

## **Capítulo 5. Estudio de fuentes de agua**

## **Capítulo 5. Estudio de Fuentes de Agua**

### **5.1 Aguas Superficiales**

Para analizar las posibilidades de uso de aguas superficiales para el abastecimiento de agua segura a las comunidades en el área de estudio, se realizó un levantamiento de información mediante un estudio de encuestas y objetivo en base a observaciones de reconocimiento de cada lugar, ejecutando y registrando la recopilación de información, sobre los recursos hídricos disponibles.

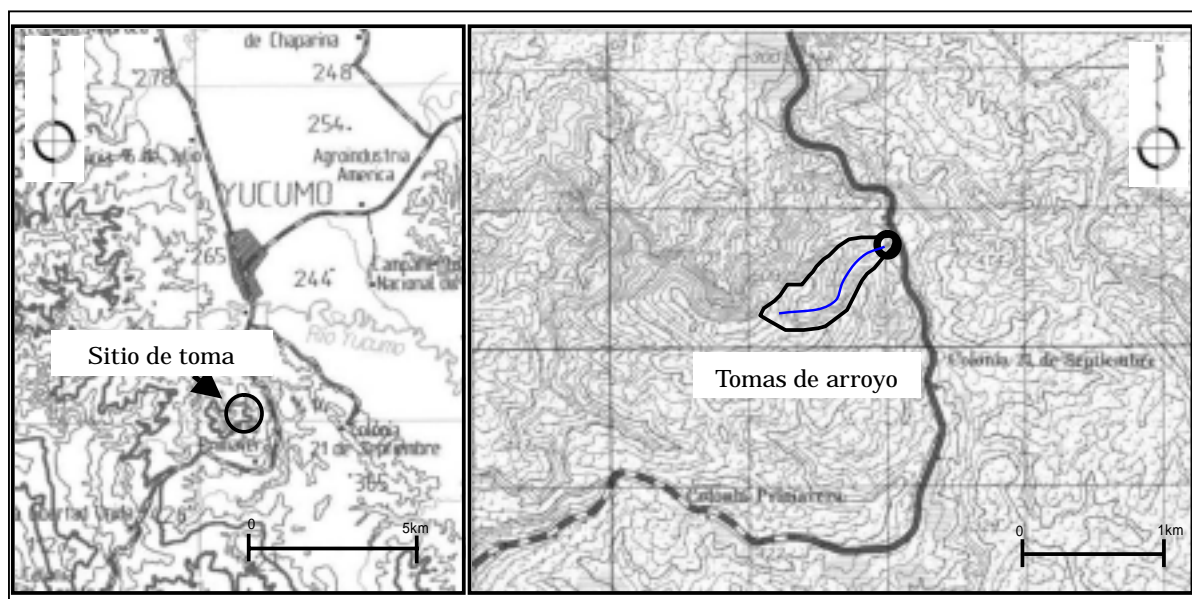
#### **5.1.1 Lagunas y Ríos**

Los Ríos (se define como Río lo clasificado en base al plano topográfico local), particularmente aquellos de gran magnitud como el Río Madre de Dios y Río Beni clasificados como ríos principales o de primer nivel y de tercer a cuarto nivel las quebradas y arroyos. Se ha confirmado el uso como fuentes de agua a ríos durante la investigación realizada tanto en la Fase 1 y Fase 2 de acuerdo al estudio realizado en las comunidades; por ejemplo, en el departamento de Beni, la comunidad de Puerto San Borja (250 personas) cerca del río Apere, y en el departamento de Pando, la comunidad de Peña Amarilla (93 personas) del Río Beni, comunidad Puerto Madre de Dios (74 personas) del río Madre de Dios, toman agua directamente desde los ríos correspondientes. En estos ríos en época de lluvias y en la estación seca el caudal está disponible, pero debido a la alta turbidez en la estación seca (de color café amarillento), y a la gran diferencia en el nivel de toma de agua entre la temporada de lluvias y la seca, es necesario cambiar los sitios de toma de agua. Además, la toma de agua no cuenta con cerco de protección para impedir la invasión de ganado que también tampoco se puede evitar. Con respecto al agua de lagunas que algunas comunidades las utilizan, son fuentes (Posa) de magnitud relativamente pequeña, más adelante se la describe como dentro de la clasificación de arroyos y vertientes.

#### **5.1.2 Arroyos (Quebrada)**

La práctica de toma de agua de los Arroyos, se encuentra principalmente en la parte oeste de Beni, desde la ciudad de San Borja hacia la ciudad de Rurrenabaque, en todas las comunidades situadas a lo largo de la carretera que corre de norte a sur, se están implementando sistemas de provisión de agua de estas fuentes. Esta región inclusive dentro del departamento de Beni, forma parte de colinas y tiene su construcción de toma de agua, entre 5 a 10 kilómetros de distancia hasta los arroyos, al medio del camino, se ubica un tanque de almacenamiento de agua y mediante la instalación de tubería PVC tienen su aducción por gravedad hasta la comunidad.

En la Fase 1 del estudio de reconocimiento de comunidades, la comunidad de Yucumo (83 familias) es la más grande de la región, lugar donde se realizó el estudio de investigación. En octubre cuando se realizó el estudio nos encontrábamos a finales de la estación seca, donde el caudal de los ríos tenía el flujo bajo. En la Figura 5.1.1 se muestra la ubicación de la bocatoma.



**Figura 5.1.1 Ubicación de las Fuentes de Aguas en Arroyos de Yucumo**

El sitio de toma de agua se encuentra aproximadamente a 3 km. al sur de la población de Yucumo en un afluente del río Yucumo, la superficie de la cuenca es de 3,05 km<sup>2</sup>. En el Estudio se aforó con un método simple donde el caudal fue de aproximadamente 0,007 m<sup>3</sup>/s (= 604.8m<sup>3</sup>/día) se observa que el volumen del flujo es de 0.0023 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>.

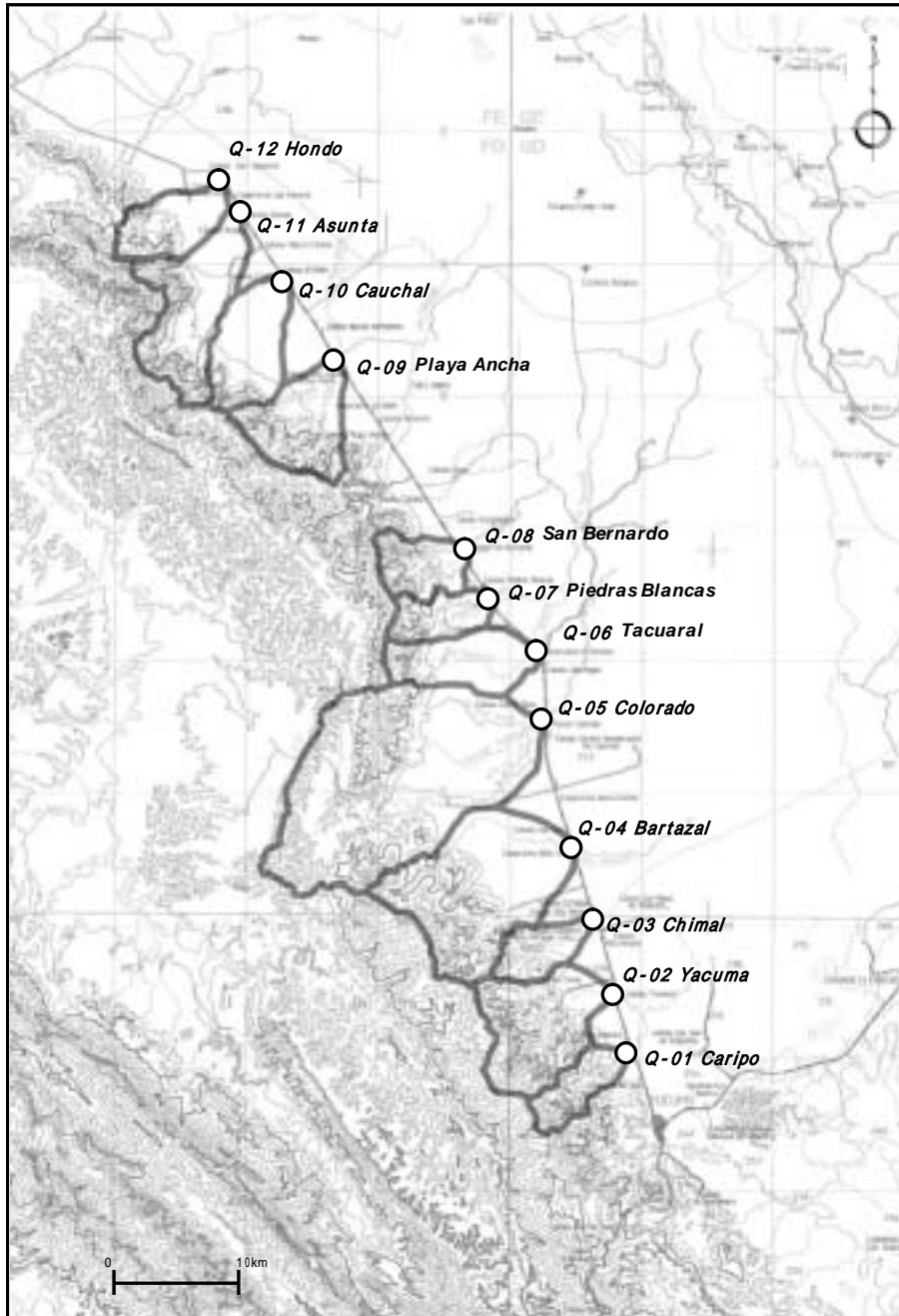
Además, desde Yucumo(83 familias) hasta Rurrenabaque se encuentran distribuidas a lo largo de la carretera, varias comunidades, en las cuales también muchas de estas tienen como fuente principal los arroyos. Para analizar la posibilidad de tomas de agua de los arroyos en la región, se llevaron a cabo mediciones de caudales en la intersección de las carreteras y arroyos.

En la Cuadro 5.1.1 se muestran los resultados de la medición de flujo (Junio 2000) y su relación de flujo, en la Figura 5.1.2 se muestran el plano del sitio donde se han ejecutado las mediciones de caudal. El Flujo de observaciones se llevo a cabo en cada uno de los puntos de descarga del río, tomando en consideración la topografía y condiciones geológicas y la diferencia de carga, con las condiciones meteorológicas locales, tales como la diferencia entre el volumen de lluvia, pero en la estación seca se ha verificado la existencia de flujo constante.

