e impulsadas por la gravedad “aguas hacia abajo”



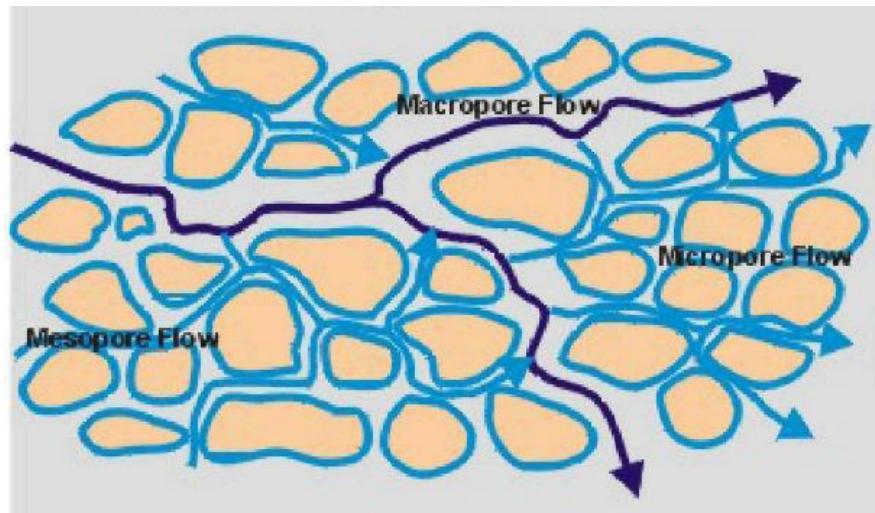
Pores in unconsolidated Sedimentary Deposits e.g. Sand



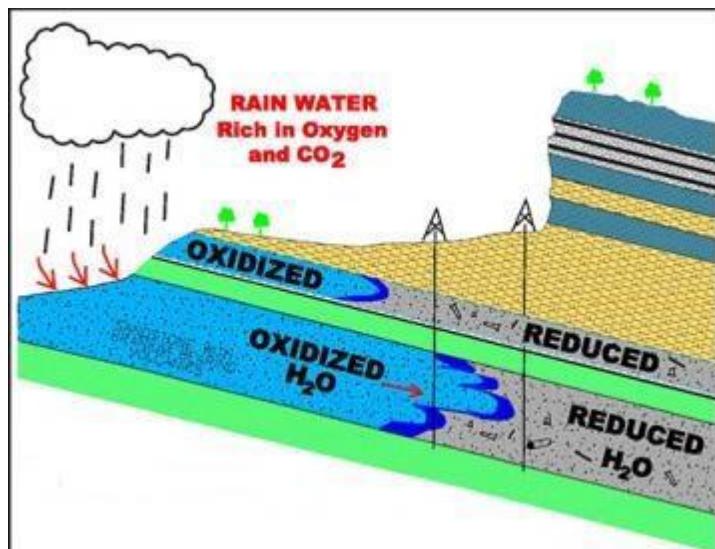
Joints in Hard Rock e.g. Granite, Quartzite

La naturaleza dipolar del agua le permite adherirse fácilmente a los elementos o compuestos en las rocas con porosidad.

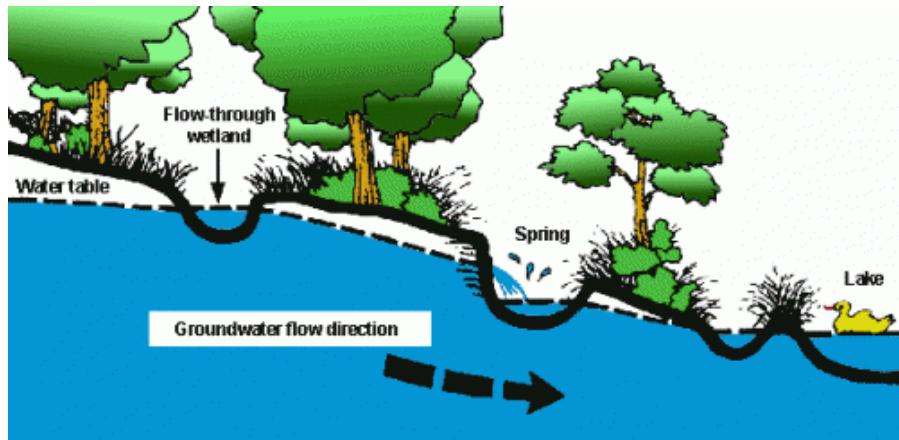
Siendo la tensión superficial del agua alta, las moléculas del agua exhibirán un comportamiento de “acción capilar” a través de los poros de las rocas, adhiriéndose a las paredes y provocando un desplazamiento en el acuífero a través de la cohesión.



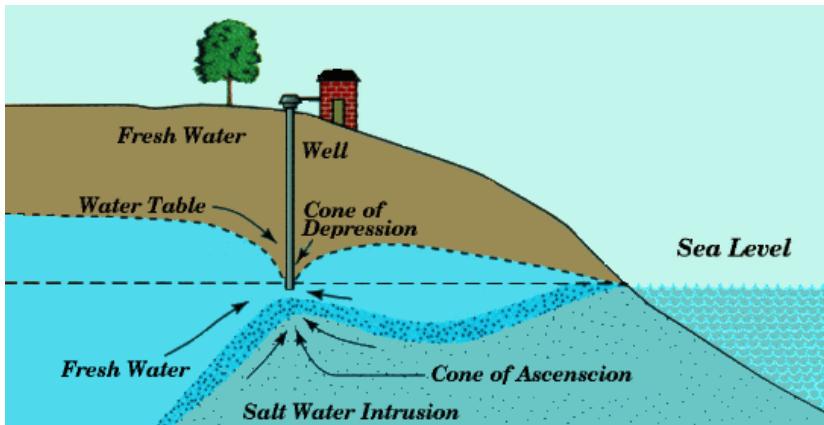
El agua de los acuíferos disolverá sales o minerales iónicos de las rocas donde están presentes por lo que tendrán una gran capacidad de conducción de electromagnetismo además de otros elementos a través de un proceso denominado lixiviación.



El agua subterránea brotará de forma natural en distintas clases de surgencias en las laderas y a veces en fondos del relieve, donde el nivel freático intercepta la superficie



También se puede acceder a esta agua a través de pozos, perforaciones que llegan al acuífero y se llenan parcialmente con agua subterránea., siempre por debajo del nivel freático en el que provocará una depresión local.



2.4.3.8. Manantiales Fuentes

Los manantiales han despertado la curiosidad y maravillado a los seres humanos durante miles de años. El hecho de que los manantiales fueran, y para algunas personas todavía sean, fenómenos bastante misteriosos, no es difícil de entender porque se trata de agua que fluye libremente desde el terreno en todo tipo de climas en una cantidad aparentemente inagotable, pero sin un origen obvio.

Sólo a mediados del siglo XVII, el físico francés Pierre Perrault, invalidó la antigua suposición de que la precipitación no podía explicar de manera adecuada la cantidad de agua que manaba de los manantiales y fluía a los ríos. Durante varios años, Perrault calculó la cantidad de agua que cayó en la cuenca del río Sena. Calculó luego la escorrentía anual media midiendo el caudal del río. Después de tener en cuenta la pérdida de agua por evaporación, demostró que quedaba suficiente agua para alimentar los manantiales. Gracias a los esfuerzos pioneros de Perrault y a las determinaciones realizadas por muchos después de él, sabemos ahora que el origen de los

manantiales es el agua procedente de la zona de saturación y que el origen de esta agua son las precipitaciones.

