

Agua subterránea como fuente de abastecimiento para varios usos

- El agua subterránea es un recurso vital que proporciona la cuarta parte de toda el agua dulce destinada a la industria, agricultura y consumo humano.
- El agua subterránea no toda es de buena calidad.
- Estudios recientes sugieren que hay problemas serios de contaminación

Contaminación de las aguas subterráneas

- La contaminación proviene de muchas fuentes
- Muchas sustancias contaminantes son especialmente tóxicas
- Muchos de los compuestos químicos son conocidos o sospechosos de producir cáncer ó son mutagénicos
- Concentraciones de 10 ppb e inferiores indica contaminación.

Niveles máximos de contaminantes

• Sustancia	niveles, ml/l
• Arsénico (As)	0,05
• Bario (Ba)	1,00
• Cadmio Cd)	0,01
• Cromo Cr+6	0,05
• Cianuros CN-	0,2
• Fluoruro (F)	2
• Plomo (Pb)	0,05
• Selenio (Se)	0,01
• Plata (Ag)	0,05

Tipos de acuíferos

- El agua subterránea que se encuentra en formaciones sin consolidar como grava, arena, arcilla, se considera que está menos contaminada.
- El agua que proviene de rocas consolidadas como caliza, lava, roca fracturada, son más contaminadas. Ej. Agua de la formación Cayo en Guayaquil.

Alteración de la calidad del agua subterránea

- **FÍSICAS.**- turbidez, color, temperatura, sabor y olor
- **QUÍMICAS.**- Aguas duras y aguas blandas
- **BIOLÓGICAS.**- son muy importantes en cuanto se refieren a la salud pública
- **RADIOLÓGICAS.**-cuando el agua ha tenido contacto con sustancias radiactivas

Fuente da las A. subterráneas

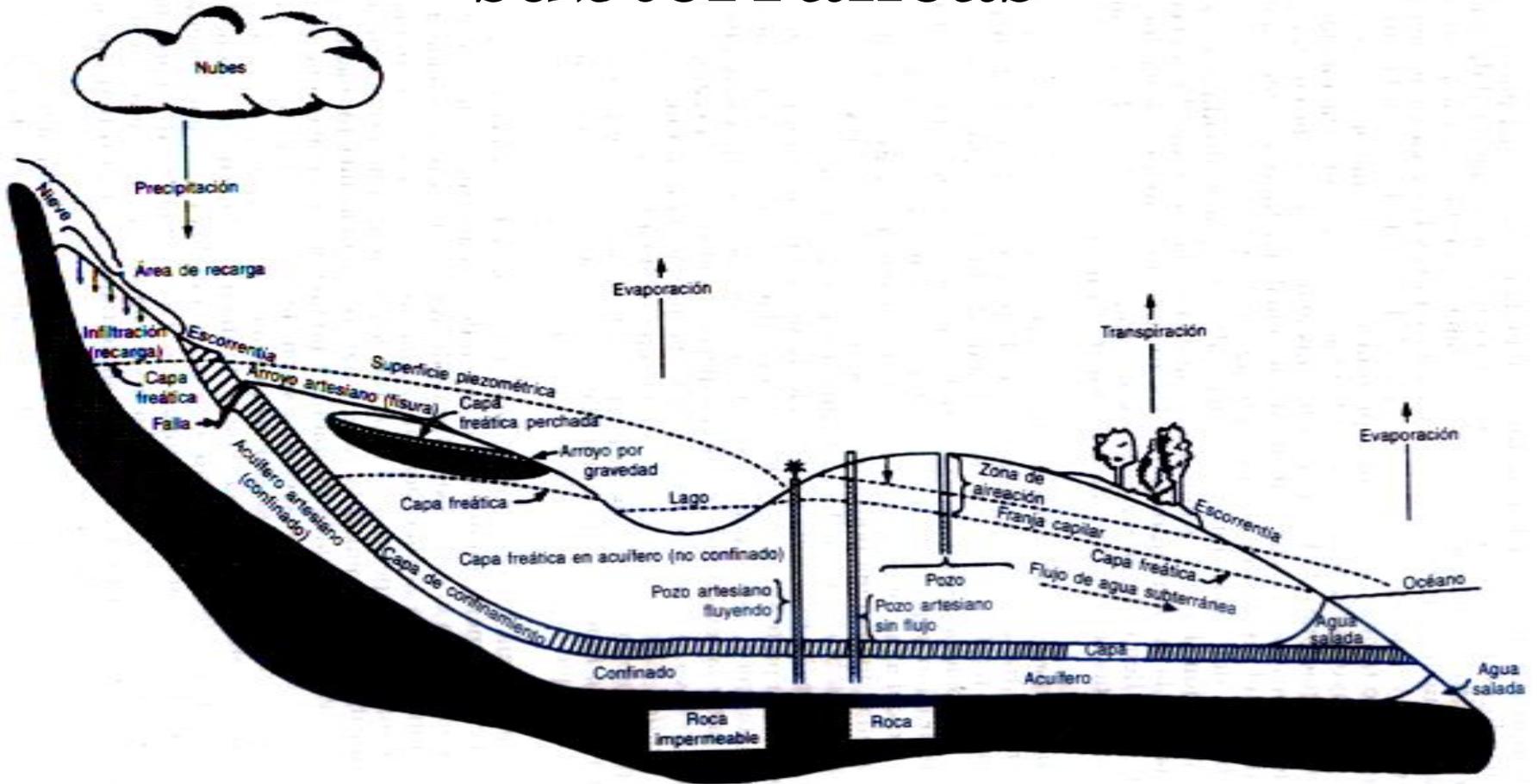


FIGURA 5.3. El ciclo hidrológico (2).