**Cuadro 5.1.1 Resultados de las mediciones de caudales**

No. de cuencas hidrográficas	Nombre de Cuenca	Área de la cuenca	Caudal medido	Caudal relativo
		km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /sec	m <sup>3</sup> /sec /km <sup>2</sup>
Q-01	Caripo	24.05	0.94	0.0391
Q-02	Yacumo	68.13	2.09	0.0307
Q-03	Chimal	23.53	0.28	0.0119
Q-04	Bartazal	115.77	1.81	0.0156
Q-05	Colorado	219.71	1.85	0.0084

Q-06	Tacuara	42.29	0.67	0.0158
Q-07	Piedras Blancas	24.10	0.48	0.0199
Q-08	San Bernardo	28.31	0.49	0.0173
Q-09	Playa Ancha	49.27	0.10	0.002
Q-10	Cauchal	47.60	0.51	0.0107
Q-11	Asunta	67.87	0.46	0.0068
Q-12	Hondo	33.70	0.44	0.0131



**Figura 5.1.2** Mapa de ubicación del flujo ejecutado en la medición de caudal

### 5.1.3 Arroyo y Vertiente

Los arroyos son utilizados principalmente en el departamento de Pando. El caudal de la corriente de agua de la vertiente, en la época de lluvias aumenta el caudal por lo aportes de los afluentes en el paso, sin embargo al final de la estación seca disminuye, y el aporte de la vertiente de origen predomina dicha corriente

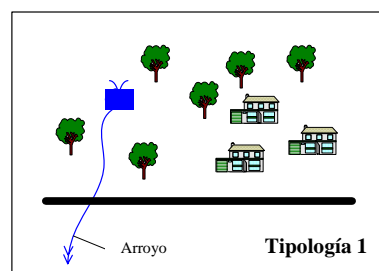
El uso de agua de vertientes se puede observar con mayor intensidad en el departamento de Pando y al norte (hacia Riberalta) en el departamento de Beni; en estas áreas, las comunidades son relativamente de pequeña escala, en caso de no tener problemas en el volumen y la calidad del agua podría ser la fuente de provisión de agua más económica. Sin embargo, hasta ahora no se ha realizado un estudio del sistema de flujo como de la calidad del agua, pero en algunas comunidades se puede observar que el uso actual como fuentes de agua no es adecuada como agua potable.

#### (1) Patrones de uso de arroyos y vertientes

En la distribución de la meseta en el departamento de Pando, existen muchas comunidades que utilizan los arroyos y vertientes como fuente principal de agua para consumo humano. Sin embargo, existen diferencias entre las comunidades sobre el método de uso para garantizar la fuente. En este estudio, para el futuro desarrollo de fuentes de agua, se ha clasificado en las siguientes tipologías según la situación de uso del tipo de fuentes.

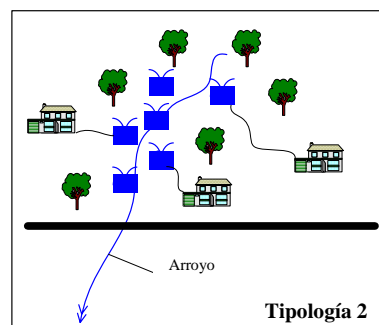
#### 1) Tipología 1: Comunidades que tienen una sola fuente de agua o vertiente

Es lo típico en comunidades donde tienen cercana la toma de agua, cada familia de la comunidad va a recoger el agua de la fuente, la acarrean y la utilizan. La calidad del agua varía dependiendo del punto de toma, ubicación a nivel o inferior de la meseta, las excavaciones a lo largo de la carretera tienen la posibilidad de que el agua este contaminada.



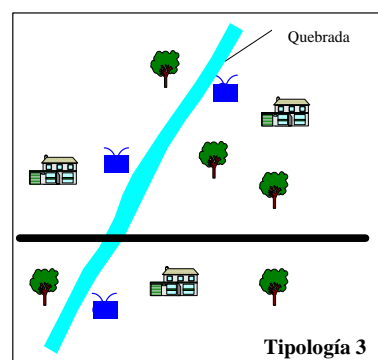
#### 2) Tipología 2: Comunidad con varias tomas de vertientes del mismo arroyo

En la quebrada tienen varios sitios de brote de vertientes (ojos de agua), las cuales forman el arroyo. Cada hogar utiliza cualquier lugar de la vertiente de agua (arroyos), existen muchos casos que los mismos son utilizados para la descarga de aguas residuales. En caso de muchas vertientes, a menudo se observan zonas de humedales. El arroyo en este caso, está alimentado por la vertiente que da origen al arroyo, en los arroyos (Quebrada), comparativamente la calidad del agua es buena.



### 3) Tipología 3: Múltiples puntos de toma de agua están dispersos

en la comunidad para uso domiciliario (o grupos de viviendas) y viviendas cerca de la fuente de agua. En estos puntos de agua de vertiente, existen muchas comunidades asentadas en forma dispersa cerca de estas. Los puntos de toma de agua que están situados en la meseta alta y las viviendas por debajo de estas, tienen la probabilidad que estén contaminados. La Quebrada, por tener el origen en el agua de vertiente, comparados con las tipologías 1 y 2 fuente de arroyos, la calidad del agua es mala.



### (2) Caudal de agua de la vertiente

Se ha realizado la medición del caudal de agua de las vertientes del área de estudio (ver Cuadro 5.1.2). En los resultados de las mediciones de caudal de las vertientes, se observan variaciones en cada uno de los puntos observados. Variaciones atribuibles a la situación de la calidad geológica, pero se supone que mayormente contribuyen al alto porcentaje de la superficie de captación. De esto, la tipología 2 (en el caso de formaciones de arroyos con varios puntos de tomas de vertientes, tenemos 2 puntos (Empresina (53 personas) y Santa Rita (7 personas)) donde se realizó las mediciones de caudal, y se calculó el porcentaje de flujo de la cuenca. En las Tablas 5.1.4 se muestra las ubicaciones de los puntos medidos y en la Cuadro 5.1.3 se muestra el caudal comparativo de cada arroyo obtenido por el caudal real medido.

**Cuadro 5.1.2 Resultados de la medición del caudal de agua**

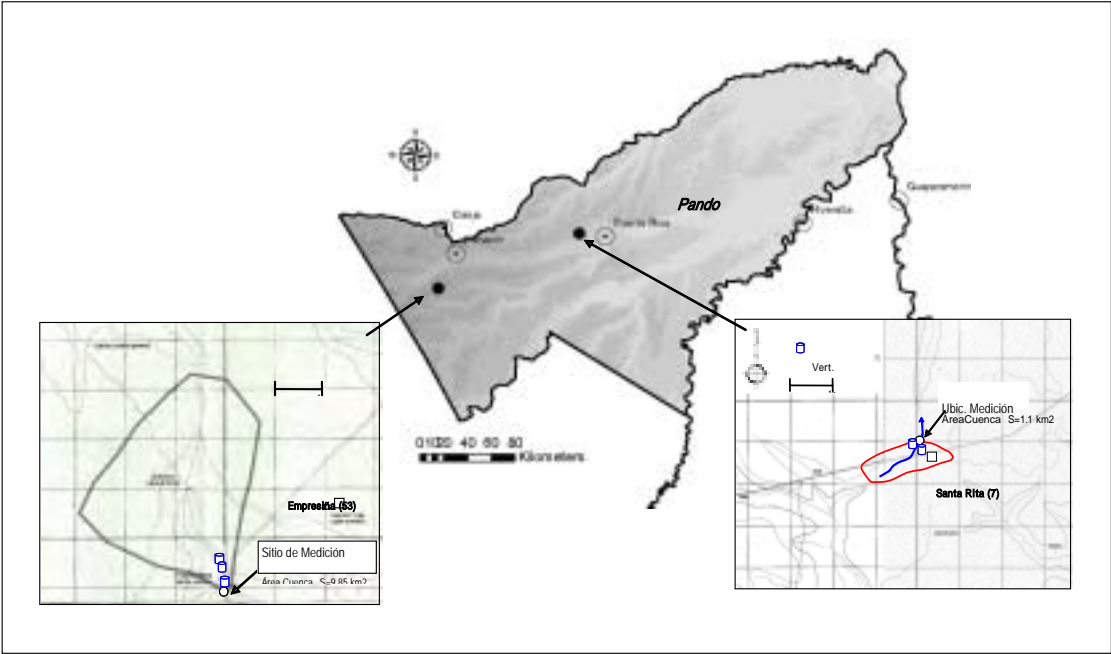
	Provincia (Pando)	Municipio	Comunidad	Tipología	Caudal m <sup>3</sup> /s (L/min)	Fecha Observa
1	Manuripi	Filadelfia	Florida (No.55)	3	<b>0.0577<sup>-3</sup> (3.46)</b>	2008/6/21
2	Manuripi	Filadelfia	Empresina (No.3)	2	Sin datos	2008/6/21
3	Nicolás Suárez	Bolpebra	Tres Arroyos (No.22)	1	<b>0.0148<sup>-3</sup> (0.89)</b>	2008/6/26
4	Nicolás Suárez	Bella Flor	Santa Rita (No.7)	2	<b>0.2357<sup>-3</sup> (14.14)</b>	2008/6/22
5	Nicolás Suárez	Bella Flor	Nueva Vida (No.10)	1	<b>0.4687<sup>-3</sup> (28.12)</b>	2008/6/22

**Cuadro 5.1.3 Volumen de flujo de la cuenca del arroyo**

	Provincia (Pando)	Municipio	Comunidad	Área de cuenca	Caudal medido	Flujo
				km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s /km <sup>2</sup>
2	Manuripi	Filadelfia	Empresina (No.53)	9.85	0.2897	<b>0.0391</b>
4	Nicolás Suárez	Bella Flor	Santa Rita (No.7)	1.14	0.0504	<b>0.0442</b>

Si comparamos los valores de la relación del flujo, Tahuamanu que se ubica río arriba de Empresina (No.53) y a aguas abajo se ubica Santa Rita (No.7), todos muestran un valor similar de aproximadamente 0,004(m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>).

En el caso de vertientes en un solo punto como las tipologías 1 y 3, muestran valores diferentes de caudales de cada vertientes por las diferencias de condiciones geográficas de los puntos de cada vertientes, pero como en la tipología 2, se ha observado el caudal de un conjuntos de vertientes que forman el arroyo, además, en caso de poder observar la cuenca en un plano topográfico, es posible deducir el flujo de la vertiente del punto de estudio.



**Figura 5.1.3 Ubicación de la medición de caudal de arroyo**

## 5.2 Aguas Subterráneas

### 5.2.1 Exploración Geofísica

La exploración geofísica, fue realizada por una empresa consignada el sondeo eléctrico vertical (SEV) mediante un dispositivo Schlumberger de prospección geofísica con electrodos (profundidad de exploración de 250 ~ 300 m). En la Figura 5.1.1 y en la Cuadro 5.1.1 se muestra la sección de los puntos de sondeos eléctricos y el número de mediciones. Se ejecutaron 53 sondeos en el departamento de Pando y 122 sondeos en el departamento de Beni, en el área aledaña de Magdalena del departamento de Beni se encuentra la roca base relativamente someras del subsuelo, la roca base se extiende en sentido horizontal y para capturar el desarrollo de las fisuras en rocas, se realiza 5 prospecciones eléctricas bidimensionales, teniendo un total de 180 estudios geofísico.

**Cuadro 5.2.1 Zonas y puntos de medición de la prospección eléctrica**

Depto.	No. de Zonas y Nombres	Punto de Medición	Parcial
Pando	Luz de América-Porvenir	10	53 Sitios
	Mukden-Puerto Rico-Peña Amarilla	23	
	Santa Elena-Primero de Mayo-Santa Rosa de Abuná - Rapiirran	15	
	Reserva de Loma Alta-Victoria	5	
Beni	Riberalta-Cachuela Esperanza-Guayaramerín	12	127 Sitios
	Peña Amarilla-Riberalta-Guayaramerín	20	
	Santa Ana de Yacuma-Casa Blanca	20	
	Puerto Siles-Magdalena	10	
	Puerto Siles-Magdalena (Ejecución de la prospección eléctrica bidimensional)	5	
	Reyes-San Borja-Trinidad-Casarabe-San Pablo	25	
	Casarabe-El Carmen	25	
	Casarabe-El Carmen	10	
<b>TOTAL</b>			<b>180 Sitios</b>

La ubicación de los puntos de medición fue distribuida tomando en cuenta los siguientes aspectos:

Identificar la estructura de resistividad para todo el área de estudio

Ortogonal al sistema hidrológico para facilitar la representación de cambio en la estructura referida a la topografía, geología, en consideración al sistema hidrológico

Identificar la distribución del escudo brasilero de grandes cambios geológicos

En la mayoría del área de estudio, son las regiones más afectadas por bañados (zonas húmedas), especialmente en la temporada de lluvias, época de difícil accesibilidad con vehículo.