Cuando el nivel freático intersecta la superficie terrestre, se produce un flujo natural de salida del agua subterránea, que se denomina manancial o fuente. Los manantiales se forman cuando un acuíclido detiene la circulación descendente del agua subterránea y la obliga a moverse lateralmente. Allí donde aflora un estrato permeable, aparece un manancial. Otra situación que lleva a la formación de una fuente es la ilustrada en la Figura N° 06. Aquí, un acuíclido se sitúa por encima del nivel freático principal. Conforme el agua se filtra hacia abajo, una porción de ella es interceptada por el acuíclido, creando así una zona local de saturación y un nivel freático colgado.

Los manantiales, sin embargo, no están confinados a lugares donde un nivel freático colgado crea un flujo hacia la superficie. Muchas situaciones geológicas llevan a la formación de manantiales porque las condiciones subterráneas varían mucho de un lugar a otro. Incluso en áreas donde las capas subyacentes son rocas cristalinas impermeables, pueden existir zonas permeables en forma de fracturas o canales de disolución. Si estas aperturas se llenan con agua y hacen intersección con la superficie de terreno a lo largo de una pendiente, se producirá un manancial.



Cuando un acuíclido está situado por encima del nivel freático principal, puede producirse una zona de saturación localizada. Donde el nivel freático colgado hace interacción con la ladera del valle, fluye un manancial. El nivel freático colgado también hizo que el pozo de la derecha diera agua, mientras que el de la izquierda no producirá agua a menos que sea perforado a una mayor profundidad.

Un manancial es un flujo natural de agua que surge del interior de la tierra desde un solo punto o por un área pequeña. Pueden aparecer en tierra firme o ir a dar a cursos de agua, lagunas o lagos. Los manantiales pueden ser permanentes o intermitentes, y tener su origen en el agua de lluvia que se filtra o tener un origen ígneo, dando lugar a manantiales de agua caliente.

La composición del agua de los manantiales varía según la naturaleza del suelo o la roca de su lecho. El caudal de los manantiales depende de la estación del año y del volumen de las precipitaciones. Los manantiales de filtración se secan a menudo en períodos secos o de escasas precipitaciones; sin embargo, otros tienen un caudal copioso y constante que proporciona un importante suministro de agua local.

Cuando el nivel freático intersecta la superficie terrestre, se produce un flujo natural de salida del agua subterránea, que se denomina manantial o fuente. Los manantiales se forman cuando un acuíclido detiene la circulación descendente del agua subterránea y la obliga a moverse lateralmente. Allí donde aflora un estrato permeable, aparece un manantial. Otra situación que lleva a la formación de una fuente es la ilustrada en la Figura N° 06. Aquí, un acuíclido se sitúa por encima del nivel freático principal. Conforme el agua se filtra hacia abajo, una porción de ella es interceptada por el acuíclido, creando así una zona local de saturación y un nivel freático colgado.

Los manantiales, sin embargo, no están confinados a lugares donde un nivel freático colgado crea un flujo hacia la superficie. Muchas situaciones geológicas llevan a la formación de manantiales porque las condiciones subterráneas varían mucho de un lugar a otro. Incluso en áreas donde las capas subyacentes son rocas cristalinas impermeables, pueden existir zonas permeables en forma de fracturas o canales de disolución. Si estas aperturas se llenan con agua y hacen intersección con la superficie de terreno a lo largo de una pendiente, se producirá un manantial.

Cuando estas fuentes son termales (de agua caliente), se denominan caldas o termas. A las sales minerales que llevan disueltas las caldas se le reconocen propiedades medicinales, motivo por el cual se han construido en esas zonas muchos balnearios. Esta práctica es antigua, y ya en tiempos de los romanos eran muy apreciados los baños públicos con aguas minerales.

2.5. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

2.5.1. Problemas relacionados con la extracción del Agua Subterránea

Como ocurre con muchos de nuestros valiosos recursos naturales, el agua subterránea está siendo explotada a un ritmo creciente. En algunas zonas, la sobreexplotación amenaza la existencia del abastecimiento de agua subterránea. En otros lugares, su extracción ha hecho que se hunde el terreno y todo lo que descansa sobre él. En otros lugares hay preocupación por la posible contaminación del abastecimiento de las aguas subterráneas.

A muchas personas les parece que el agua subterránea es un recurso interminablemente renovable, porque es continuamente repuesta por el agua de la lluvia y el deshielo de la nieve. Pero en algunas regiones, el agua subterránea ha sido y continúa siendo tratada como un recurso no renovable. Donde esto ocurre, el agua disponible para recargar el acuífero se queda significativamente corta con respecto a la cantidad que se extrae.

La región de los High Plains (Estados Unidos) proporciona un ejemplo. Aquí la economía agrícola extensiva depende mucho del regadío. En algunas partes de la región, donde se ha practicado

regadío intenso durante un período prolongado, el agotamiento del agua subterránea ha sido severo. Bajo esas circunstancias, cabe decir que el agua subterránea está siendo literalmente.

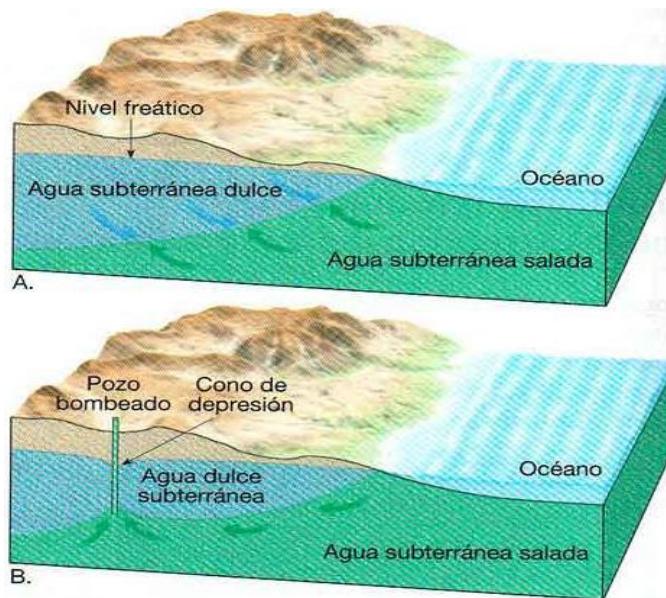
Aun cuando el bombeo se interrumpiera inmediatamente, se tardarían centenares o miles de años hasta reponerla por completo.

Subsidencia

La subsidencia superficial puede ser consecuencia de procesos naturales relacionados con el agua subterránea. Sin embargo, el terreno puede hundirse también cuando el agua se bombea desde los pozos más rápidamente de lo que pueden reemplazarla los procesos de recarga natural. Este efecto es particularmente pronunciado en áreas con estratos potentes de sedimentos no consolidados superpuestos. Conforme se extrae el agua, la presión del agua desciende y el peso de la sobrecarga se transfiere al sedimento. La mayor presión compacta herméticamente los granos de sedimento y el terreno se hunden.