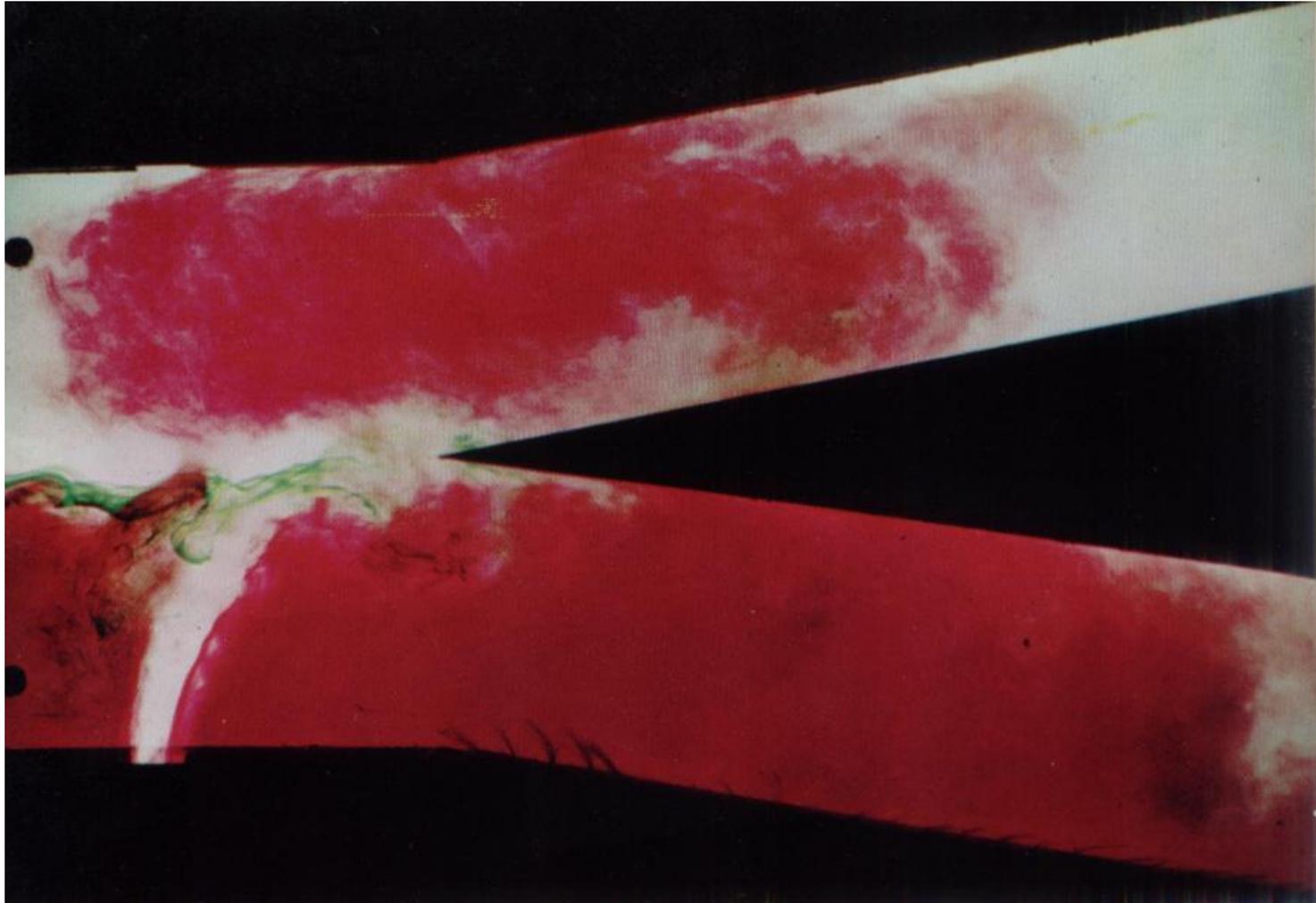
POZOS

- Puede usarse para extraer agua de los depósitos subterráneos.
- La transformación de las aguas subterráneas en agua potable comienza con un adecuado entendimiento de los acuíferos.
- ACUÍFERO.- Es un estrato o formación que contiene agua aprovechable y es capaz de entregar agua en cantidad suficiente para permitir su explotación.

Características Hidráulicas

- Un acuífero se caracteriza por su coeficiente de almacenamiento y permeabilidad.
- Estas propiedades pueden determinarse en el campo y laboratorio.
- **METODOS DE CAMPO**
- Aplicación de trazadores
- Uso de permeámetros de campo
- Pruebas de extracción de agua del acuífero

TRAZADORES



Tipos de acuíferos

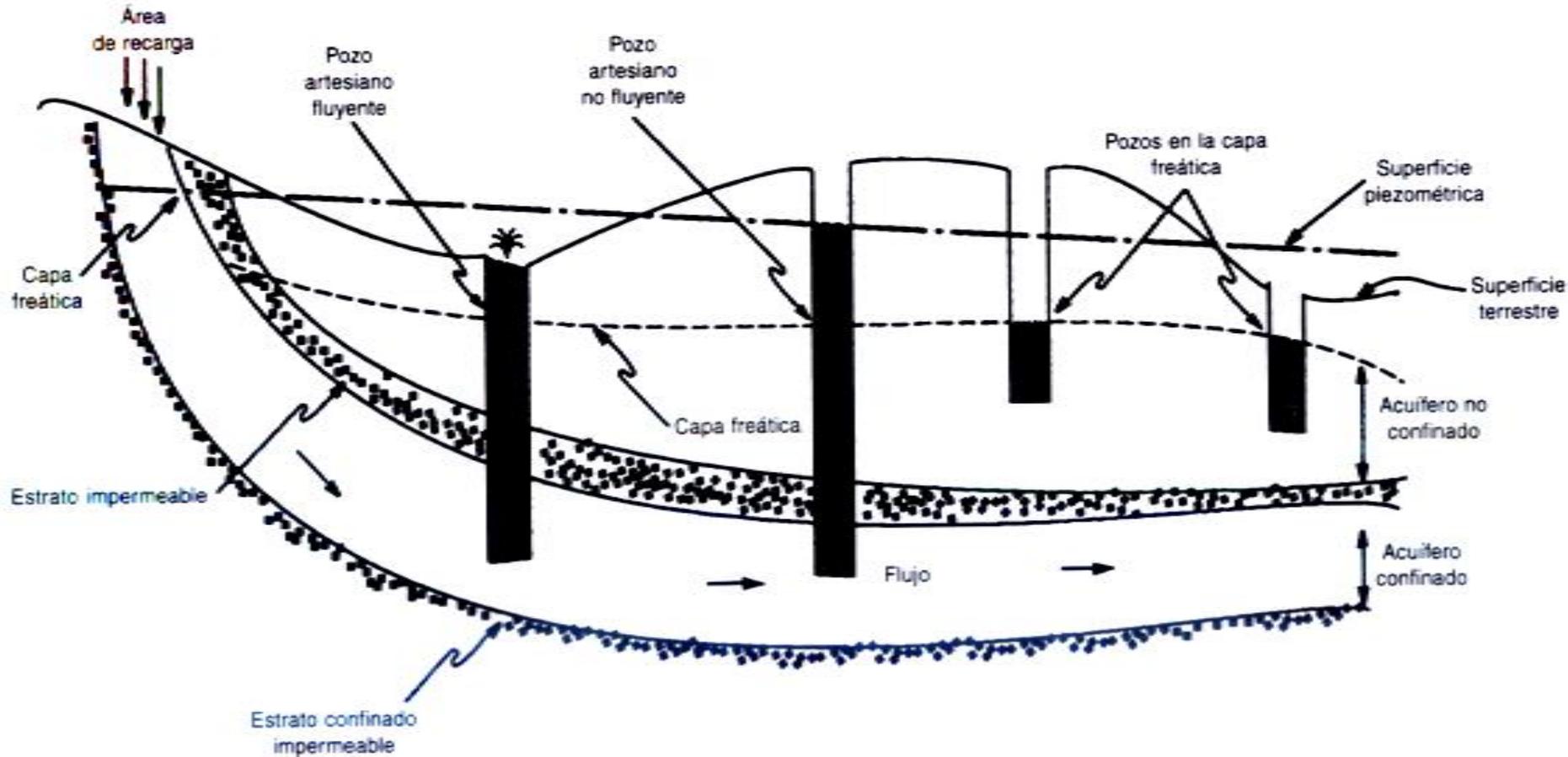


FIGURA 5.4. Acuíferos confinados y no confinados.