Después de concluir la medición en campo, se realiza la interpretación con un ordenador, obteniendo la estructura de resistividad eléctrica de cada punto medido. En la siguiente Tabla se muestran los valores de la resistividad por profundidades y por cada zona.



**Cuadro 5.2.2 Clasificación de Valores de resistividad por profundidad**

Depto.	No. de Zona	Valor de resistividad de capas someras (ohm • m)	Valor de resistividad de capas medianas (ohm • m)	Valor de resistividad de capas profundas (ohm • m)
Pando		90-13000	15-800	9-89
		28-11500	10-490	2-270
		2 - 11300	3 - 306	4 - 1100
		8 - 3100	1 - 85	4 - 395
Beni		8-4100	1-130	1-400
		68 - 68000	3 - 2340	2 - 48000
		2 - 11300	6 - 330	0.3 - 360
		30-5500	9-105	650-4000
		mediano~alto	bajo~mediano	mediano ~ alto
		9-4000	2-400	2-200
		2-290	3-45	2-23
		4 - 740	3 - 25	6 - 6000

- La capa superficial o somera es de unos 30m de profundidad, la capa intermedia es de unos 30-80m y la capa profunda mayor de 80m de profundidad

Cada profundidad de las capas tienen grandes variaciones en sus valores de resistividad, pero por lo general en el departamento de Pando, la capa somera o superficial tiene valores de resistividad altos (generalmente, más de 1000  $\Omega$ m), las capas intermedias con valores de resistividad bajos a medios (de unos decenas ~varias centenas de  $\Omega$ m), las capas profundas muestran una tendencia de valores bajos (número 10  $\Omega$ m o menos).

En el departamento de Beni, se puede observar que en todas las zonas la resistividad tiene variaciones, en la zona oriental cerca de Rurrenabaque-Yucumo en la capa profunda mayormente la resistividad tiene un mayor valor (100  $\Omega$ m o más), mientras que, desde las inmediaciones de San Borja hasta la zona central de la ciudad de Trinidad en la capa profunda mayormente la resistividad tienen valores bajos (10  $\Omega$ m o menos).

En síntesis, en base a los resultados de las interpretaciones por cada zona, en contraste con los datos existentes con la sección transversal de la estructura geológica elaborada (Figuras 5.2.2-2 al 5.2.17). Por consiguiente, en base a las consideraciones de la prospección en campo y los resultados de la perforación de cada zona, se describen a continuación las características y consideraciones geológicas de las zonas exploradas.

Para el departamento de Pando: en la zona de Luz de América-Porvenir perfil litológico de resistividad (ver Figura 5.2.2)

La parte occidental del departamento de Pando, que corresponde a la parte montañosa alta de este departamento, desde Luz de América a Porvenir, unos 100km de norte-sur, es una sección de la realización de las 10 líneas de prospección.

La capa superficial en varios metros generalmente muestran valores de una alta resistividad (1000  $\Omega$ m o más), se presupone que estas capas corresponden a los estratos de arena y limo seco incluyendo la capa vegetal superficial.

La segunda capa de unos metros hasta los 130m muestran valores medios de resistividad (60-600  $\Omega$ m), que presuponen una formación principalmente de arena con alternancia de capas de arcilla.

La tercera capa (aprox. 30 ~ 80m de profundidad) el valor de resistividad es mucho menor de 5-90 $\Omega$ m, valor que reflejan la presencia de la capa de arcilla extensa.

La comunidad de Luz de América ubicado al sur de la sección transversal se llevó a cabo la perforación de investigación, en la profundidad de mayor a los 55m se confirmó una capa base semisólida de arcilla de baja resistividad eléctrica que pone de manifiesto la profundidad de la tercera capa.

El perfil litológico de la zona de Mukden-Puerto Rico-Peña Amarilla del departamento de Pando (ver Figura 5.2.3).

La parte occidental en la meseta Alta del departamento de Pando, donde se ubican desde Mukden alcanzando hasta la colina mediana al este pasando por Puerto Rico, hacia la ribera derecha del río Beni hasta casi llegar a Peña Amarilla del departamento de Beni, a 250 km en dirección este-oeste, es la sección transversal donde se ubicaron 23 líneas de medición.

En la capa superficial, en la mayoría arrojan valores bastante alta de resistividad (1000  $\Omega$ m o más), se presupone que corresponden a los estratos de arena y limo seco incluyendo la capa vegetal superficial. Desde la comunidad de Santa Elena ubicada en la parte central de la sección hasta la parte oriental se observa una tendencia a ser algo más profundo.

La segunda capa se encuentra de algunos metros hasta los 40m de profundidad y muestra una resistencia de resistividad de valor media (aprox. 30-100 $\Omega$ m), suponiendo la presencia de formaciones de capas alternas de arena y arcilla.

La tercera capa (30 ~ 40m o más) de resistividad con valores generalmente por debajo de 10 $\Omega$ m, reflejan un la evolución de la capa base de arcilla.

En esta sección, la comunidad de Mukden ubicada al oeste, Puerto Rico en el centro y Puerto Copacabana ubicada en la parte oriental de la sección transversal, donde se ejecutaron la perforación de investigación, la capa base semisólida de formación arcillosa de esta zona, se ha verificado que se encuentran a una profundidad de 102m en Mukden, a una profundidad de 22m en Puerto Rico y de 48m en Puerto Copacabana, en el perfilaje eléctrico es de baja resistividad eléctrica donde se pone de manifiesto la profundidad de la tercera capa.

El perfil litológico de la zona Santa Elena-Primero de Mayo-Santa Rosa de Abuná - Rapirran del departamento de Pando (ver Figura 5.2.4)

Desde casi al centro del departamento de Pando, a partir donde se ubica Santa Elena en la meseta media de Pando hacia el noreste pasando por la capital provincial Santa Rosa de Abuná de la provincia Abuná, y llegando a Rapirran la frontera con Brasil, en una dirección suroeste – noreste en una longitud aproximada de 100 km, es la dirección donde se realizaron 20 líneas de prospección.

La capa superficial, muestran valores de resistividad bastantes altos (1000  $\Omega$ m o más), que presupone una distribución incluida la capa vegetal hasta arenas y limo secos.

La parte superior de la segunda capa indica la profundidad de alrededor de 1 metro, la parte inferior se ubica a una profundidad de los 30 ~ 120m. Tiene un valor medio de resistividad (en general 30-100 $\Omega$ m), formación compuesta principalmente de capas de arena con una alternancia de capas de arcilla. La parte oeste de la sección, se ha obtenido en las interpretaciones valores de resistividad a mayor de 80m de profundidad, donde se presupone la presencia de una formación de arcilla fundamentalmente.

La tercera capa, la comunidad de Santa Rosa de Abuná ubicada en la parte central de la sección transversal, en la parte oeste se sitúa la segunda con capas de baja resistividad, en los 80 ~ 120m de profundidad o más se muestra valores de alta resistividad (aprox. 120 - 1100 $\Omega$ m), se supone la presencia de los estratos de arcilla que viene a ser la roca madre. La resistividad con valor baja (generalmente por debajo de 20 $\Omega$ m) en la parte oriental, así como la sección transversal reflejan la capa base de arcilla.

El perfil litológico de resistividades de la región Loma Alta – Victoria del departamento de Pando (ver Figura 5.2.5)

Desde la parte noroeste donde se ubica Loma Alta de la provincia Federico Ramón a la ladera izquierda del río Beni al oriente del departamento de Pando, a unos 70 km entre la comunidad de Victoria, se realizaron 10 puntos de medición.

En la proximidad de la capa superficial muestran valores altos de mayores de 100  $\Omega$ m, que corresponde a arena y limo seco incluida la capa vegetal.

El valor de resistividad de la segunda capa son entre baja a media (alrededor de 0,6-100 $\Omega$ m), indica la capa de arcilla principalmente, en las cercanías de la comunidad de RESERVA situada en la parte central de la sección tiene valor medio de resistividad (generalmente 30 - 90 $\Omega$ m), supone el desarrollo de capas formado por arena.

El valor de la resistividad de la tercera capa, muestra un valor medio en la parte occidental (en general 16 - 35 $\Omega$ m) y en la parte central una resistividad menor de 10  $\Omega$ m. Capa base de arcilla o la roca madre, se supone que reflejan el desarrollo de algunas capas de. En la cercanías de la comunidad de Loma Alta cerca al río Beni en la oriental, los valores de la resistividad van en aumento con cifras mayores a 100 $\Omega$ m, al oriente y cerca de Cachuela Esperanza, se evidencia la presencia de roca precámbrica aflorando.

El perfil litológico de la región de Peña Amarilla-Riberalta-Guayaramerín del departamento de Beni (ver Figura 5.2.6)

En la línea de medición ubicada desde la zona hacia el este continuando con las colinas de la zona norte del departamento de Pando, desde Peña Amarilla pasando por Riberalta hasta Guayaramerín, frontera con el Brasil, unos 150 km en dirección este – oeste, se realizaron 12 líneas de prospección.

En la proximidades de la capa superficial muestran valores altos, que corresponde a arena y limo seco incluida la capa vegetal.

Menor a los 10m de profundidad hasta el valor medio de resistividad (aprox. 30-400 $\Omega$ m) esta se conecta a la segunda capa. Alrededor de Riberalta, esta capa continúa hasta a mayor a los 100m. En esta sección transversal, fue analizada dentro de la segunda capa se encuentra espesores de varios metros hasta mayores a 10 metros de baja resistividad (aprox. de varios  $\Omega$ m ~ 10 $\Omega$ m y mayor), supone que esta capa la composición de arcilla se extiende.

La tercera capa, se analiza un valor de 1 $\Omega$ m más o menos, siendo el punto medio de medición, existe la preocupación que son efectos de agua salada. Por otra parte, el río Yata al este de Riberalta y en las cercanías de Guayaramerín muestran valores de resistividad relativamente altos, indicando la presencia de arena por excelencia. Guayaramerín se encuentra ubicada dentro del Escudo Brasileiro según los planos geológicos existentes pero en los puntos de prospección eléctrica ejecutada, en la profundidad de 40m o más, se interpreta capas con valores muy bajas, no pudo confirmar la presencia de roca.

Perfil litológico de la región entre Riberalta-Cachuela Esperanza-Guayaramerín del departamento de Beni (ver Figura 5.2.7)

Desde la región de Riberalta hasta Guayaramerín cambiando de sentido al sureste en las cercanías y pasando por Cachuela Esperanza, se distribuye el Escudo Brasileiro del noreste, unos 150 km, donde se realizaron 20 líneas de medición.

En la proximidades de la capa superficial muestran valores bastantes altos de miles de  $\Omega$ m, lo que refleja una distribución de capa vegetal superior seca.