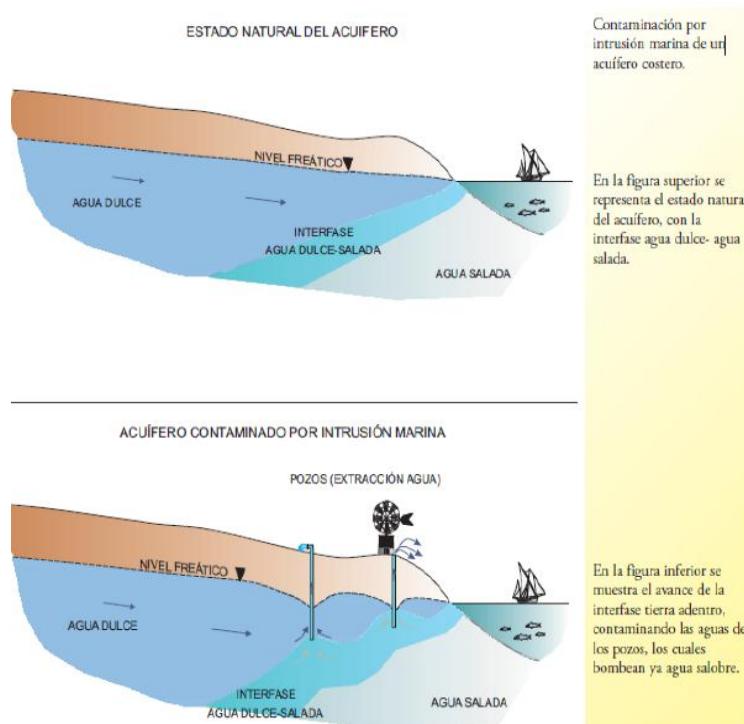
2.5.2. Contaminación Salina

En muchas áreas costeras, el recurso de las aguas subterráneas está siendo amenazado por la intrusión de agua de mar. Para entender este problema, debemos examinar la relación entre el agua subterránea dulce y el agua subterránea salada. La Figura N° 11A, es un diagrama de un corte que ilustra esta relación en un área costera situada encima de materiales homogéneos permeables. El agua dulce es menos densa que el agua salada, de manera que flota sobre ella y forma un cuerpo lenticular grande que puede extenderse a profundidades considerables por debajo del nivel del mar. En dicha situación, si el nivel freático se encuentra a un metro por encima del nivel del mar, la base del volumen de agua dulce se extenderá hasta una profundidad de unos 40 metros por debajo del nivel del mar. Dicho de otra manera, la profundidad del agua dulce por debajo del nivel del mar es unas 40 veces mayor que la elevación del nivel freático por encima del nivel del mar. Por tanto, cuando el bombeo excesivo hace descender el nivel freático en una cierta cantidad el fondo de la zona de agua dulce se elevará unas 40 veces esa cantidad. Por consiguiente, si continúa la extracción de agua dulce hasta exceder la recarga, llegará un momento en que la elevación del agua salada será suficiente como para ser extraída de los pozos, contaminando así el suministro de agua dulce (Figura N° 11B). Los pozos profundos y los pozos próximos a la costa son normalmente los primeros en verse afectados.



Dado que el agua dulce es menos densa que el agua salada, flota sobre esta última y forma un cuerpo lenticular que puede extenderse hasta profundidades considerables debajo del nivel del mar. B. Cuando un bombeo excesivo reduce el nivel freático, la base de la zona de agua dulce se elevará 40 veces esa cantidad. El resultado puede ser la contaminación de los pozos con agua salada.

En las zonas costeras urbanizadas los problemas creados por bombeo excesivo están agravados por un descenso del ritmo de recarga natural. A medida que aumentan las calles, los aparcamientos y los edificios que cubren la superficie, disminuye la infiltración en el suelo.



2.5.3. Contaminación del Agua Subterránea

Existen factores externos, especialmente de origen antrópico, que pueden alterar la composición natural de las aguas subterráneas.

Debido a la capacidad depuradora del subsuelo, los acuíferos presentan un notable poder de protección frente a muchos agentes contaminantes. Sin embargo, una vez que el acuífero está contaminado, su regeneración suele ser difícil, lenta y costosa. De ahí la enorme importancia de proteger las aguas subterráneas frente a la contaminación, sea cual sea su origen.

En Las Islas Baleares, la contaminación de los acuíferos se debe principalmente a dos causas: la salinización de acuíferos costeros por intrusión de agua marina y el uso de abonos agrícolas. Existen también otros casos de contaminación debido a actividades domésticas, ganaderas, vertidos, etc., pero se trata de eventos muy puntuales que habría que analizar caso por caso.

La contaminación del agua subterránea es una cuestión seria, en particular en las áreas donde los acuíferos proporcionan una gran parte del suministro de agua. Un origen común de la contaminación del agua subterránea son las aguas fecales. Entre sus fuentes se cuenta un número creciente de fosas sépticas, así como sistemas de alcantarillado inadecuados o rotos y los desechos de las granjas. Si las aguas residuales que están contaminadas con bacterias entran en el sistema de aguas subterráneas' pueden purificarse mediante procesos naturales. Las bacterias peligrosas pueden ser filtradas mecánicamente por el sedimento a través del cual el agua percola, destruidas por oxidación química o asimiladas

Por otros microorganismos. Para que se produzca purificación, sin embargo, el acuífero debe ser de la composición correcta. Por ejemplo, acuíferos extremadamente permeables (como rocas cristalinas muy fracturadas, grava gruesa o caliza karstificada) tienen aperturas tan grandes que el agua subterránea contaminada puede recorrer grandes distancias sin ser purificada, En este caso, el agua fluye con demasiada rapidez y no está en contacto con el material circundante el tiempo suficiente para que se produzca su purificación.

Éste es el problema del pozo 1 de la Figura N° 12A.

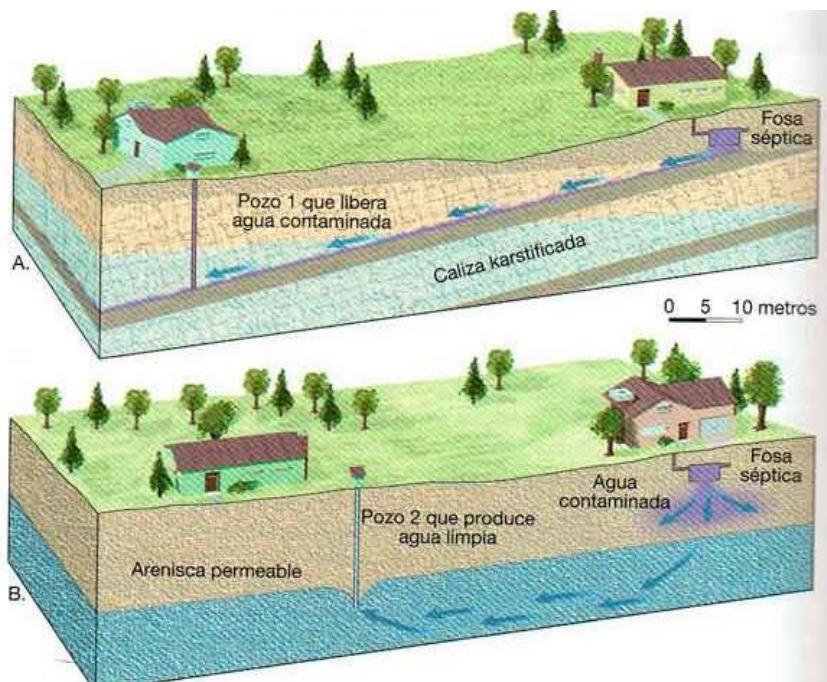
Por otro lado, cuando el acuífero está compuesto por arena o arenisca permeable, a veces puede purificarse después de viajar por él sólo unas docenas de metros.

Los huecos entre los granos de arena son lo bastante grandes como para permitir el movimiento del agua, pero este movimiento es, por otro lado, lo bastante lento como para permitir un tiempo prolongado de purificación (pozo 2, Figura N° 12B).

A veces, la perforación de un pozo puede inducir problemas de contaminación del agua subterránea. Si el pozo bombea una cantidad suficiente de agua, el cono de depresión incrementará localmente la pendiente del nivel freático. En algunos casos, la Pendiente original puede incluso invertirse. Esto podría inducir contaminación de los pozos que producían agua no contaminada antes de que empezara el bombeo intenso (Figura N° 13). También recordemos que la velocidad de circulación del agua subterránea aumenta conforme lo hace la inclinación de la pendiente del nivel freático. Esto podría producir problemas porque una velocidad de circulación

más rápida permite menos tiempo para la purificación del agua en el acuífero antes de ser bombeada a la superficie.