Flujo en acuífero no confinado

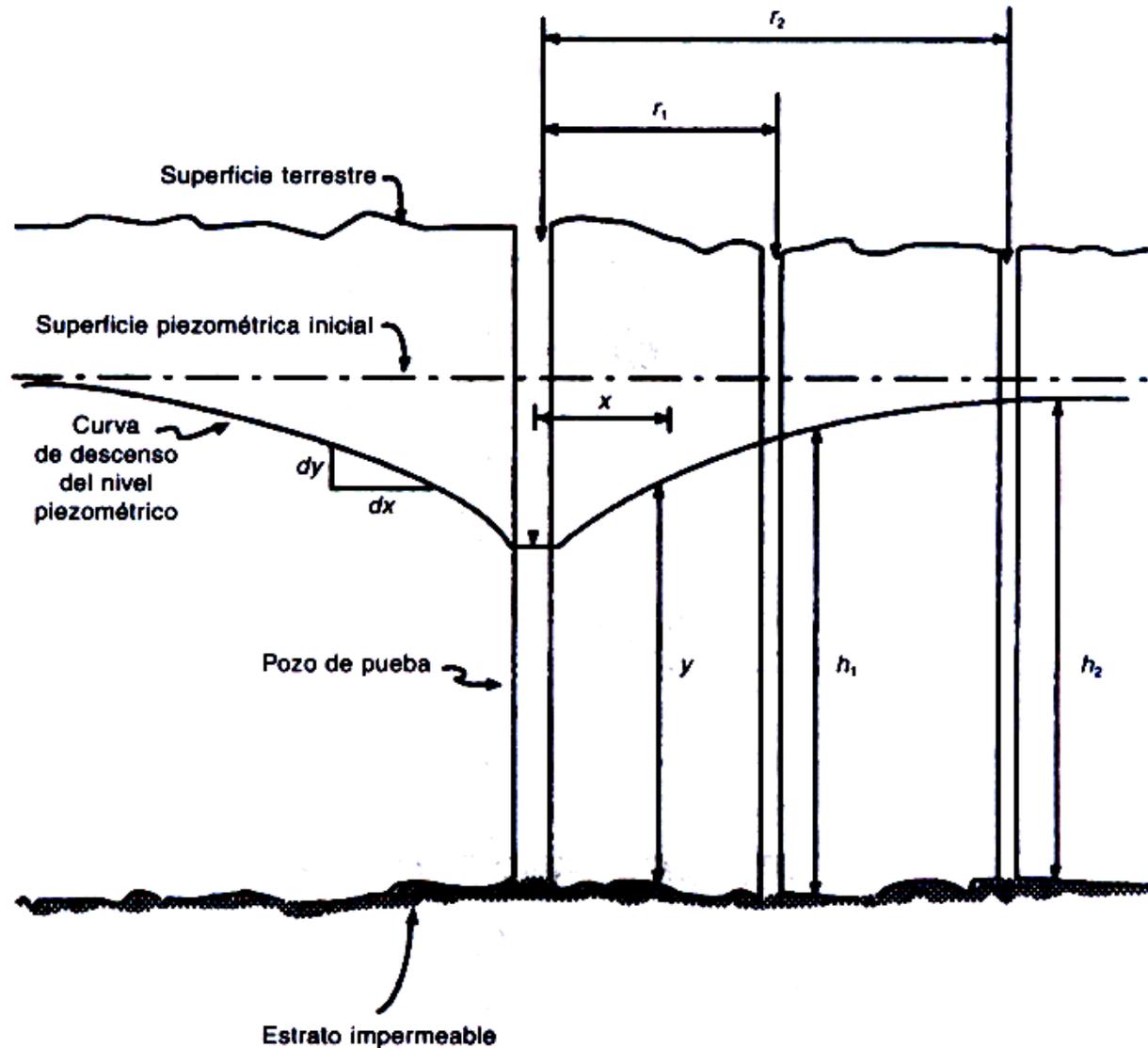


FIGURA 5.5. Flujo radial hacia un pozo en un acuífero no confinado.