La segunda capa muestra valores de 3-500 $\Omega$ m, en Riberalta alrededor de la zona oriental se reduce a 10 $\Omega$ m o menor, desde la zona central de Cachuela Esperanza hasta la parte oriental el valor se eleva a 20-2000 $\Omega$ m. Esta en la parte oeste de la sección existe capa de arcilla, con una alta posibilidad de influencia expuesta en la parte oriental del Escudo Brasileiro.

En la capa profunda son de baja resistividad, en la zona central tenemos 600-6000  $\Omega$ m, en la zona oriental alcanza a varias decenas de miles de  $\Omega$ m y es extremadamente alta. Esto refleja la existencia e influencia del Escudo Brasileiro.

Perfil litológico de la región entre Santa Ana de Yacuma-Casa Blanca del departamento de Beni (ver Figura 5.2.8)

Desde la región central de la ribera izquierda del río Mamoré de Santa Ana de Yucuma a unos 120 km al oeste hasta la comunidad Casa Blanca, se realizaron 20 líneas de medición.

La capa superficial indica generalmente un valor de resistividad media de varias decenas a varias centenas de  $\Omega\text{m}$ , indica existencia de arena con limo húmeda.

Esta sección en contraste de resistividad, mientras que la segunda capa de resistividad media (aprox. 10-300 $\Omega\text{m}$ ) que supone la existencia de estratos de arena principalmente y alternancia con capa de arcilla.

La sección oriental de Santa Ana de Yucuma donde se ejecutó la perforación de investigación a más de 160m de profundidad se verificó la existencia de la capa base compuestas por rocas metamórficas fragmentada, en la prospección eléctrica se encontró valores de resistividad menor a 1 $\Omega\text{m}$ , a mayor profundidad de los 84m, no se ha podido observar la existencia de rocas metamórficas. Esto se debe que el punto de perforación exploratoria y el punto de medición fue de aproximadamente 1,5km de distancia, que para una estructura del subsuelo son diferentes.

#### Perfil litológico de la región Puerto Siles - Magdalena del departamento de Beni (ver Figura 5.2.9)

Desde la ribera este del río Mamoré que corre en la parte central del departamento de Beni donde se ubica Puerto Siles, hasta el este de Magdalena que se desprende del oriente de San Ramón en la parte sureste, en una extensión aproximada de 150 km, es la sección donde se realizaron 10 líneas de medición.

Con valores de resistividad alta mayores a los 100 ~ 2000 $\Omega\text{m}$ , que corresponden a formaciones de arena con limo ligeramente húmedo a seco.

Los valores de la resistividad de la segunda capa disminuye un poco, el espesor de la capa está entre 1 ~ 3m, que supone formaciones de arena y limo que continúa la humedad de la superficie.

El espesor de la tercera capa en parte occidental de la sección transversal, son de unos pocos metros pero, desde la parte central a la parte oriental va en aumento del espesor hasta de 40m. El valor de la resistividad es de 50 ~ 250 $\Omega\text{m}$ , por lo que supone que en la capa de arcilla se mezcla con la grava.

La cuarta capa de resistividad de más o menos 10 $\Omega\text{m}$ , pero se distribuye desde el occidente hasta la parte central de la sección, en la parte oriental desaparece, que en la parte inferior se da la continuidad de las capas de alta resistividad.

Los valores de resistividad de la capa profunda, en todos los puntos de medición se elevan, al este de Magdalena donde se ubica la región del Escudo Brasileiro, tienen valores altos de 4000 $\Omega\text{m}$ , que corresponden a las rocas del Pre-Cámbrico reflejando su existencia. Al oeste el valor de la resistividad está en el rango de 600-1700 $\Omega\text{m}$ , y otros ligeramente inferior, a la ribera oeste del río Mamoré se ubica Santa Ana de Yucuma donde se ejecutó la perforación de investigación hasta una profundidad de 160m y se verificó la existencia de roca metamórfica fragmentada, piedra angular con posible continuidad del sistema pre-Cámbrico.

En Magdalena situada en la parte oriental de la sección se ejecutó la perforación de investigación del estudio, se encontró la capa base a la profundidad mayor de 65m correspondiente al Escudo Brasileiro donde se confirmó la existencia de rocas metamórficas, con resistividad eléctrica muy alta la cual pone de manifiesto la cuarta capa.

Sección de la zona Puerto Siles - Magdalena del departamento de Beni (ver prospección bidimensional, Figura 5.2.10 a 14)

En las cercanías de San Joaquín ubicada en la meseta de la ribera oriental del río Mamoré al este del departamento de Beni y cerca de Magdalena, en donde se realizó la perforación de pozos entre 20~50 m., profundidad donde se topó con una roca dura, por lo que no se ha perforado más. Además, más al este se ubica Bella Vista, dentro del Escudo Brasileiro con afloraciones de rocas, con el fin de aclarar la geomorfología de la región y la existencia de fisuras en rocas, se realizó líneas de 560 m instalados en 5 puntos para la prospección bidimensional.

El Pto.183 (Figura 5.2.10), muestra los resultados donde se realizó la prospección geofísica bidimensional en las afueras de la ciudad de San Joaquín. A la profundidad de 10 metros de la superficie se obtuvo unos 500  $\Omega$ m, lo que refleja la distribución de capa superficial vegetal relativamente seca, continua los estrato de una serie de color rosado pálido. La siguiente capa hasta la profundidad de 30~50 m, menor a 50  $\Omega$ m una serie de color marrón amarillento, en la profundidades entre 50~ 80 m se obtiene alrededor de 100  $\Omega$ m capa de color verde a mayores de 100 m de profundidad se obtiene más de 500  $\Omega$ m colores rosado pálido incompatible con la roca madre. Entre las profundidades de 220-250, 320-380m, 440-460 m cercanas a la capa intermedia (serie de color verde) se nota un engrosamiento y la continuidad en dirección horizontal se nota que no se interrumpe, no se puede esperar encontrar agua en fisuras de roca en las fallas y otros.

El Pto.184 (Figura 5.2.11), muestra los resultados de la prospección geofísica bidimensional de la parte sur de las afueras de la ciudad de San Joaquín. Estructuralmente la resistividad es similar a lo descrito en el Pto.183 anterior, así como en la profundidad mayor a 80 m, la cifra es alta de 1000  $\Omega$ m. La continuidad horizontal es muy buena, no existe la posibilidad de fallas.

El Pto.188 (Figura 5.2.12), indica los resultados de la prospección geofísica bidimensional realizada al oeste en las afueras de la ciudad de Magdalena. Estructuralmente la resistividad en la superficie es alta y de allí hacia abajo está directamente con resistividad baja y alta en lo profundo. Parcialmente se nota cambios en el sentido vertical, en el sentido horizontal no se interrumpe la continuidad, no se puede esperar encontrar agua en fisuras de roca en las fallas y otros.

El Pto.189 (Figura 5.2.13), indica los resultados de la prospección geofísica bidimensional realizada en la comunidad de Orobayaya a unos 30 km al oeste de Magdalena. Estructuralmente la resistividad es similar a lo descrito en el punto anterior, así como en la profundidad mayor a 80 m la cifra es alta de 1000  $\Omega$ m. La continuidad horizontal es muy buena, no existe la posibilidad de fallas.

El Pto.190 (Figura 5.2.14), indica los resultados de la prospección geofísica bidimensional realizada en la comunidad de Bella Vista a unos 40 km al oeste de Magdalena. Estructuralmente, la resistividad es similar a lo descrito en el punto anterior, así como en la profundidad mayor a 80 m la cifra es alta de 1000  $\Omega$ m. La continuidad horizontal es muy buena, no existe la posibilidad de fallas.

Sección de la zona Reyes -San Borja-Trinidad-San Pablo del departamento de Beni (ver Figura 5.2.15 y 5.2.16)

Al suroeste del departamento de Beni, desde Reyes pasando por San Borja y cruzando la ciudad capital departamental de Trinidad hasta San Pablo frontera con el departamento de Santa Cruz en una longitud de 400 km, en sentido este-oeste se realizaron 50 líneas de medición. Estructuralmente, la resistividad característica es similar a la zona montañosa del suroeste de Beni, cercana a Reyes y Yucumo, donde todos los estratos tienen valores de resistividad alta, los demás valores están entre medias a muy baja. Además, las líneas son largas, los planos de sección se han dividido en la mitad que corresponde a San Ignacio de Moxos.

La Figura 5.2.15, muestra la estructura de resistividad desde Reyes hasta San Ignacio de Moxos, ubicada en las llanuras centrales del departamento de Beni.

Más o menos a 1m desde el suelo, generalmente muestra un valor de resistividad alta (1000  $\Omega$ m o más), corresponde a una formación tendiente de arena con limo seca.

El valor de la resistividad de la siguiente capa inferior, está en el rango de varias decenas a varias centenas de  $\Omega$ m, que supone formaciones de arena, grava y limo que continúa relativamente la humedad de la superficie. En ambos extremos de la sección son de unos 10m de profundidad, desde la parte central hasta la parte este tenemos una profundidad de más de 50 metros.

La tercera capa de resistividad, está en el rango de 2 ~ 500 $\Omega$ m, pero relativamente alta (50 $\Omega$  m) sólo existen en el punto hacia el oeste, que se supone la continuidad hasta mayor profundidad del subsuelo de la capa de grava. Desde la parte central hasta la parte oriental de la sección está por debajo de 20 $\Omega$ m, en la zona occidental tienen formaciones de capa de grava y arena, y en la zona oriental formaciones de arcilla por excelencia.

En esta sección, al oeste de Mukden, en el centro de Puerto Rico y la región oriental de Puerto Copacabana se han ejecutado el estudio de perforación de investigación, en ésta zona formada por la base semi-consolidada de arcilla, donde se confirmó una profundidad de 102m en Mukden, Puerto Rico a una profundidad de 22m y Puerto Copacabana a una profundidad de 48m, en el estudio de prospección eléctrica muestra una baja resistividad eléctrica, con lo que pone de manifiesto la profundidad de la tercera capa.

En esta sección, cerca del centro de San Borja a lado este de Galilea y en la parte oriental de Río Apere a las orillas izquierda se sitúa Puerto San Borja, donde se ejecutó 2 estudio de perforación exploratoria. De los resultados de la prueba de perforación en Galilea a una profundidad de 150 metros se ha verificado la existencia de una capa de grava y parcialmente capa de arcilla, de los resultados de

la prueba de bombeo se ha verificado un caudal mayor a 8 litros por minuto. Alrededor del Río Apere se muestra resistividad baja en la parte profunda del subsuelo, se ha desarrollado la capa de arcilla, o bien se considera la presencia de agua salada, pero en los resultados de la perforación de investigación de Puerto San Borja, en una profundidad mayor a los 120m, prevalece capas relativamente de arena, y en la prueba de bombeo se ha confirmado el resultado de 2 litros por minuto.

La Figura 5.2.16 indica la estructura geológica, situado en las llanuras centrales de Beni, desde la zona oriental de San Ignacio de Moxos hasta la frontera del departamento de Santa Cruz, se ubica la comunidad de San Pablo se extiende la estructura.

Los valores de resistividad de la capa superficial, indica mayores a 100  $\Omega$ m que están dispersos alrededor del punto, pero la profundidades inferiores a 1m de la superficie, la mayor parte son valores entre 1 ~ 50  $\Omega$ m. La ciudad de Trinidad como una excepción, los pozos de agua ubicados entre la ciudad de Trinidad y el río Mamoré, indica hasta una profundidad de 20m un valor de resistividad de 290  $\Omega$ m, valor relativamente alto según el análisis de interpretación.