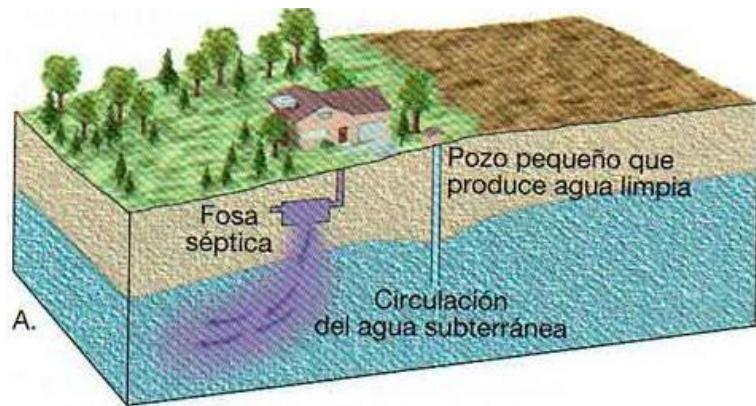
Otras fuentes y tipos de contaminación amenazan también los suministros de agua subterránea (Figura N° 14). Entre ellos se cuentan sustancias muy utilizadas como la sal de carretera, los fertilizantes que se extienden por toda la superficie del terreno y los pesticidas. Además, puede escaparse una amplia variedad de productos químicos y materiales industriales de las tuberías, los tanques de almacenamiento, los depósitos y los estanques de retención. Algunos de esos contaminantes se clasifican como peligrosos, lo que significa que son inflamables, corrosivos, explosivos o tóxicos. En los vertederos, los posibles contaminantes se amontonan en montículos o se expanden directamente sobre el terreno. Cuando el agua de la lluvia rebosa a través de las basuras, puede disolver una variedad de materiales orgánicos e inorgánicos. Si el material lixiviado alcanza el nivel freático, se mezclará con el agua subterránea y contaminará el suministro. Problemas similares pueden producirse como consecuencia del escape de excavaciones superficiales, denominadas estanques de retención, en los que se acumulan desechos diversos de residuos líquidos.



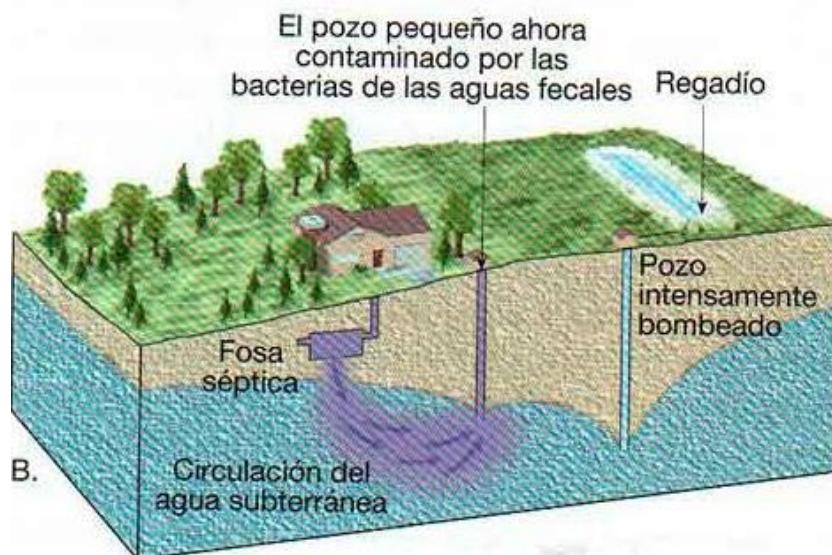
Aunque el agua contaminada ha viajado más de 100 metros antes de alcanzar el pozo 1, se mueve demasiado deprisa a través de la caliza karstificada para ser purificada.

B. Conforme la descarga desde el pozo séptico percola a través de la arena permeable, es purificada en una distancia relativamente corta.

el agua contaminada puede pasar desapercibida durante mucho tiempo. De hecho, la mayor parte de la contaminación se descubre sólo después de haberse visto afectada el agua potable y de que las personas enfermen. Llegados a este punto, el volumen de agua contaminada puede ser muy grande y aun cuando se elimine inmediatamente la fuente de contaminación, no se resuelve el problema. Aunque las fuentes de contaminación del agua subterránea son numerosas, hay relativamente pocas soluciones.



Originalmente el flujo de salida de la fosa séptica se alejaba del pozo pequeño.



El intenso bombeo del pozo cambió la pendiente del nivel freático, haciendo que el agua subterránea contaminada fluyera hacia el pozo pequeño.



A veces, las sustancias químicas agrícolas y los materiales lixiviados de los vertederos se abren camino hacia las aguas subterráneas. Éstas son dos de las posibles fuentes de la contaminación de las aguas subterráneas.

Una vez identificado y eliminado el origen del problema, la práctica más común consiste simplemente en abandonar el suministro de agua y dejar que los contaminantes se vayan limpiando de manera gradual. Esta es la solución menos costosa y más fácil, pero el acuífero debe permanecer sin utilizarse durante muchos años. Para acelerar este proceso, a veces se bombea el agua contaminada y se trata. Después de eliminar el agua infectada, se deja que el acuífero se recargue de forma natural o, en algunos casos, se bombea de altera al acuífero el agua tratada o agua limpia. Este proceso es costoso y largo, y puede ser arriesgado, pues no hay manera de asegurar que se ha eliminado toda la contaminación. Por supuesto, la solución más eficaz a la contaminación del agua subterránea es la prevención.

Abonado Agrícola

El abonado que se utiliza comúnmente en la agricultura puede ser de tipo mineral u orgánico. En ambos casos puede producir una contaminación del acuífero debido a un aporte elevado de nitratos. La aplicación excesiva e incorrecta de abonos, así como las prácticas de riego poco eficientes, favorecen el lavado de nitratos y su incorporación al acuífero. En Baleares este tipo de contaminación se acentúa, ya que casi todos los campos de cultivo se riegan con aguas subterráneas y se produce un continuo reciclado de éstas.

Esquema que representa los posibles diferentes orígenes de la contaminación de las aguas subterráneas en el Archipiélago balear, así como el tipo de contaminación que producen.



Otros tipos de contaminación de las aguas subterráneas

En ocasiones, se puede producir una contaminación de tipo puntual debido a las siguientes causas:

- ⊕ **Actividades domésticas:** se puede producir una contaminación de tipo orgánica debido a fugas en fosas sépticas, pozos negros, pérdidas en la red de alcantarillado etc.
- ⊕ **Actividades ganaderas:** La mala gestión de los residuos ganaderos puede generar una contaminación orgánica en el acuífero muy concentrada e intensa. Este tipo de

contaminación es frecuente en el acuífero de Migjorn en la isla de Menorca, donde hay numerosas explotaciones de ganado vacuno.

- **Actividades industriales:** El sector industrial produce una variedad de sustancias orgánicas e inorgánicas, y en especial metales pesados, que pueden dar lugar a contaminaciones muy nocivas de las aguas subterráneas.
- **Vertederos de residuos sólidos.** La actividad humana produce residuos sólidos de variada naturaleza que pueden contaminar los acuíferos. Son especialmente peligrosos los vertederos no controlados.
- **Las gasolineras** pueden constituir también posibles focos de contaminación de las aguas subterráneas, debido a posibles fugas de combustible de los depósitos enterrados. Recientemente, el acuífero de Santa Gertrudis (Ibiza) se ha visto afectado por este tipo de contaminación, lo cual ha obligado a la Administración a un largo y costoso proceso de regeneración del acuífero.