Flujo en un acuífero confinado

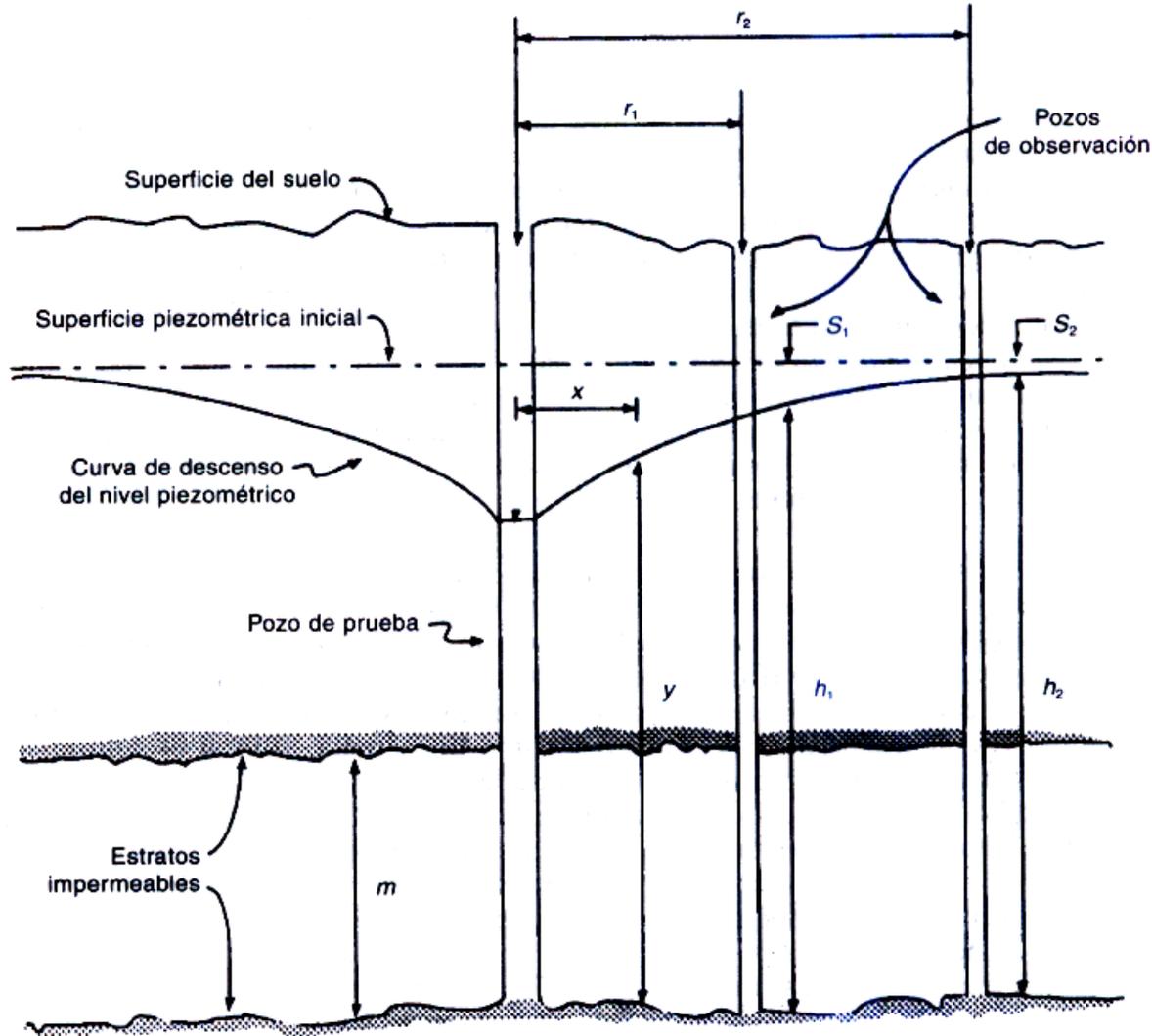


FIGURA 5.6. Flujo radial hacia un pozo en un acuífero confinado.

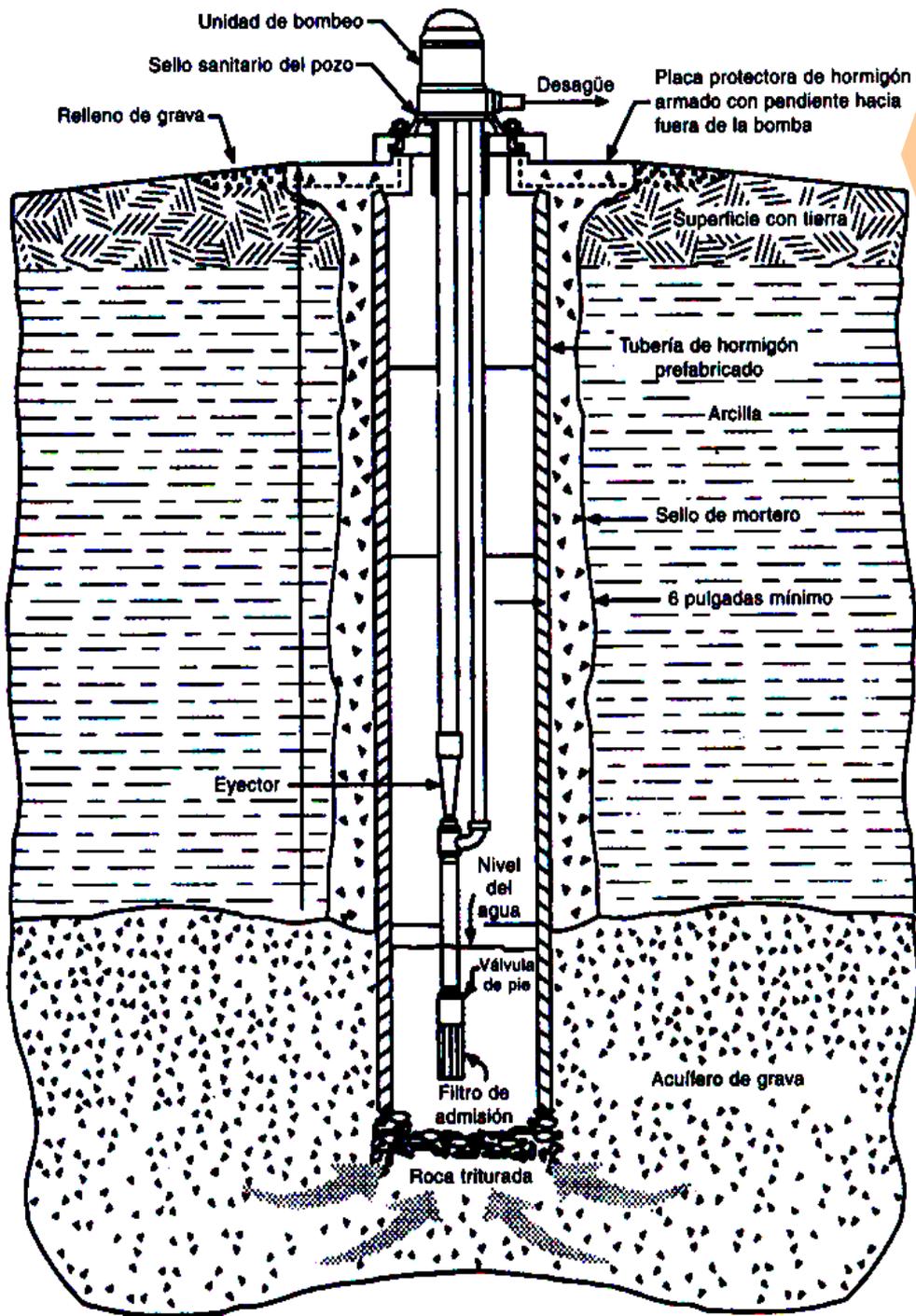
Sistema que forma un pozo

- 1.- Estructura del pozo.-
- sección abierta por donde el agua entra.
- 2.- Cascara cerrada a través de la que el flujo se transporta a la superficie
- 3.- La sección abierta es una rejilla metálica agujereada y permite el paso del flujo

Sistema que forma el pozo

- **LA BOMBA**
- La bomba extrae el agua que rodea el pozo
- Se forma un cono de depresión
- Los acuíferos permeables presentan conos poco profundos
- Los menos permeables presentan conos profundos y estrechos
- Cuando dos conos se solapan el nivel freático bajará