Los valores de la segunda y tercera capa exceptuando alguna parte, las resistividades son menores a 10  $\Omega$ m, lo cual indica que se ha desarrollado capas de arcillas o existencia de agua salada. Desde la parte central del río Mamoré, hasta las cercanías del río San Andrés, la resistividad de la segunda capa está entre 30~55  $\Omega$ m con un espesor de estrato en el rango de 30 ~ 70m. En San Pablo frontera con Santa Cruz en la parte este de la sección, la tercera capa está con valores de resistividad alrededor de 50  $\Omega$ m, en estas zonas se tiene la expectativa de la existencia de capa de arena.

En esta sección, a unos 15km al oeste de la ciudad de Trinidad a la ribera derecha del río Mamoré se encuentra Puerto Varador y al este de Trinidad, a unos 80km está situada Santa Rosa, en estos 2 lugares se ha ejecutado el estudio de la perforación de investigación. Los resultados del estudio de perforación en Puerto Varador hasta la profundidad cerca de los 10m se ha encontrado capa de arcilla, mayor a los 10m es de capa de grava y arena principalmente, y parcialmente se encontraron capa de arcilla, de los resultados de la prueba de bombeo se ha confirmado el caudal mayor de 8 litros por minuto. Los resultados del estudio de perforación en Santa Rosa, hasta cerca de los 25 metros de profundidad se ha encontrado la formación de capa de arcilla, pero mayor a ésta, es de capa de grava principalmente, y parcialmente se encontraron capa de arcilla, de los resultados de la prueba de bombeo se ha confirmado el caudal mayor a los 8 litros por minuto.

#### Sección Transversal de la región Casarabe-El Carmen del departamento de Beni (ver Figura 5.2.17)

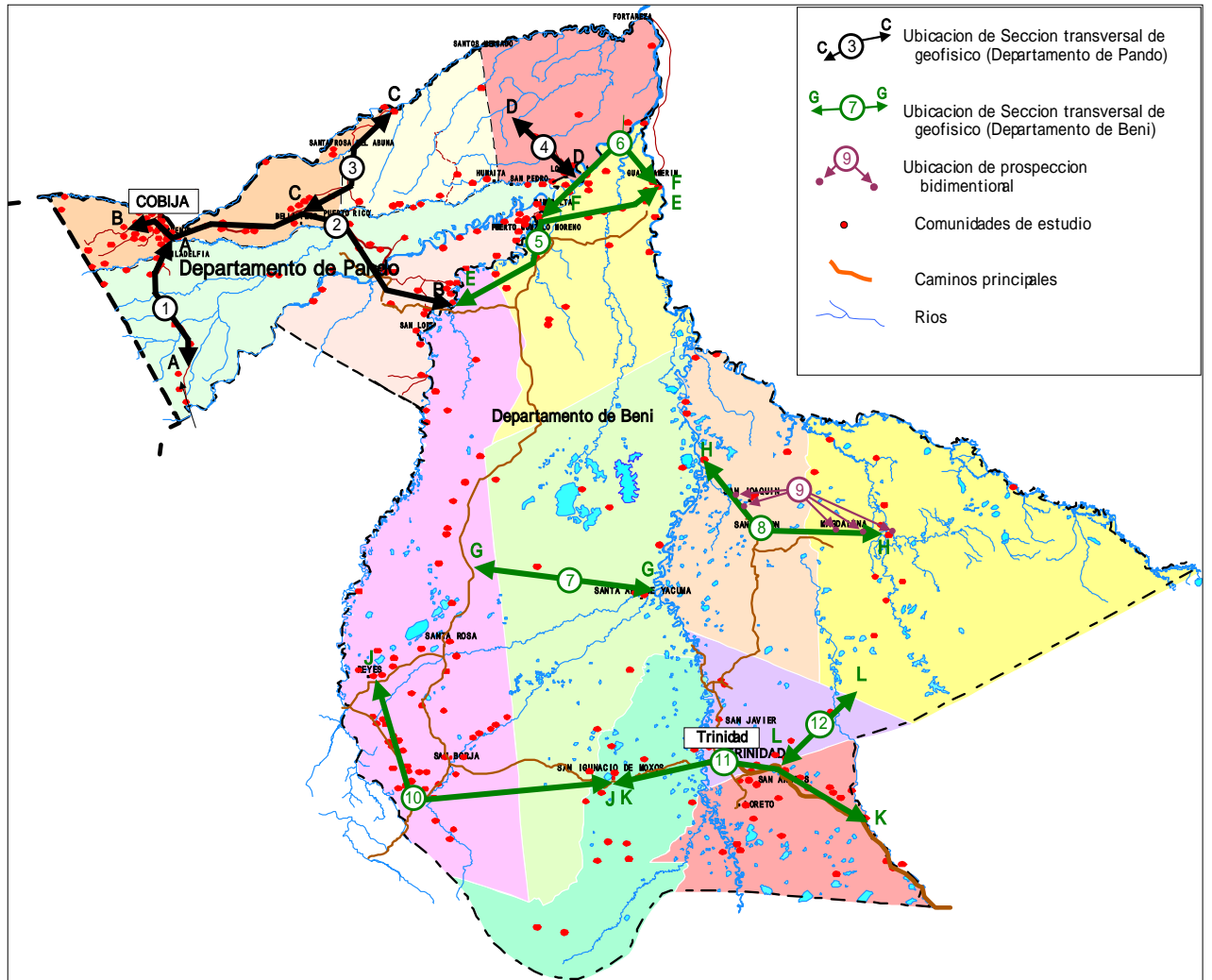
Desde Casarabe a unos 50km al este de la ciudad de Trinidad hasta el Carmen de la provincia Iténes, en dirección suroeste – noreste a unos 100 km de longitud aproximadamente se realizaron 10 líneas de prospección. Generalmente la resistividad al lado de Casarabe es baja, y al lado de El Carmen con una tendencia de valores más altos. Los pozos someros en los alrededores de Casarabe tienen una alta concentración de sal.



La capa superficial reporta valores de resistividad baja (unos pocos a varias decenas de  $\Omega\text{m}$ ), lo que indica una arcilla húmeda cerca de la superficie vegetal con capa de arena y grava que se cree que es excelente.

Los valores de resistividad en la segunda capa (intermedia), en la cercanía de la parte suroeste de Casarabe, indican valores por debajo de  $10 \Omega\text{m}$ , y lo mismo en la parte noreste aproximadamente menor a  $20 \Omega\text{m}$ , esto presupone el desarrollo de capa de arcilla o existencia de agua salada.

Los valores de resistividad en la tercera capa (profunda), en particular en Casarabe muestran valores bajos de  $5 \sim 15 \Omega\text{m}$ , se prevé un desarrollo de arcilla hasta el subsuelo muy profundos o bien la incursión de agua salada. Por otro lado, en la parte de El Carmen arrojan valores extremadamente altos entre  $1.500 \sim 6.000 \Omega\text{m}$ , se supone la existencia de estratos de arena y grava hasta niveles muy profundos. Además, esta área está cercana a la formación del Escudo Brasileiro, que puede afectar y tener influencia en la presencia de resistividad alta.



Nombre de area	Numero de SEV	Nombre de area	Numero de SEV
Departamento de Pando		Departamento de Beni	
① Luz de America-Porvenir	10	⑤ Pena Amarilla-Riberalta-Guayaramerin	12
② Mukden-Puerto Rico-Pena Amarilla	23	⑥ Riberalta-Cachuela Esperanza-Guayaramerin	20
③ Santa Elena-1de mayo- Rapirran	20	⑦ Santa Ana de Yacuma-Casa Blanca	20
④ Loma Alta-Victirã	10	⑧ Puerto Siles-Magdalena	10
		⑨ Puerto Siles-Magdalena (Prospeccion Electrica Bidimensional)	5
		⑩ Reyes-San borja-Trinidad-Casarabe-San Pablo	50
		⑪ Casarabe-El Carmen	10
<b>Total</b>	<b>63</b>		<b>127</b>

Figura 5.2.1 Mapa de ubicacion de estudio de geofisico

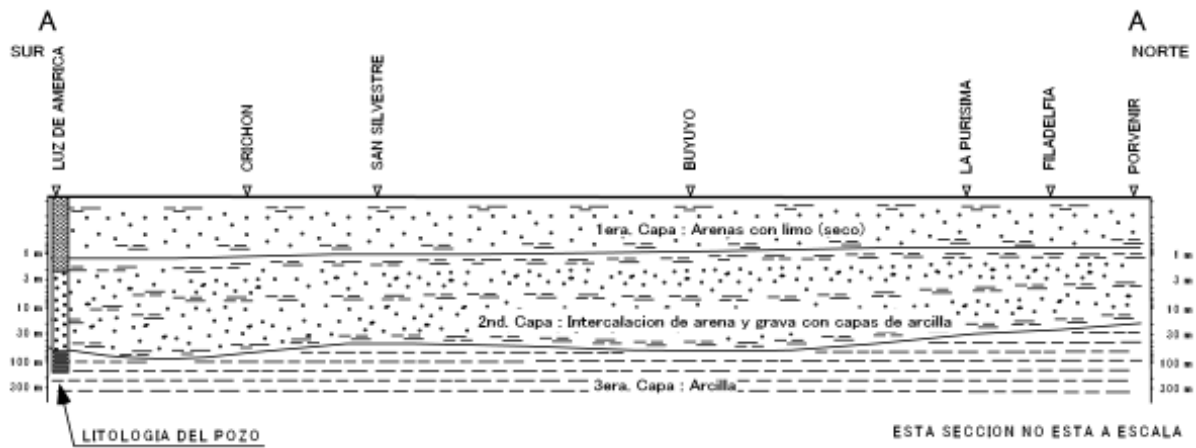


Figura 5.2.2 SECCION TRANSVERSAL DE ESTRUCTURA GEOLOGIA EN AREA "LUZ DE AMERICA - PORVENIR"

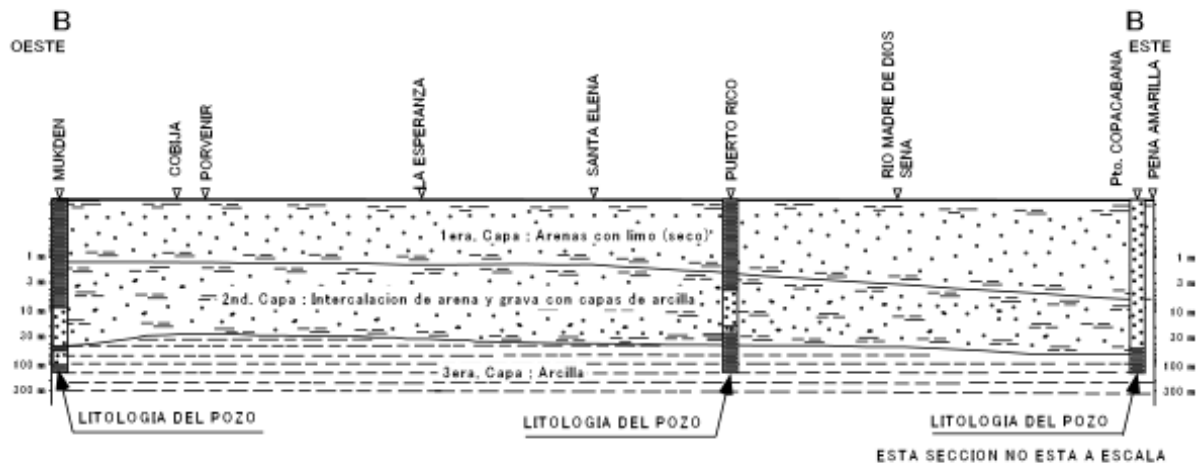


Figura 5.2.3 SECCION TRANSVERSAL DE ESTRUCTURA GEOLOGIA EN AREA "MUKDEN - PENA AMARILLA"