2.6. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa en países de todo el mundo, en desarrollados y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población. Son factores de riesgo los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos la contaminación radiológica. La experiencia pone de manifiesto el valor de los enfoques de gestión preventivos que abarcan desde los recursos hídricos al consumidor.

El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria.

Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar.

Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial.

Es importante anotar que la evaluación de la calidad del agua se realiza usando técnicas analíticas adecuadas para cada caso. Para que los resultados de estas determinaciones sean representativos, es necesario dar mucha importancia a los procesos de muestreo y a las unidades y terminología empleadas.

Para una correcta interpretación de los datos obtenidos, los resultados de los análisis deben manejarse estadísticamente, teniendo en cuenta la correlación de iones, los factores que gobiernan el comportamiento de los componentes del agua, etcétera. El uso de gráficos ayuda a mostrar las relaciones físicas y químicas entre el agua, las fuentes probables de contaminación o polución y el régimen de calidad y, por tanto, a realizar adecuadamente la evaluación de los recursos hídricos.

A continuación se tratan en detalle las principales características fisicoquímicas y biológicas que definen la calidad del agua, el origen de los constituyentes, su importancia en la salud, su relación con los principales procesos de tratamiento y los límites de concentración establecidos por las normas internacionales de calidad de agua para consumo humano.

2.6.1. Calidad de Agua no tratada

Las fuentes de agua potencialmente utilizables están constituidas por:

- Aguas superficiales (rios, riachuelos, lagos, lagunas y represas).
- Aguas subterráneas (vertientes o manantiales, subálvea y profunda).
- Aguas de lluvia.

La calidad del agua es variable y debe ser caracterizada a través del tiempo para definir los parámetros a tratarse, así como el grado de tratamiento.

La calidad del agua debe ser establecida mediante la determinación de parámetros físicos, químicos, radiológicos y microbiológicos.

a) Criterios de Calidad para la selección de la fuente de abastecimiento

Para establecer los criterios de calidad para la selección de la fuente de abastecimiento, las aguas no tratadas (crudas) se clasifican en 5 grupos; especificados como: Grupo I, II, III, IV y V, en los que se consideran la calidad físico – química, microbiológica, radiológica y los requerimientos de tratamiento.

Adicionalmente se consideran como parámetros complementarios de calidad: la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), el Oxígeno Disuelto (OD) y la concentración de Cloruros, como indicador indirecto de contaminación fecal. Véase **Anexo A (Normativa NB689)**. (Instalaciones de Agua-Diseño de sistemas para agua potable)

b) Análisis de parámetros básicos para la caracterización

El análisis de los parámetros básicos debe ser determinado en base a la información de campo obtenida y en consideración a la formación geológica de la fuente, usos del suelo, agricultura, existencia de industrias, agroindustria, minería u otras de relevancia y que tengan influencia en la calidad de las aguas.

Los análisis de los parámetros complementarios señalados en **Anexo A (Normativa NB689)**. (Instalaciones de Agua-Diseño de sistemas para agua potable), deben ser realizados a criterio del proyectista una vez evaluada la información de campo.

2.6.2. Calidad del agua potable

El agua que se suministre mediante los sistemas de distribución, debe cumplir los requisitos físico-químicos, microbiológicos y radiológicos establecidos en la Norma Boliviana NB 512 (Agua Potable – Requisitos).

a) Calidad microbiológica

Se asocia a las características microbiológicas del agua. El agua destinada a consumo humano no debe transmitir patógenos. Debe cumplir lo especificado en la NB 512 (Agua Potable – Requisitos).

b) Calidad físico-químico y radiológica

Se asocia a las características físico – químicas y radiológicas del agua. El agua destinada a consumo debe cumplir los requisitos físico – químicos y radiológicos especificados en la Norma Boliviana NB 512 (Agua Potable – Requisitos), de manera que no se afecte la salud de los consumidores, no perjudique otros usos o afecte al sistema de abastecimiento.

3. CAPITULO IV: METODOS DE MEDICION DEL CAUDAL

3.1. CANTIDAD DE AGUA

La mayoría de sistemas de abastecimientos de agua potable en las poblaciones rurales de nuestro país, tiene como fuente los manantiales. La carencia de registros hidrológicos nos obliga a realizar una concienzuda investigación de las fuentes. Lo ideal sería que los aforos se efectuaran en la temporada crítica de rendimientos que corresponde a los meses de estiaje y lluvias, con la finalidad de conocer los caudales mínimos y máximos. El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario (Q_{md}) con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura. Se recomienda preguntar a los pobladores de mayor edad acerca del comportamiento y las variaciones de caudal que pueden existir en el manantial, ya que ellos conocen con mayor certeza si la fuente de agua se seca o no. Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas rurales, son los métodos volumétrico y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta un máximo de 10 11% y el segundo para caudales mayores a 10 11s.

3.2. MEDICION DE AGUA POTABLE

3.3. METODO VOLUMETRICO

Para aplicar este método es necesario encauzar el agua generando una comete del fluido de tal manera que se pueda provocar un chorro (ver Figura 3.6). Dicho método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente, se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal (l/s)



$$Q = V/t$$

donde:

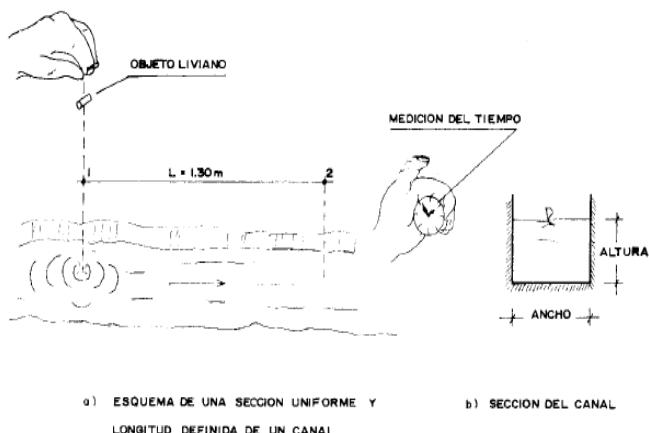
Q =Caudal en l/s .

V =Volumen del recipiente en litros.

t =Tiempo promedio en seg.

3.4. METODO VELOCIDAD-AREA

Con este método se mide la velocidad del agua superficial que discurre del manantial tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme, habiéndose previamente definido la distancia entre ambos puntos (ver Figura 3.7). Cuando la profundidad del agua es menor a 1 m., la velocidad promedio del flujo se considera el 80% de la velocidad superficial.



El caudal se determina de la siguiente manera:

$$Q = 800 \times V \times A$$

donde:

Q = Caudal en l/s.

V = Velocidad superficial en m/s.

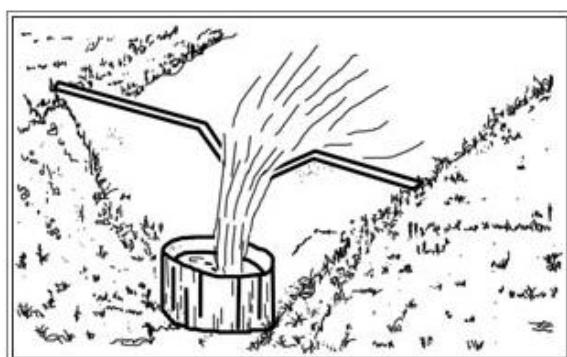
A = Área de sección transversal en m^2 .

3.5. Método de vertedero y Canaleta

Aforo con vertedero es otro método de medición de caudal, útil en caudales pequeños.