MOTOR DE BOMBEO



Sistema que forma el pozo

- TUBERÍA DE DESCARGA

Sistema de bombeo de acuíferos

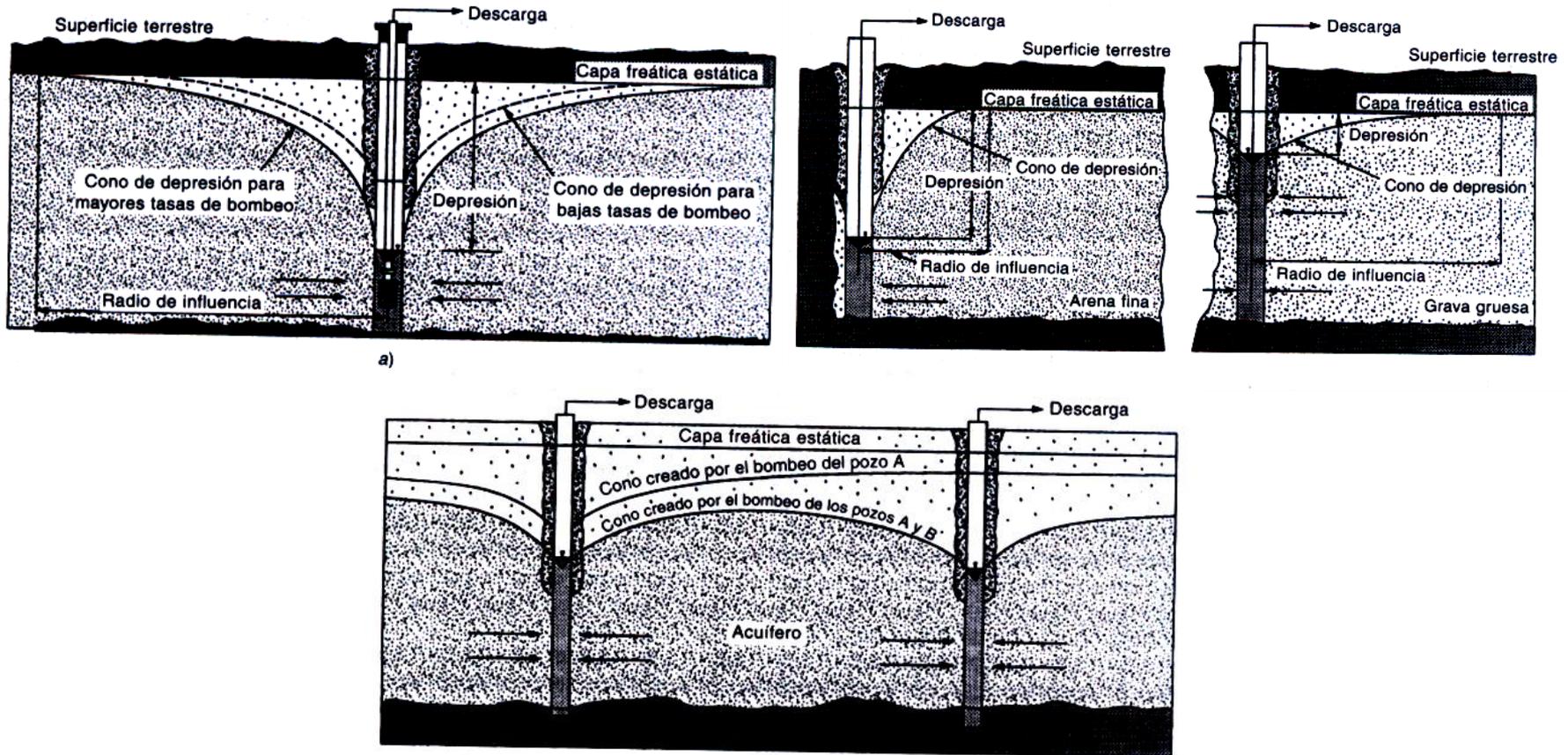


FIGURA 5.8. Bombeo de acuíferos: a) Efecto del bombeo en el cono de depresión (2); b) Efecto del material del acuífero en el cono de depresión (2), y c) Efecto del solapamiento del área de influencia entre pozos en bombeo (2).

AGUA SUBTERRÁNEA EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS

Para cuantificar los recursos hídricos subterráneos debemos remitirlos al estudio realizado por R. Pike, quien dividió la cuenca del río Guayas en seis regiones de acuerdo a sus características edafológicas y de densidad de pozos. Un resumen de estos parámetros se incluye en el presente trabajo:

REGIÓN I Y II

Prácticamente la totalidad de ambas regiones consiste de tierras planas con buenos suelos y apropiados para la agricultura mecanizada.

b)

Hay una fuerte necesidad de riego agrícola durante la estación seca y una alta probabilidad de beneficio substancial del riego.

a) Sería difícil y probablemente algo costoso, suplir las cantidades de agua de superficie necesarias para el riego de las grandes áreas de terreno irrigable disponibles en estas regiones.

REGIÓN III

- a) Prácticamente la totalidad de esta área general “entre ríos”, consiste de tierras planas apropiadas para la agricultura mecanizada. Hay algunas áreas de suelo arenoso en el norte y algunas áreas de posible suelo con algo de sal en el sur, pero en general los terrenos son apropiados para el riego.
- b) Hay una fuerte necesidad de riego agrícola durante la estación seca y una alta probabilidad de beneficio substancial del riego.
- c) Sería fácil y relativamente económico suplir de agua de superficie en cantidades adecuadas para el riego de prácticamente la totalidad de esta área general, desde grandes almacenamientos de agua ubicados en el Río Daule.

REGIÓN IV

Prácticamente la totalidad de esta región consiste de terreno suavemente ondulado, topográficamente apropiado para la agricultura. Sin embargo a excepción de pequeñas áreas adyacentes a los ríos principales Puca, Colimes y Pedro Carbo, los suelos son pobres y podría esperarse que el rendimiento de las cosechas, aun con riego, sería bajo. En general el riego requeriría aspersión aérea relativamente costosa.

REGIÓN IV Y V

Hay alguna indicación de potencial promedio de aguas subterráneas en estas dos regiones, los pocos pozos profundos muestran igual producción promedio y particularmente en la región VI, alto espesor total clástico.

En estas regiones hay solo áreas limitadas de tierras planas apropiadas para la agricultura mecanizada. Aunque los suelos son generalmente buenos, las áreas apropiadas para riego están aisladas, indicando una posible ventaja para pequeños desarrollos de agua subterránea.

OPINIONES VARIAS

De acuerdo a este análisis las regiones I, II, y VI son las más adecuadas para la explotación de aguas de pozos, ya que estas coinciden con la ubicación de grandes acuíferos detectados en estudios realizados por el Ministerio de Agricultura y ganadería del Ecuador y la ORSTOM Francesa.

Según los resultados del estudio realizado en 1977 se comprobó que la cuenca baja del río Guayas, correspondiente a las regiones I y II de la clasificación de Pike, contiene varios acuíferos complejos, posiblemente repartidos en dos zonas de estratos. La primera zona se extiende desde la superficie hasta los 100 o 150m de profundidad. La segunda zona, reconocida solamente por métodos geofísicos, comienza según el lugar, entre 200 y 250m de profundidad bajo la superficie; tiene un espesor muy variable de acuerdo a la ubicación, pero parece alcanzar más de 100m por debajo de la zona del banco de arena.

Formación del acuífero Zona I

Cono Aluvial

Cuando una corriente que baja de una zona alta cambia de pendiente deposita su carga.

El depósito del aluvión se concentra al pie de la pendiente.

Los conos presentan una forma actual y otra antigua.