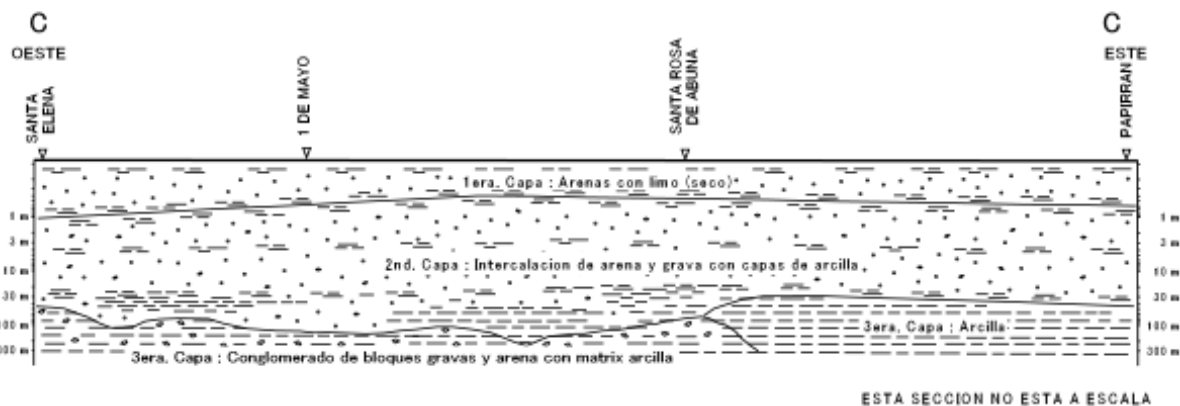


Figura 5.2.4 SECCION TRANSVERSAL DE ESTRUCTURA GEOLOGIA EN AREA "SANTA ELENA - RAPIRRAN"

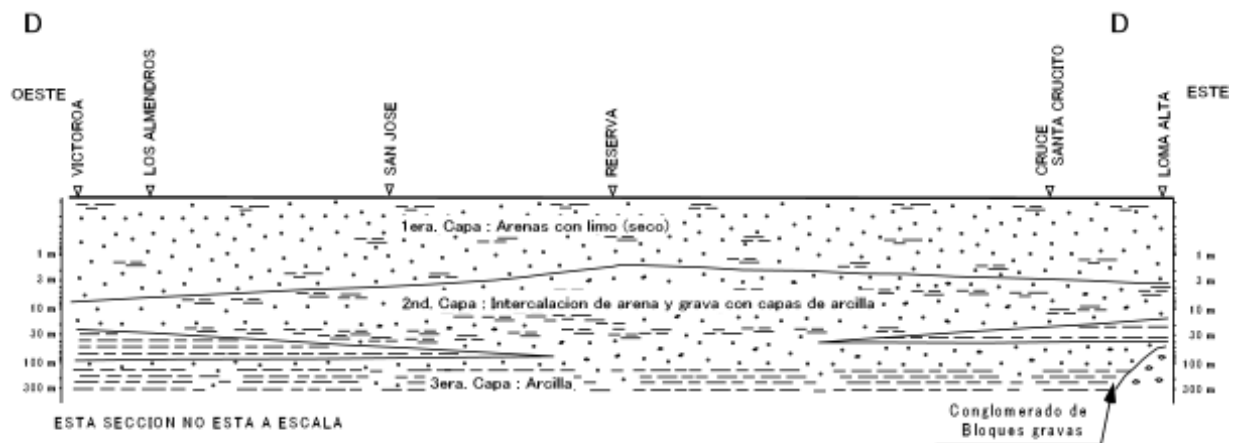


Figura 5.2.5 SECCION TRANSVERSAL DE ESTRUCTURA GEOLOGIA EN AREA "LOMA ALTA - VICTORIA"



Figura 5.2.6 SECCION TRANSVERSAL DE ESTRUCTURA GEOLOGIA EN AREA "PENA AMARILA - RIBERALTA - GUAYARAMERIN"

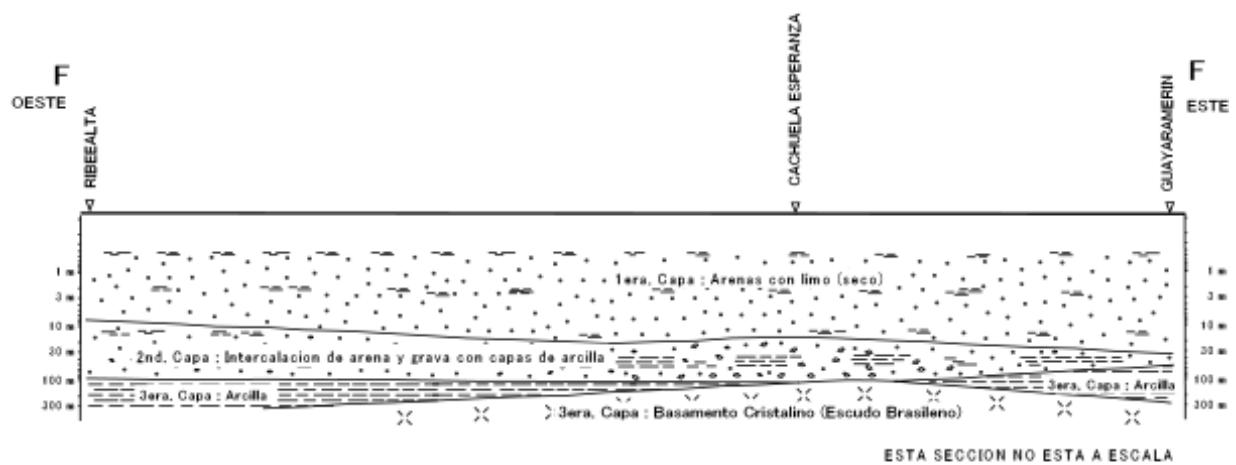


Figura 5.2.7 SECCION TRANSVERSAL DE ESTRUCTURA GEOLOGIA EN AREA "RIBERALTA - CACHUELA ESPERANZA - GUAYARAMERIN"

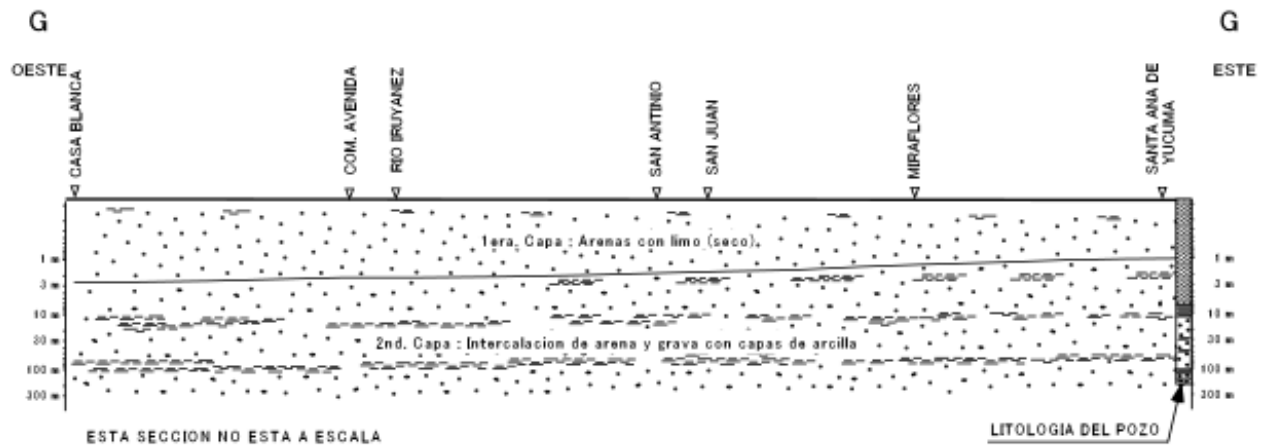


Figura 5.2.8 SECCION TRANSVERSAL DE ESTRUCTURA GEOLOGIA EN AREA "SANTA ANA DE YUCUMA - BLANCA"

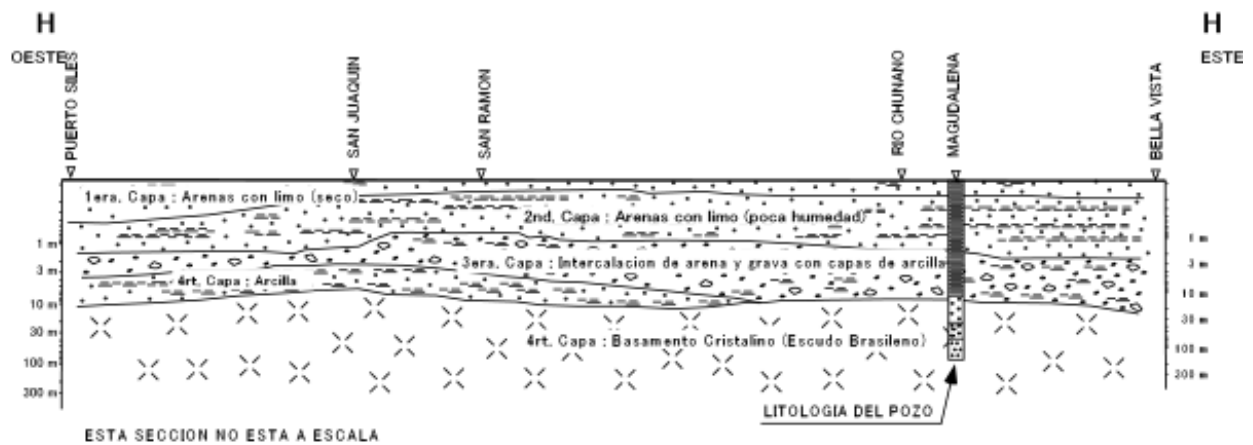


Figura 5.2.9 SECCION TRANSVERSAL DE ESTRUCTURA GEOLOGIA EN AREA "PUERTO SILES - SAN RAMON - MAGDALENA"

CORTE 2D SAN JOAQUIN (Pto. 183)

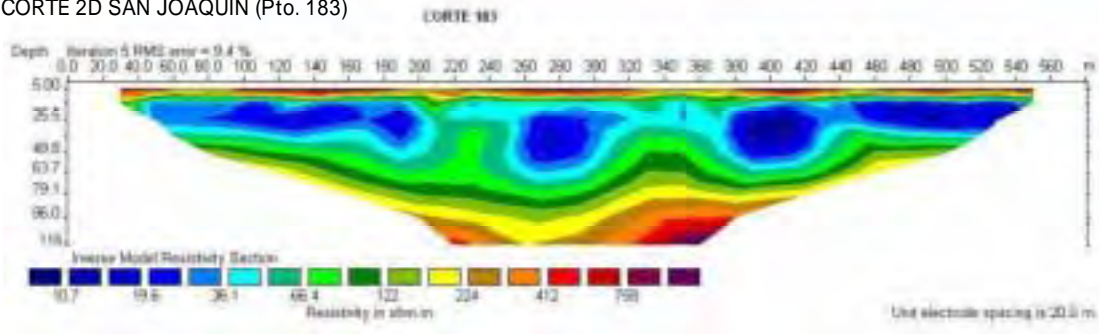


Figura 5.2.10 Prospeccon bidimensional en Puerto Siles-Magdalena de Beni (Pto. 183)