Se interrumpe el flujo del agua en la canaleta y se produce una depresión del nivel, se mide el tamaño de la lámina de agua y su altura. El agua cae por un vertedero durante cierto tiempo, se mide la altura de la lámina y se calcula la cantidad de agua que se vertió en ese tiempo.

Estas mediciones son válidas para la fecha en que se efectúan. Se recomiendan mediciones periódicas para conocer las variaciones del flujo



4. CAPITULO III: ESTUDIOS BASICOS DEL PROYECTO

4.1. Estudios Técnicos

Los estudios técnicos deben incluir:

4.1.1. Ubicación de las fuentes de agua

COMUNIDAD	FUENTE	DISTANCIA COMUNIDAD - FUENTE DE AGUA (Km)	UBICACIÓN		
			NORTE	ESTE	ELEVACION
CHINCURANI	SEWENKANI	1.554	7783580	220271	3280.350
MAUCA CAIZA	JALANTA	0.428	7783195	222544	3133.621
JATUN PAMPA	JALARU	1.080	7782018	222804	3158.285

4.1.2. Evaluación de posibles fuentes de agua

COMUNIDAD	FUENTE	TIPO DE FUENTE
CHINCURANI	SEWENKANI	MANANTIAL (Clasificada dentro la Aguas Subterráneas)
MAUCA CAIZA	JALANTA	ARROYO (Clasificada dentro de las Aguas superficiales)
JATUN PAMPA	JALARU	ARROYO (Clasificada dentro de las Aguas superficiales)

4.1.3. Evaluación de la Cuenca

COMUNIDAD	FUENTE	CUENCA (Km2)
CHINCURANI	SEWENKANI	0.002
MAUCA CAIZA	JALANTA	4.5
JATUN PAMPA	JALARU	4.8

4.1.4. Ubicación de las fuentes de agua

COMUNIDAD	FUENTE	DISTANCIA COMUNIDAD - FUENTE DE AGUA (Km)
CHINCURANI	SEWENKANI	1.63
MAUCA CAIZA	JALANTA	0.54
JATUN PAMPA	JALARU	1.2

4.2. Estudio Socioeconómico Cultural

Los estudios socio-económicos y culturales deben incluir:

4.2.1. Población Actual

- a) La comunidad de Chincurani actualmente cuenta con la siguiente población:

Es mujer u hombre	Casos	%	Acumulado %
Mujer	5	100	
Hombre	0		
Total	5	100,00%	100,00%

- b) La comunidad de Mauca Caiza actualmente cuenta con la siguiente población:

Es mujer u hombre	Casos	%	Acumulado %
Mujer	4	44,44	
Hombre	5	55,56	
Total	9	100,00%	100,00%

- c) La comunidad de Jatun Pamapa actualmente cuenta con la siguiente población:

Es mujer u hombre	Casos	%	Acumulado %
Mujer	8	61,54	
Hombre	5	38,46	
Total	13	100,00%	100,00%

4.2.2. Evaluación de la condición económica de la población

La economía de los pobladores de las comunidades de: Chincurani, Mauca Caiza y Jatum Pampa, está basado en la agricultura, y de acuerdo a los estudios esta economía es baja por la baja producción y la baja calidad de los productos.

4.2.3. Evaluación de las condiciones sanitarias

Las comunidades de Chincurani, Mauca Caiza y Jatu Pampa, no cuentan con servicios básicos: Chincurani cuenta con deficiente sistema de agua potable proveniente del sistema de agua potable de Caiza D; Jatun Pampa Cuenta con un sistema de agua potable propia pero precaria e insuficiente; la comunidad de Mauca Caiza hubicada entre estas dos comunidades, no cuenta con sistema de agua potable. Y ninguna de las tres comunidades cuenta con sistema de alcantarillado.

4.2.4. Hábitos y costumbres sobre el manejo del agua

Las comunidades de Chincurani y Jatum Pampa con la poca agua que cuentan solo pueden utilizar este servicio para el consumo humano y no así para las demás actividades.

4.3. Población del Proyecto

Es el número de habitantes que ha de ser servido por el proyecto para el período de diseño, el cual debe ser establecido con base en la población inicial.

Para la estimación de la población de proyecto se deben considerar los siguientes aspectos:

Población inicial, referida al número de habitantes dentro el área de proyecto que debe ser determinado mediante un censo poblacional y/o estudio socio-económico.

Se aplicarán los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística (INE) para determinar la población de referencia o actual y los índices de crecimiento demográfico respectivos.

Para poblaciones menores, en caso de no contar con índice de crecimiento poblacional, se debe adoptar el índice de crecimiento de la población capital o del municipio. Si el índice de crecimiento fuera negativo se debe adoptar como mínimo un índice de crecimiento de 1%.

Población futura, referida al número de habitantes dentro el área del proyecto que debe ser estimada en base a la población inicial, el índice de crecimiento poblacional y el período de diseño.

4.3.1. Métodos de Cálculo

Para el cálculo de la población futura se pueden utilizar uno de los siguientes métodos de crecimiento, según el tipo de población, dependiendo de sus características socioeconómicas. (de acuerdo a la normativa boliviana NB-686)

a) Aritmético: $P_f = P_o \left(1 + \frac{i+t}{100}\right)$

b) Geométrico: $P_f = P_o \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t$

c) Exponencial: $P_f = P_o * e^{\left(\frac{i+t}{100}\right)}$

d) Curva logística: $P_f = \frac{L}{1 + m * e^{(a*t)}}$

Donde:	P_f	Población futura en habitantes
	P_o	Población inicial en habitantes
	i	Índice de crecimiento poblacional anual en porcentaje
	t	Número de años de estudio o período de diseño
	L	Valor de saturación de la población
	m	Coeficiente
	a	Coeficiente

$$L = \frac{2 * P_o * P_1 * P_2 - P_1^2 (P_o + P_2)}{P_o * P_2 - P_1^2}$$

$$m = \frac{L - P_o}{P_o}$$

$$a = \frac{1}{t_1} \ln \left[\frac{P_o(L - P_1)}{P_1(L - P_o)} \right]$$

P_o, P_1, P_2	Población correspondiente a los tiempos
$t_0, t_1, y t_2 = 2 * t_1$	tiempo intercensal en años correspondiente a la
	población P_o, P_1, P_2

4.3.2. Aplicación

Los métodos a emplearse deben ser aplicados en función del tamaño de la población, de acuerdo a lo especificado en la Tabla 2.1.

Método	Población (habitantes)			
	Hasta 5 000	De 5 001 a 20 000	De 20 001 a 100 000	Mayores a 100 000
Aritmético	X	X		
Geométrico	X	X	X	X
Exponencial	X (2)	X (2)	X (1)	X
Curva logística				X

(1) Opcional, recomendable

(2) Sujeto a justificación

4.3.3. Criterio del Proyectista

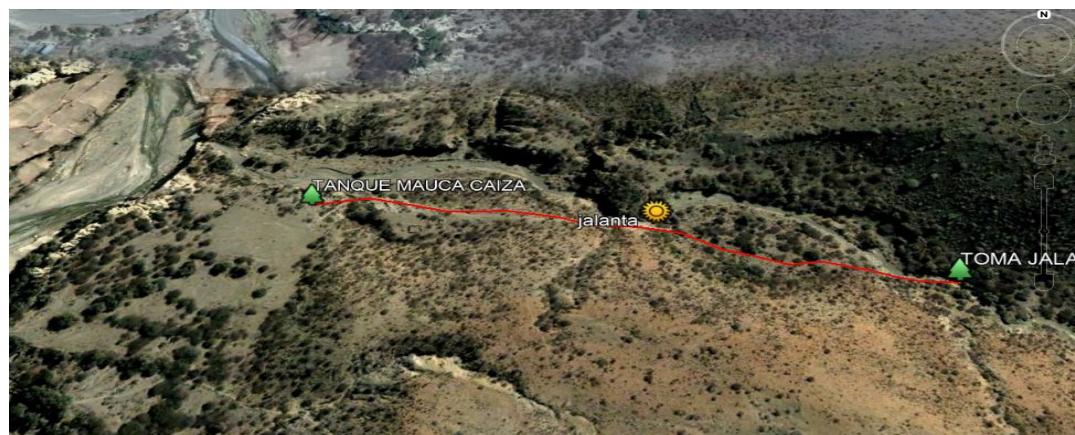
El ingeniero proyectista, podrá de acuerdo a las condiciones particulares de la localidad adoptar uno de los métodos recomendados o usar otro criterio, siempre que lo justifique técnicamente.