Geología Histórica

- En el Cuaternario se produce la emersión de la cuenca del Guayas.
- Hasta la actualidad los productos de la erosión de los terrenos del flanco occidental de la cordillera occidental han seguido depositándose en los abanicos y llanura aluvial.

continuación

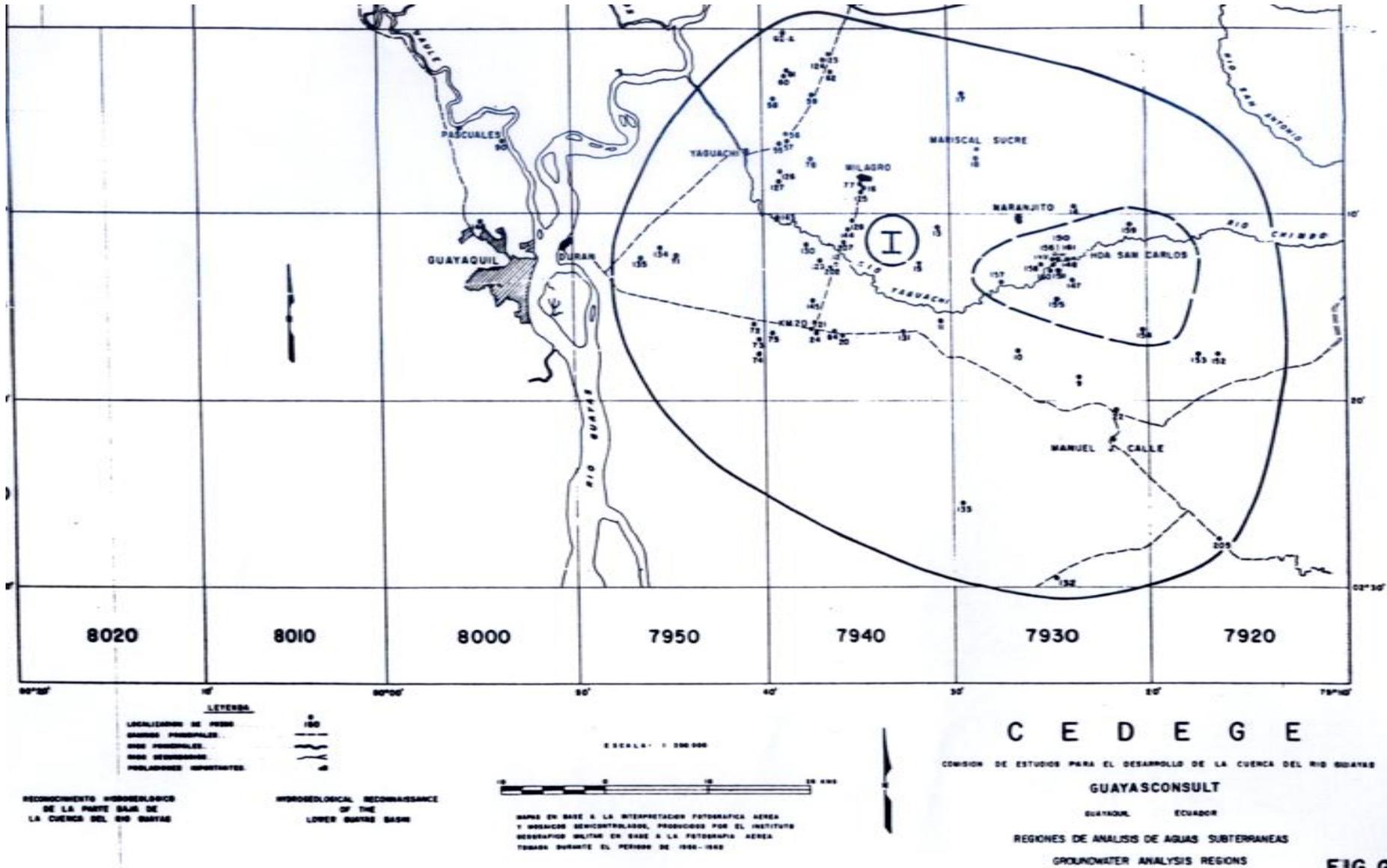
- En la Cuenca del Guayas, las mayores subcuencas de escurrimiento son las de los ríos Chimbo, Chanchán, Bulubulu y Boliche las cuales drenan hacia el oeste transportando y depositando sedimentos en gran extensión sobre la llanura aluvial.

Pozos Perforados hasta 1969

PROMEDIO REGIONAL DE DATOS DE POZOS

<u>REGION I - MILAGRO</u>	<u>0-</u> <u>10 m</u>	<u>10-</u> <u>20 m</u>	<u>20-</u> <u>30 m</u>	<u>30-</u> <u>50 m</u>	<u>Más de</u> <u>50 m</u>	<u>Totales</u>
<u>Totales</u>						
No. de Pozos	4	3	10	14	24	55
Promedio de Profundidad - metros	5.40	14.0	22.2	39.0	74.0	46.0
Promedio de Profundidad al nivel estático del agua - metros	2.50	-	0.9	2.9	3.5	2.5
Promedio de Espesor Clástico - metros	1.20	5.2	3.5	11.5	30.0	17.0
Promedio de Producción - l/s	-	2.6	3.3	14.0	56.5	29.0
Promedio de Rendimiento máximo - l/s	-	-	21.4	71.0	226.0	135.0
Promedio de Capacidad específica	-	-	-	5.6	13.4	8.4
No. de Pozos Artesianos	0	0	4	2	3	9
<u>San Carlos</u>						
No. de Pozos					10	
Promedio de Profundidad - metros					82.0	
Promedio de Profundidad al nivel estático del agua - metros					3.4	
Promedio de Espesor clástico - metros					29.6	
Promedio de Producción - l/s					94.0	
Promedio de Rendimientos máximos - l/s					465.0	
Promedio de Capacidad Específica - l/s/m					13.5	
No. de Pozos Artesianos					1	

Pozos de Aguas Subterráneas Zona 1 (1969)



Localización de pozos de agua en la cuenca del Río Guayas

Zona 1(1997)