CORTE 2D SAN JOAQUIN SUR Pto 184

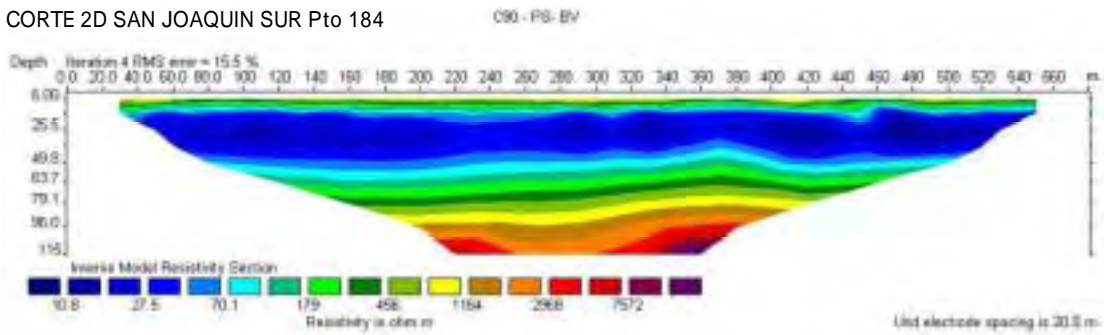


Figura 5.2.11 Prospeccon bidimensional en Puerto Siles-Magdalena en Beni (Pto. 184)

CORTE 2D MAGDALENA Pto 188

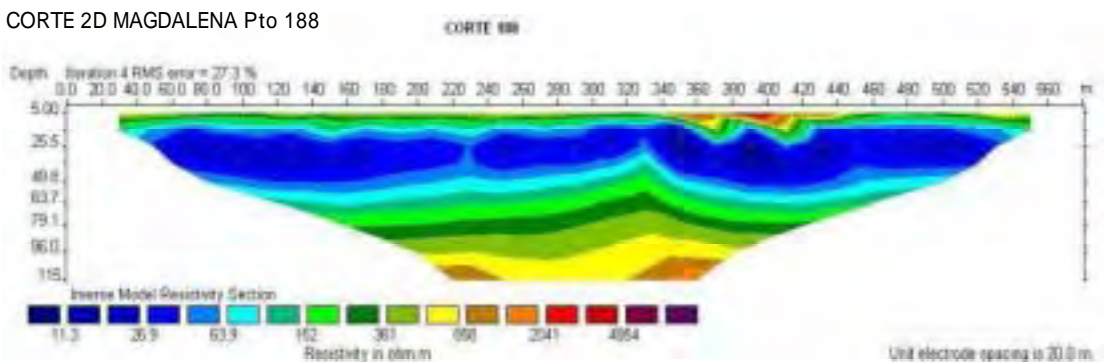


Figura 5.2.12 Prospeccon bidimensional en Puerto Siles-Magdalena en Beni (Pto. 188)

CORTE 2D MAGDALENA ESTE Pto 189-

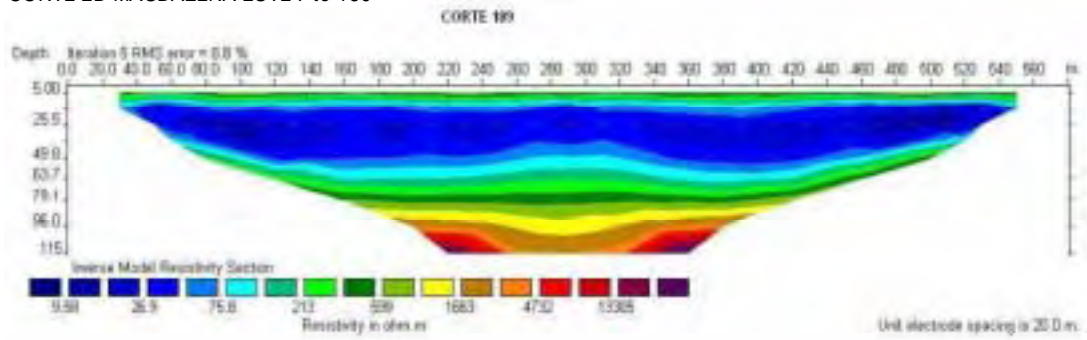


Figura 5.2.13 Prospeccion bidimensional en Puerto Siles-Magdalena de Beni (Pto. 189)

CORTE 2D BELLA VISTA (Pto.190)

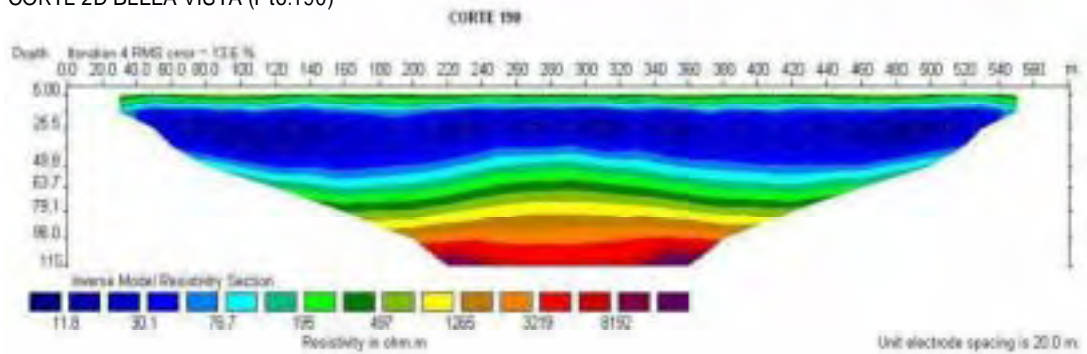


Figura 5.2.14 Prospeccion bidimensional en Puerto Siles-Magdalena de Beni (Pto. 190)

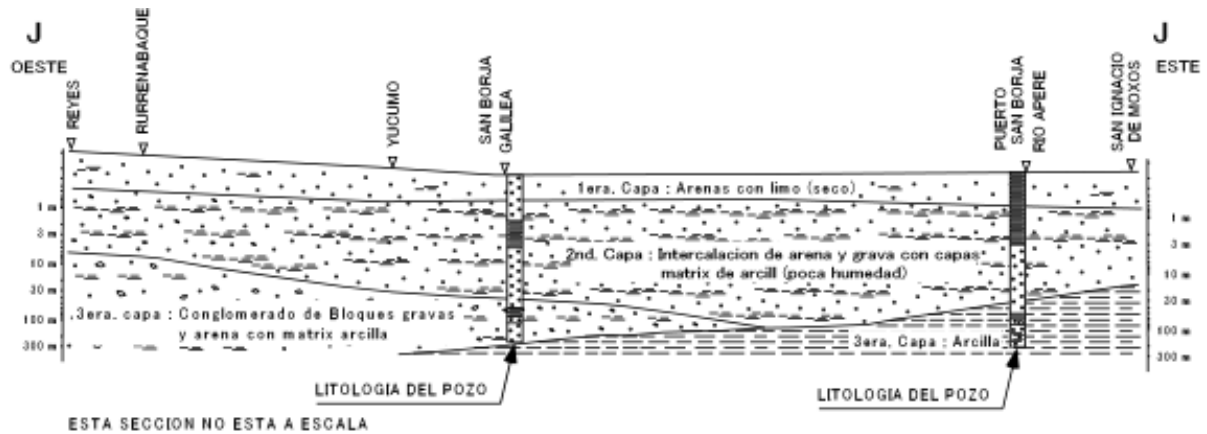


Figura 5.2.15 SECCION TRANSVERSAL DE ESTRUCTURA GEOLOGIA EN AREA "REYES - SAN BORJA - SAN IGNACIO"

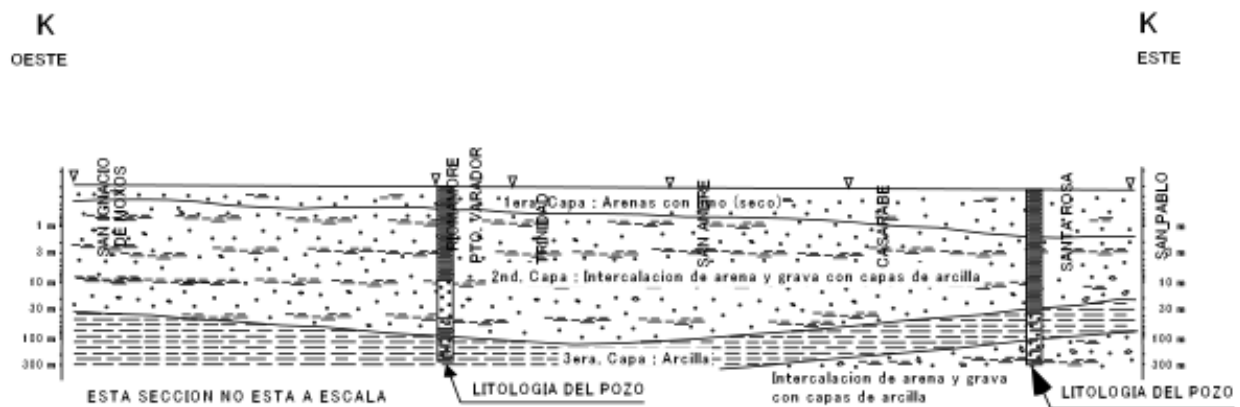


Figura 5.2.16 SECCION TRANSVERSAL DE ESTRUCTURA GEOLOGIA EN AREA "SAN IGNACIO - TRINIDAD - SAN PABLO"

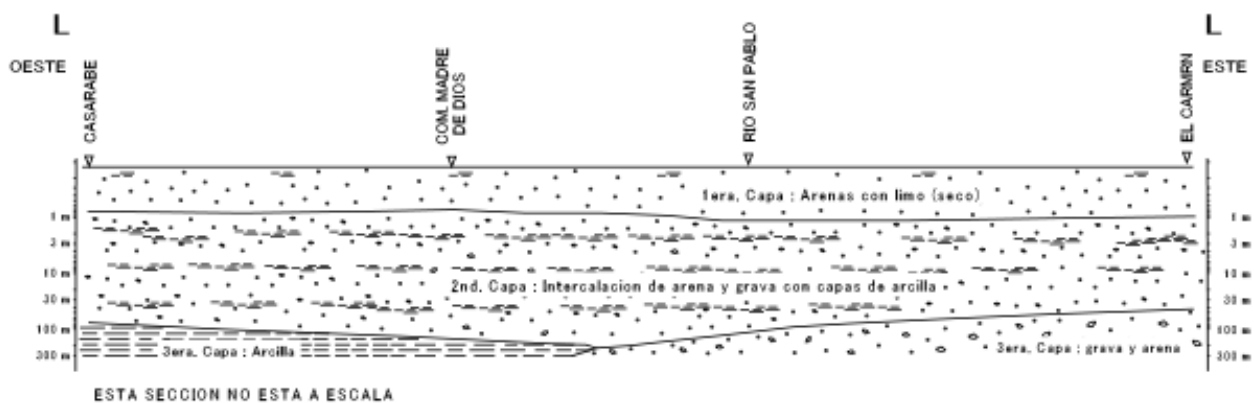


Figura 5.2.17 SECCION TRANSVERSAL DE ESTRUCTURA GEOLOGIA EN AREA "CASARABE - EL CARMEN"



## 5.2.2 Estudio de Investigación de Perforación de Pozo

### (1) Objetivo

Los objetivos del estudio de investigación de perforación de pozo son los siguientes:

Identificar la situación litológica y la estructura geológica del subsuelo del área de estudio.