4.3.4. Área del proyecto

Comunidad de Chincurani



Comunidad de Mauca Caiza



Comunidad de Jatun Pampa



5. CAPITULO III: RESULTADOS OBTENIDOS

5.1. Tipos de Fuentes de agua

COMUNIDAD	FUENTE	TIPO DE FUENTE
CHINCURANI	SEWENKANI	MANANTIAL (Clasificada dentro la Aguas Subterraneas)
MAUCA CAIZA	JALANTA	VERTIENTE (Clasificada dentro de las Aguas superficiales)
JATUN PAMPA	JALARU	VERTIENTE (Clasificada dentro de las Aguas superficiales)

5.2. Caudales Aforados

COMUNIDAD	FUENTE	CAUDAL (L/seg)
CHINCURANI	SEWENKANI	0.028
MAUCA CAIZA	JALANTA	0.0637
JATUN PAMPA	JALARU	0.0453

5.3. Análisis de Calidad de Agua

5.3.1. Calidad de Agua Comunidad: Chincurani

RESULTADOS DE ANALIS DE AGUA		
FUENTE DE AGUA : SEWENCANI		COMUNIDAD: Chincurani
ELEMENTO	RESULTADO	N.B. 512 VALOR DE AGUA
COLOR	5.00 U.C.V.	0 - 15
CONDUTIVIDAD	215.00 uS/cm	0 - 1500
OLOR	NINGUNO	NINGUNO

PH	5.40 Unid.	6.5 - 9
SABOR	NINGUNO	NINGUNO
SOLIDOS TOTALES DISUELtos	137.85	0 - 100
ALCLINIDAD TOTAL	64.85 mg/L	0 - 370
BICARBONATO	28.32 mg/L	0 - 250
CALCIO	6.00 mg/L	0 - 200
CARBONATO	23.22 mg/L	0 - 120
CLORUROS	17.50 mg/L	0 - 250
MAGNECIO	2.00 mg/L	0 - 150
NITRATOS	10.00 mg/L	0 - 45
POTACIO	10.00 mg/L	1 - 10
SODIO	15.00 mg/L	1 - 200
SULFATOS	12.00 mg/L	1 - 400

5.3.2. Calidad de Agua Comunidad de Mauca Caiza

RESULTADOS DE ANALIS DE AGUA		
FUENTE DE AGUA : JALANTA	COMUNIDAD: Mauca Caiza	
ELEMENTO	RESULTADO	N.B. 512 VALOR DE AGUA
COLOR	5.00 U.C.V.	0 - 15
CONDUCTIVIDAD	578.00 uS/cm	0 - 1500
OLOR	NINGUNO	NINGUNO
PH	5.46 Unid.	6.5 - 9
SABOR	NINGUNO	NINGUNO
SOLIDOS TOTALES DISUELtos	369.93	0 - 100
ALCLINIDAD TOTAL	64.85 mg/L	0 - 370
BICARBONATO	110.42 mg/L	0 - 250
CALCIO	28.00 mg/L	0 - 200
CARBONATO	91.51 mg/L	0 - 120
CLORUROS	11.50 mg/L	0 - 250
MAGNECIO	5.00 mg/L	0 - 150
NITRATOS	15.00 mg/L	0 - 45
POTACIO	10.00 mg/L	1 - 10
SODIO	12.00 mg/L	1 - 200
SULFATOS	10.00 mg/L	1 - 400

5.3.3. Calidad de Agua Comunidad Jatun Pampa

RESULTADOS DE ANALIS DE AGUA		
FUENTE DE AGUA : JALARU		COMUNIDAD: Jatun Pampa
ELEMENTO	RESULTADO	N.B. 512 VALOR DE AGUA
COLOR	5.00 U.C.V.	0 - 15
CONDUCTIVIDAD	367.00 uS/cm	0 - 1500
OLOR	NINGUNO	NINGUNO
PH	5.34 Unid.	6.5 - 9
SABOR	NINGUNO	NINGUNO
SOLIDOS TOTALES DISUELtos	235.10 mh/L	0 - 100
ALCLINIDAD TOTAL	151.05 mg/L	0 - 370
BICARBONATO	67.76 mg/L	0 - 250
CALCIO	14.00 mg/L	0 - 200
CARBONATO	55.54 mg/L	0 - 120
CLORUROS	15.00 mg/L	0 - 250
MAGNECIO	5.00 mg/L	0 - 150
NITRATOS	10.00 mg/L	0 - 45
POTACIO	8.00 mg/L	1 - 10
SODIO	14.50 mg/L	1 - 200
SULFATOS	12.00 mg/L	1 - 400

5.4. Límite aceptable de calidad de Agua de las fuentes de Abastecimiento

5.4.1. Fuente de Abastecimiento de Sewencani

CONTROL DE CALIDAD DEL ANALIS DE AGUA				
FUENTE DE AGUA : SEWENCANI	COMUNIDAD: Chincurani			
ITEM	FUENTE BUENA	FUETE REGULAR	FUENTE DEFICIENTE	Observaciones
COLOR	5.00			
CONDUCTIVIDAD	215.00			
OLOR	NINGUNO			
PH	5.40 Unid.	5.40		Ph levemente fuera del rango ideal, no es un riesgo directo a la salud, pero puede afectar corrosividad, la cual puede percolar metales en

				minerales de la tierra o de tuberías
SABOR	NINGUNO			
SOLIDOS TOTALES DISUELtos	137.85			
ALCLINIDAD TOTAL	64.85			
BICARBONATO	28.32			
CALCIO	6.00			
CARBONATO	23.22			
CLORUROS	17.50			
MAGNEGICIO	2.00			
NITRATOS	10.00			
POTACIO	10.00			
SODIO	15.00			
SULFATOS	12.00			

5.4.2. Fuente de Abastecimiento de Jalanta

CONTROL DE CALIDAD DEL ANALIS DE AGUA				
FUENTE DE AGUA : JALANTA	COMUNIDAD: Mauca Caiza			
ITEM	FUENTE BUENA	FUETE REGULAR	FUENTE DEFICIENTE	Observaciones
COLOR	5.00 U.C.V.			
CONDUCTIVIDAD	578.00 uS/cm			
OLOR	NINGUNO			
PH	5.46 Unid.	5.46		Ph levemente fuera del rango ideal, no es un riesgo directo a la salud, pero puede afectar corrosividad, la cual puede percolar metales en minerales de la tierra o de tuberías
SABOR	NINGUNO			
SOLIDOS TOTALES DISUELtos	369.93			
ALCLINIDAD TOTAL	64.85 mg/L			
BICARBONATO	110.42 mg/L			
CALCIO	28.00 mg/L			
CARBONATO	91.51 mg/L			
CLORUROS	11.50 mg/L			
MAGNEGICIO	5.00 mg/L			
NITRATOS	15.00 mg/L			
POTACIO	10.00 mg/L			
SODIO	12.00 mg/L			
SULFATOS	10.00 mg/L			