# Pozos	Coordenadas		Coordenadas UTM						
	Latitud	Longitud	X	Y					
1	01°26'40"	79°27'55"	670991.80	9840653.39	55	02°06'10"	79°39'05"	650229.14	9767879.34
2	01°26'50"	79°27'20"	672073.49	9840345.51	56	02°05'40"	79°38'40"	651002.38	9768800.04
3	01°52'55"	79°58'50"	613632.51	9792320.16	57	02°06'00"	79°38'40"	651001.85	9768185.80
4	01°21'25"	79°54'05"	622470.03	9850354.74	58	02°03'50"	79°39'20"	649769.33	9772179.41
6	01°34'30"	79°28'35"	669745.26	9826218.57	59	02°03'35"	79°37'20"	653477.59	9772636.93
7	01°48'20"	79°31'25"	664471.39	9800730.10	60	02°02'35"	79°38'45"	650852.73	9774481.90
8	01°10'15"	79°29'50"	667455.09	9879008.86	61	02°02'15"	79°38'40"	651007.75	9775096.01
9	02°18'35"	79°23'30"	679095.61	9744968.87	62	02°02'20"	79°36'15"	655488.04	9774938.63
10	02°17'20"	79°26'35"	673382.20	9747278.84	62-A	02°00'10"	79°38'50"	650701.94	9778935.28
11	02°15'35"	79°30'35"	665970.38	9750511.67	63	01°53'55"	79°32'40"	662145.09	9790443.00
12	02°12'40"	79°36'05"	655779.83	9755896.52	64	01°50'50"	79°32'25"	662613.36	9796124.59
13	02°10'40"	79°30'40"	665825.00	9759572.44	65	01°50'30"	79°32'35"	662304.82	9796739.11
14	02°09'35"	79°23'35"	678959.24	9761555.49	66	01°41'25"	79°33'25"	660772.59	9813479.01
15	02°12'35"	79°31'40"	663967.64	9756042.18	66-A	01°37'50"	79°27'30"	671749.76	9820074.20
16	01°56'45"	79°26'35"	673420.23	9785211.68	67	01°51'40"	79°20'30"	684709.36	9794569.42
17	02°08'30"	79°34'30"	658722.24	9763571.99	68	01°42'25"	79°19'30"	686579.26	9811615.34
16	02°03'35"	79°29'10"	668618.59	9772623.22	68-A	01°42'35"	79°19'35"	686424.45	9811308.31
18	02°07'00"	79°28'30"	669848.54	9766325.60	69	01°42'35"	79°21'25"	683024.43	9811311.24
19	01°53'40"	79°32'25"	662609.02	9790903.31	70	01°44'20"	79°36'50"	654432.96	9808108.96
20	02°16'30"	79°35'50"	656236.51	9748832.15	70-A	01°45'40"	79°41'40"	645468.98	9805658.43
21	02°15'50"	79°37'20"	653457.14	9750063.32	70-A	01°44'40"	79°36'50"	654432.51	9807494.71
22	02°20'30"	79°21'40"	682490.24	9741432.63	71	02°12'10"	79°44'40"	639869.45	9756832.05
23	01°58'15"	79°34'40"	658430.06	9782460.73	72	02°15'55"	79°40'35"	647432.55	9749915.36
24	02°16'20"	79°37'20"	653456.26	9749141.95	73	02°16'50"	79°40'20"	647894.41	9748225.79
25	01°53'40"	79°46'50"	635879.06	9790923.94	74	02°17'30"	79°40'20"	647893.28	9746997.32
26	01°46'15"	79°47'20"	634961.28	9804590.65	75	02°17'25"	79°39'40"	649129.17	9747149.73
27	01°47'35"	79°48'05"	633569.09	9802134.74	77	02°08'25"	79°34'40"	658413.40	9763725.84
28	01°41'40"	79°49'20"	631258.28	9813038.24	78	02°07'00"	79°37'25"	653317.59	9766341.03
29	01°37'15"	79°58'10"	614884.28	9821185.25	79	01°52'50"	80°05'40"	600964.50	9792480.67
31	01°35'40"	79°50'30"	629101.47	9824094.99	80	01°53'20"	80°09'50"	593239.80	9791563.32
32	01°34'25"	79°48'30"	632811.34	9826396.12	81	01°04'15"	79°35'25"	657104.35	9881970.71
33	01°33'35"	79°48'35"	632657.69	9827931.71	82	01°00'45"	79°23'45"	678748.36	9888410.31
34	01°32'50"	79°47'40"	634358.27	9829312.70	83	01°02'25"	79°19'30"	686630.82	9885334.70
35	01°32'50"	79°46'30"	636521.67	9829311.46	84	02°16'20"	79°36'25"	655155.48	9749140.32
36	01°32'55"	79°45'50"	637757.82	9829157.19	85	00°34'10"	79°23'30"	679231.03	9937400.88
37	01°35'25"	79°43'00"	643009.06	9824547.43	86	01°44'35"	79°32'10"	663086.12	9807641.74
38	01°36'25"	79°41'20"	646098.49	9822702.81	88	01°53'10"	80°08'50"	595093.75	9791869.49
39	01°39'05"	79°39'20"	649803.97	9817786.52	89	01°53'05"	80°06'25"	599573.89	9792020.78
40	01°40'45"	79°39'20"	649801.88	9814715.34	90	02°06'00"	79°53'35"	623349.46	9768207.54
41	01°40'40"	79°38'45"	650883.67	9814868.15	91	01°51'30"	79°58'30"	614252.00	9794930.00
42	01°40'30"	79°38'20"	651656.52	9815174.74	92	01°51'20"	79°56'50"	617342.07	9795235.27
43	01°39'55"	79°35'50"	656293.17	9816246.42	93	01°01'30"	79°38'15"	651851.22	9887040.54
44	01°37'35"	79°33'50"	656293.17	9816246.42	94	01°07'50"	79°32'10"	663129.42	9875364.56
45	01°35'40"	79°31'40"	664025.57	9824072.73	95	01°06'50"	79°30'25"	666376.36	9877205.73
46	01°38'20"	79°33'35"	660467.66	9819161.15	96	01°07'40"	79°30'15"	666684.72	9875669.89
48	01°41'40"	79°32'10"	663090.23	9813016.58	97	01°08'25"	79°30'10"	666838.58	9874287.69
49	01°39'35"	79°33'35"	660466.00	9816857.67	99	00°50'50"	79°22'30"	681075.56	9906684.89
50	01°42'25"	79°32'40"	662161.99	9811635.18	100	00°35'50"	79°21'50"	682322.23	9934328.46
51	01°40'40"	79°33'20"	660928.14	9814860.98	101	01°32'15"	79°32'35"	662329.99	9830370.15
52	01°41'20"	79°33'35"	660463.64	9813632.80	102	01°33'30"	79°31'35"	664182.93	9828065.37
54	01°42'05"	79°33'05"	661389.80	9812250.02	103	01°36'10"	79°32'25"	662634.05	9823152.32
					104	01°37'10"	79°32'40"	662169.11	9821309.85
					105	01°35'35"	79°28'35"	669743.79	9824222.15
					106	01°35'45"	79°28'50"	669279.93	9823915.35
					107	01°39'55"	79°33'25"	660774.62	9816243.19
					108	01°33'10"	79°32'15"	662947.01	9828680.49

Localización de pozos de agua en la cuenca del Río Guayas

Zona 1(1997)

109	01°34'45"	79°28'25"	670054.01	9825757.63					
111	01°45'45"	79°34'25"	658912.23	9805495.03					
112	01°46'05"	79°34'20"	659066.28	9804880.65					
113	01°48'35"	79°31'20"	664625.54	9800269.27					
114	01°50'35"	79°32'20"	662768.25	9796585.16					
115	01°53'30"	79°32'40"	662145.73	9791210.84					
116	01°53'25"	79°31'40"	664000.06	9791362.84					
117	01°52'15"	79°28'20"	670182.72	9793507.52					
118	01°40'30"	79°26'40"	673291.36	9815158.67					
119	01°40'45"	79°26'20"	673909.16	9814697.46					
120	01°41'20"	79°26'15"	674062.84	9813622.32					
121	01°42'15"	79°21'40"	682561.31	9811925.96					
123	02°01'25"	79°36'20"	655335.00	9776627.96					
124	02°01'40"	79°36'40"	654716.60	9776167.80					
125	02°08'45"	79°34'40"	658412.83	9763111.58					
126	02°07'40"	79°39'05"	650226.74	9765115.26					
127	02°08'10"	79°39'10"	650071.45	9764194.04					
128	02°10'25"	79°35'05"	657637.53	9760041.01					
129	02°12'30"	79°37'00"	654080.82	9756205.23					
130	02°11'35"	79°37'40"	652846.52	9757895.56					
131	02°16'25"	79°32'30"	662415.75	9748979.60					
132	02°19'30"	79°24'40"	676930.92	9743281.95					
133	02°25'25"	79°29'30"	667959.20	9732388.20					
134	02°11'50"	79°45'30"	638325.23	9757447.55					
135	02°12'25"	79°46'30"	636470.68	9756374.21					
137	01°51'20"	80°04'40"	602819.79	9795243.37					
138	01°50'25"	80°04'50"	602511.68	9796932.43					
139	01°44'20"	80°03'40"	604680.28	9808139.53					
140	01°41'25"	80°04'20"	603446.88	9813513.93					
141	01°39'40"	80°04'50"	602521.37	9816738.63					
142	01°07'40"	79°41'20"	646127.36	9875679.77					
143	02°10'10"	79°39'20"	649759.23	9760508.87					
144	02°10'50"	79°35'20"	657173.35	9759273.62					
145	02°14'40"	79°37'35"	652995.74	9752213.63					
146	02°10'25"	79°54'50"	621026.59	9760071.28					
147	02°13'35"	79°23'45"	678642.35	9754184.07					
148	02°12'40"	79°24'35"	677099.22	9755875.09					
149	02°12'30"	79°24'40"	676945.05	9756182.41					
150	02°12'25"	79°24'25"	677408.70	9756335.49					
151	02°13'00"	79°24'20"	677581.11	9773689.53					
152	02°17'30"	79°16'30"	692075.24	9746950.31					
153	02°17'30"	79°17'30"	690221.28	9746952.53					
154	02°16'15"	79°20'20"	684971.14	9749262.43					
155	02°14'35"	79°24'30"	677249.91	9752342.65					
156	02°12'10"	79°24'30"	677254.70	9756796.39					
157	02°13'40"	79°27'25"	671844.52	9754037.74					
158	02°12'40"	79°25'20"	675708.77	9755876.57					
159	02°10'30"	79°20'50"	684056.02	9759860.63					
160	02°13'00"	79°24'45"	676789.57	9755261.11					
161	02°12'10"	79°24'15"	677718.19	9756795.89					
162	01°31'30"	79°45'20"	638686.52	9831767.05					
163	01°28'25"	79°44'40"	639926.03	9837447.80					
164	01°26'15"	79°45'20"	638691.94	9841440.86					
165	01°15'45"	79°40'30"	647665.80	9860784.04					
166	01°31'40"	79°48'15"	633277.78	9831463.01					
167	01°46'20"	80°14'40"	584285.31	9804463.95					
168	01°44'25"				80°15'15"	583205.29	9807995.57		
169	01°40'45"				80°17'15"	579499.99	9814752.25		
170	01°40'25"				80°17'30"	579036.73	9815366.53		
171	01°38'20"				80°19'25"	575484.64	9819205.96		
172	01°37'10"				80°18'50"	576566.85	9821354.98		
173	01°39'15"				80°06'40"	599122.62	9817507.86		
174	01°39'20"				80°08'05"	596495.98	9817355.48		
175	01°35'50"				80°10'50"	591400.01	9823806.00		
176	01°35'15"				80°11'40"	589855.38	9824881.33		
177	01°31'40"				80°14'15"	585068.09	9831484.93		
178	01°29'30"				80°14'15"	585069.49	9835476.70		
179	01°28'45"				80°13'30"	586460.58	9836857.99		
180	01°23'35"				80°13'10"	587081.87	9846376.66		
181	01°21'40"				80°02'30"	606862.14	9849900.74		
182	01°22'15"				79°58'45"	613815.52	9848823.12		
183	01°29'00"				79°31'30"	664343.13	9836357.90		
184	01°27'40"				79°30'15"	666663.04	9838813.44		
185	01°24'50"				79°26'35"	673467.01	9844030.32		
187	01°19'55"				79°24'45"	676873.36	9853088.96		
188	01°18'40"				79°25'20"	675792.85	9855393.27		
189	01°18'15"				79°24'50"	676720.74	9856160.56		
190	01°15'35"				79°25'30"	675487.21	9861075.71		
191	01°11'45"				79°24'45"	676882.54	9868139.32		
192	01°11'10"				79°25'25"	675646.55	9869215.05		
193	01°11'25"				79°25'35"	675337.13	9868754.51		
194	01°06'20"				79°25'35"	675342.27	9878122.52		
195	01°05'15"				79°28'45"	669469.33	9880121.98		
196	01°06'25"				79°28'30"	669931.97	9877971.76		
197	01°07'25"				79°27'20"	672095.08	9876127.79		
198	01°12'30"				79°30'50"	665598.02	9866763.52		
199	01°14'20"				79°31'45"	663895.93	9863385.97		
200	01°44'35"				79°31'30"	664322.36	9807640.77		
201	00°40'20"				79°27'50"	671188.52	9926038.83		
202	00°42'40"				79°23'20"	679535.34	9921736.02		
202	02°12'50"				79°36'20"	655316.09	9755589.83		
204	01°33'20"				79°30'30"	666192.24	9828371.09		
205	02°27'25"				79°16'35"	691897.99	9728673.57		
207	02°11'30"				79°35'40"	656554.26	9758045.68		
208	01°27'20"				79°28'50"	669290.86	9839425.97		
209	01°04'20"				79°36'00"	656022.29	9881817.65		
210	01°07'25"				79°30'20"	666530.38	9876130.67		
211	01°00'20"				79°27'25"	671947.01	9889181.45		
212	01°00'55"				79°27'20"	672101.09	9888106.38		

Motor, bomba y tubería para la explotación de agua subterráneas en acuífero del Ingenio San Carlos



Canal de riego de la zona agrícola del Ingenio San Carlos utilizando agua subterránea



Determinación de la dureza del agua de pozo



CONCLUSIONES

- La zona de Marcelino Maridueña tien un acuífero con gran cantidad de recurso subterráneo.
- La calidad del agua es de buena calidad.
- Conviene realizar investigaciones más detallada para analizar el comportamioento del acuífero frente a la explotación
- Para 1960 habia 55 pozos
- Para 1997 se registró 212 pozos
- Para 2005 no se conoce la densidad de pozos