5.4.3. Fuente de Abastecimiento de Jalaru

CONTROL DE CALIDAD DEL ANALIS DE AGUA				
FUENTE DE AGUA : JALARU	COMUNIDAD: Jatum Pampa			
ITEM	FUENTE BUENA	FUENTE REGULAR	FUENTE DEFICIENTE	Observaciones
COLOR	5.00 U.C.V.			
CONDUCTIVIDAD	367.00 uS/cm			
OLOR	NINGUNO			
PH	5.34 Unid.	5.34		Ph levemente fuera del rango ideal, no es un riesgo directo a la salud, pero puede afectar corrosividad, la cual puede percolar metales en minerales de la tierra o de tuberías
SABOR	NINGUNO			
SOLIDOS TOTALES DISUELtos	235.10 mh/L			
ALCLINIDAD TOTAL	151.05 mg/L			
BICARBONATO	67.76 mg/L			
CALCIO	14.00 mg/L			
CARBONATO	55.54 mg/L			
CLORUROS	15.00 mg/L			
MAGNECIO	5.00 mg/L			
NITRATOS	10.00 mg/L			
POTACIO	8.00 mg/L			
SODIO	14.50 mg/L			
SULFATOS	12.00 mg/L			

5.5. Balance entre caudal de oferta y demanda

COMUNIDAD	FUENTE	OFERTA (L/seg)	DEMANDA (L/seg)	Observaciones
CHINCURANI	SEWENKANI	0.028	0.012	La oferta es mayor a la demanda, La fuente de abastecimiento es suficiente
MAUCA CAIZA	JALANTA	0.0637	0.021	La oferta es mayor a la demanda, La fuente de abastecimiento es suficiente
JATUN PAMPA	JALARU	0.0453	0.030	La oferta es mayor a la demanda, La fuente de abastecimiento es suficiente

5.6. Identificación del Área de proyecto

COMUNIDAD	FUENTES DE AGUA	DISTANCIA COMUNIDAD - FUENTE DE AGUA (Km)	UBICACIÓN FUENTES DE AGUA			UBICACIÓN DE RESERVORIOS		
			NORTE	ESTE	ELEVACION (m/s/n/m)	NORTE	ESTE	ELEVACION (m/s/n/m)
CHINCURANI	SEWENKANI	1.554	7783580	220271	3280.350	7783513	221748	3125.525
MAUCA CAIZA	JALANTA	0.428	7783195	222544	3133.621	7783284	222145	3102.924
JATUN PAMPA	JALARU	1.080	7782018	222804	3158.285	7782577	221986	3092.131

6. CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El caudal de ofertada de las diferentes fuentes de agua es apreciable para el aforo de que se la realiza de manera normal utilizando el método volumétrico.
- Los parámetros de los resultados del análisis de las diferentes muestras de agua son aceptables, encontrándose dentro el rango de fuentes de agua BUENA, salvo que la presencia del Ph en las tres muestras se encuentra levemente fuera del rango, bajo, pero no es riesgo directo para la salud, por lo que se el análisis de calidad de agua, es potable, es buena para el consumo humano.
- El caudal ofertado por las diferentes fuentes de agua cubre la demanda de agua de los pobladores que habitan en las comunidades de Chincurani, Mauca Caiza y Jatum Pampa.
- El área de estudio para las obras de toma de las fuentes de agua se encuentran a una buena altura don referencia al reservorio, por lo que le sistema de agua funcionaria por gravedad.
- En la fuente de agua “Sewencani” de la comunidad de chincurani presnta un tipo de fuente denominada “MANANTIAL”, las fuentes de “Jalanta” y “Jalaru” de las comunidades de Mauca Caiza y Jatum Pampa presentan un tipo de fuente denominado “ARROYOS”.

6.2. Recomendaciones

- La fuente de agua “Sewencani de la comunidad de Chincurani es un manantial o vertiente por lo que se recomienda emplazar una obra de toma tipo: "LADERA" O LATERAL", se debe realizar la protección de la vertiente que aflora a una superficie de tipo plano inclinado con carácter puntual o disperso.
- Las fuentes de agua de “Jalanta” y ” Jalaru” que clasificada dentro de arroyos, se recomienda emplazar obras de toma captación indirecta “ LECHOS FILTRANTES O PREFILTRACION”, constituyendo una tubería perforada (drenes o filtros) introducido transversalmente o en el lecho del río y cubierto con material granular clasificado.

7. ANEXOS

7.1. Trabajo de Campo

7.2. Aforo de Caudales

7.2.1. Fuente de Agua: Sewencani 1 (Comunidad de Chincurani)

7.2.2. Fuente de Agua: Sewencani 2 (Comunidad de Chincurani)

7.2.3. Fuente de Agua: Jalanta (Comunidad de Mauca Caiza)

7.2.4. Fuente de Agua: Jalaru (Comunidad de Jatun Pampa)

7.3. Cálculo de Caudal de Diseño

7.3.1. Comunidad de Chincurani

7.3.2. Comunidad de Mauca Caiza

7.3.3. Comunidad de Jatun Pampa

7.4. Resultados de Analisis de Calidad de Agua

7.4.1. Fuente de Agua “Sewencani”

7.4.2. Fuente de Agua “Jalanta”

7.4.3. Fuente de Agua “Jalaru”

7.5. Reporte Fotográfico

7.5.1. Comunidad de Chincurani (Sewencani)



AFORO FUENTE DE AGUA SEWENCANI 1



AFORO FUENTE DE AGUA SEWENCANI



AFORO FUENTE DE AGUA SEWENCANI



TOMA DE MUESTRA DE AGUA



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO SEWENCANI



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO SEWENCANI

7.5.2. Comunidad de Mauca Caiza



AFORO DE CAUDAL MAUCA CAIZA



AFORO DE CAUDAL MAUCA CAIZA



LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO MAUCA CAIZA



LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO MAUCA CAIZA

7.5.3. Comunidad de Jatum Pampa



FUENTE DE AGUA JATUN PAMPA



AFORO DE CAUDAL JATUN PAMPA



AFORO DE CAUDAL JATUN PAMPA



LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO JATUN PAMPA

7.6. Planos

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAICAS

- FUENTES DE ABASTECIMIENTO: OMS - Ministerio de Salud (1972)
- MANANTIALES Y RELACION RIO- ACUIFERO DE HIDROLOGIA DE SUBSUELO, Javier Samper - Curso 2013-2014
- GUIA BASICA DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA- Ana Buelta Serrano y Rudy Martinez- febrero 2008
- "TESIS" ESTUDIO DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....Bach Chavez Armas y Jhon Larry.- Enero 2015
- AGUA POTABLE- FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y OBRAS DE CAPTACION- Ministerio de Obras Pùblicas- Santiago 2007.
- MANUAL PARA EL INVENTARIO Y PLANIFICACION DEL USO DE FUENTES DE AGUA EN MCDROCUENCA- Ministerio de Medio Ambiente y Agua-2014
- TESIS- ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA DE LAS FUENTES DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DEL ALTO PALANCIA- UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA- Raquel Ramos Hernandez-2014
- INSTALACIONES DE AGUA- DISEÑO PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE-nb689- Ministerio del Agua- Diciembre de 2004
- AGUA POTABLE DEFINICIONES Y TERMINOLOGIA- Ministerio del Agua-NB495- Noviembre del 2005
- AGUA POTABLE- TOMA DE MUESTRAS- Ministerio de Servicios de Obras Publicas-NB496- Noviembre de 2005
- REGLAMENTO NACIONAL PARA EL CONNTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO- Ministerio de Servicios y Obras Pùblicas-NB-512-Noviembre 2005.