Verificar los acuíferos del área de estudio.

Estimar el potencial de desarrollo de aguas subterráneas de acuerdo con los resultados de la pruebas de bombeo.

Además, considerando el uso del pozo como productivo, con posterioridad a la conclusión del estudio de perforación de investigación.

### (2) Criterio razón para la selección del sitio de la investigación de perforación de pozo.

La geología de las llanuras del departamento de Beni, están formadas por sedimentos extendidos ampliamente con alternancias de capas de arena y arcilla con una estructura de acuíferos laminados, extendidos desde la cordillera de los Andes. Por otro lado, el departamento de Pando en el panorama general está incluido en las llanuras del Beni, pero la moderada gama de colinas, formando los grandes y pequeños ríos y de los desbordes de los mismos, hacen que no precisamente la geología sea similar al departamento de Beni. Con referencia a la selección del sitio de la perforación de investigación, se ha considerado la identificación de las características hidrogeológicas de cada zona, además sitios representativos de todas las áreas de estudio y la selección de los sitios de la perforación de pozos de investigación.

### (3) Resultados Perforación de pozo de investigación y de las pruebas de bombeo

Para el estudio de perforación de pozos de investigación se ha contratado empresas locales, quienes han ejecutado la perforación de cuatro (4) pozos en el departamento de Pando en 4 comunidades y seis (6) pozos en Beni en 6 comunidades, haciendo un total diez (10) pozos en 10 comunidades. En la Figura 5.1.18 se muestran las comunidades donde se ejecutaron los pozos de investigación y los puntos; en la siguiente Cuadro se muestran las comunidades y coordenadas de los puntos donde se ejecutaron las perforaciones de investigación.

**Cuadro 5.2.3 Coordenadas de los Puntos de Perforaciones de Pozos de Investigación**

Departamento	Provincia	Comunidad	Profundidad (m)	Coordenadas UTM		Altitud (m)
				E (m)	N (m)	
Pando	Manuripi	Luz de América	150	542376	8660114	228
	Nicolás Suárez	Mukden	150	496858	8763470	290
	Manuripi	Puerto Rico	150	657314	8772350	165
	Madre de dios	Copacabana	150	753194	8722450	146

Beni	Yacuma	Santa Ana	200	237384	8479256	151
	Iténez	Magdalena	150	385916	8533732	147
	GRAL. José Ballivián	Galilea	150	749392	8353783	177
	Moxos	Puerto San Borja	200	198974	8341606	162
	Cercado	Puerto Varador	200	285091	8354288	160
	Marban	Santa Rosa	200	366359	8329553	170

A continuación se describen las características de cada comunidad de acuerdo al análisis de los resultados de la perforación de investigación

### 1) Comunidad de Luz de América del departamento de Pando

Es un punto representativo de la parte suroeste del departamento de Pando que fue seleccionada con el objetivo de identificar la estructura geológica e hidrogeológica de las colinas altas del departamento de Pando

La geología de la perforación de pozo de investigación muestra que la parte superior hasta la profundidad de 55m, está formada de estratos de arena fina a mediana, y por debajo de esta una capa inferior formada de arcilla con una alta viscosidad en capas semiconsolidadas.

Cuando el pozo la tala, explotación forestal y eléctrico de medición de los sensores eran malas. Para la ejecución de proyecto piloto estaba en un apuro a terminar así, sólo el natural mediciones de rayos gamma, y la carcasa para insertar la pantalla. Natural de rayos gamma tala resultados en el próximo 50 metros de profundidad a la baja, aumenta gradualmente y pozos en la capa superior de arena, la capa de arcilla en la parte inferior de la distribución y la integridad. Alrededor de 80 millones de profundidad, 92m, 94m y una parte se espera que disminuya desde el local hasta la capa de arena puede ser.

En este pozo, durante la ejecución del perfilaje eléctrico, el sensor del perfilador tuvo anomalía, por lo que no se pudo completar todos los parámetros de medición. Con la premura que se tenía para la terminación del pozo del proyecto piloto, con el dato de rayos gamma naturales solamente, se realizó el entubado del pozo (tubería ciega y filtros). En los resultados de los rayos gamma naturales, en forma general hasta cerca de la profundidad de 50m, coinciden con capas de arena con valores bajos. A mayor profundidad poco a poco aumentan el valor alto en forma continua, la cual indica un desarrollo de capas de arcillas. Alrededor de los 80m de profundidad, 92 m, 94 m, parcialmente se puede apreciar la disminución de los valores, por lo cual pueden existir capas de arenas en forma parcial.

La ubicación de los filtros se ha realizado, tomando en consideración que a mayor profundidad de los 40 m se ha detectado concentración de hierro, motivo por el cual los filtros se han instalado en los tramos entre 17~39m (longitud total de 22m), seguidamente se procedió al desarrollo del pozo.

Posteriormente a la prueba de bombeo, cuyos resultados verifiqué la posibilidad de bombear un caudal constante de hasta 150 litros por minutos. Además, con los datos de la prueba de bombeo se ha obtenido el coeficiente de permeabilidad de 0,314m/día.

## **2) Comunidad de Mukden del departamento de Pando (ver Figura 5.2.20)**

Esta comunidad se encuentra ubicada en un punto representativo de la parte oeste del departamento de Pando, que fue seleccionada con el objetivo de identificar la estructura geológica e hidrogeológica de las colinas altas del departamento de Pando.

La geología observada en el pozo de investigación, muestra que en la parte superior hasta la profundidad de 79m, se encuentra formada por estratos de arcilla con contenido de arena fina a media, y en la capa inferior por debajo de ésta conformada de arcilla con una alta viscosidad en capa semiconsolidada.

Con los resultados del perfilaje eléctrico hasta los 79 metros de profundidad, la curva de resistividad tiene una variación rica sobrepasando en partes los 200  $\Omega$ m, y los valores de resistividad a mayor de los 79m, tienen valores menores a los 10  $\Omega$ m evidenciando los resultados de la perforación.

Los filtros fueron instalados entre los 54~72m (longitud total de 18m). Luego se procedió a la prueba de desarrollo y limpieza, que se ejecutó 5 días en total, 3 días más que los otros pozos, sin embargo no se pudo verificar un caudal adecuado. Aún ejecutando más tiempo de limpieza o desarrollo del pozo no había posibilidad de mejorar por lo que no se ejecutó la prueba de bombeo.

## **3) Comunidad Puerto Rico del departamento de Pando (ver Figura 5.2.21)**

Es un punto representativo de la parte central del departamento de Pando que fue seleccionado con el objetivo de identificar la estructura geológica e hidrogeológica de las colinas medias del departamento de Pando.

La geología de la perforación de pozo de investigación, en el límite superior a la profundidad de 24m, está formada de estratos de arena y grava, y en la capa inferior a ésta formada de arcilla con una alta viscosidad en capas semiconsolidadas.

Con los resultados del perfilaje eléctrico a los 20m, la curva de resistividad baja de picada, y los valores de resistividad tienen variación de 10 $\Omega$ m o más a una profundidad mayores de los 24m. Entre los 20 y 24m de profundidad se observa una rica variación en el perfilaje eléctrico (potencial espontáneo, rayos gamma y resistividad eléctrica), a parte de esto no tienen variaciones significativas.

Para verificar los acuíferos a mayor profundidad, los filtros fueron instalados en dos lugares entre los 128~134m y 138~146m (longitud total 14 m) donde la curva de resistividad se eleva y la curva de rayos gamma baja. Sin embargo, luego de los resultados del desarrollo y limpieza del pozo, por falta de caudal de bombeo, no se ejecutó la prueba de bombeo.

#### **4) Comunidad Puerto Copacabana del departamento de Pando (ver Figura 5.2.22).**

Es un punto representativo de la parte casi central del departamento de Pando que fue seleccionada con el objetivo de identificar la estructura geológica e hidrogeológica de las colinas centrales del departamento de Pando.

La geología de la perforación del pozo de investigación, muestra que en la parte superior a la profundidad de 47m, está formada de estratos de arena fina a mediana, y en la capa inferior a ésta formada por arcilla con una alta viscosidad en capas de arcilla semiconsolidadas.

Con los resultados del perfilaje eléctrico, la curva de resistividad en la profundidad entre 20~24m, baja repentinamente, en la profundidad de los 25 m y la curva de resistividad tiene una variación rica sobrepasando de 10  $\Omega$ m, y particularmente en los valores de resistividad en la curva de resistividad no se observan variación alguna. La curva de resistividad eléctrica, potencial espontáneo y rayos gamma, tiene un cambio de arena a arcilla en la profundidad de los 40m a los 47m. Además, a los 105~113m de profundidad la resistividad sube ligeramente, y coinciden con la curva de rayos gamma baja, se supone la presencia parcial de arena.

Los filtros fueron instalados entre los 22~40m (longitud total 18m), luego se realizó el desarrollo y limpieza del pozo. Posteriormente con los resultados de la prueba de bombeo, se comprobó un caudal de 300 litros por minuto. Además, con los datos de la prueba de bombeo se ha obtenido el coeficiente de permeabilidad de 0,490m/día.

#### **5) Comunidad Santa Ana en el departamento de Beni (ver Figura 5.2.23)**

Es un punto representativo de la parte central del departamento de Beni que fue seleccionada con el objetivo de identificar la estructura geológica de la llanura central baja del departamento de Beni en la ladera oeste del río Mamoré.

La geología de la perforación del pozo de investigación, muestra que hasta la profundidad de 160m, está formada de alternancia de estratos de arena y arcilla, pero entre los 148~160m de profundidad está formada de arena media con mezcla de grava cuarzo de color gris-blanco, diferente con la capa de arena sedimentada en la parte superior de color marrón. Mayor a los 160m de profundidad se pueden observar fragmentos de rocas metamórficas, en partes con formaciones de capas de arcilla, presentando variadas formaciones de rocas, observándose, que no es una roca madre homogénea, considerándose como una concentración de bloques de roca con integración de gravas.

En los resultados del perfilaje eléctrico hasta los 100m, en estas profundidades tuvieron grandes variaciones (más de 20 ~ 300 $\Omega$ m), entre los 100 ~ 160m se tiene un rango entre 20~45 $\Omega$ m con pequeñas variaciones repetitivas, a mayor de los 160m de profundidad aumenta gradualmente. La curva de resistividad eléctrica, potencial espontáneo y rayos gamma, en general tiene grandes variaciones, especialmente el potencial espontáneo en la profundidad de los 130~155m la diferencia es grande. A mayor de los 160m donde se encuentra la roca fragmentada no existen variaciones significativas.

Los filtros fueron instalados en dos lugares entre los 136~144m y 148~160m (longitud total 20m), luego se realizó el desarrollo y limpieza del pozo. Posteriormente con los resultados de la prueba de

bombeo, se comprobó un caudal mayor a los 480 litros por minuto. Además, con los datos de la prueba de bombeo se ha obtenido el coeficiente de permeabilidad de 0,205m/día.

#### **6) Comunidad de Magdalena en el departamento de Beni (ver Figura 5.2.24)**

Es un punto representativo de la parte oriental del departamento de Beni que fue seleccionada con el objetivo de identificar la estructura geológica e hidrogeológica de la región oriental de se ubicada en las cercanías del Escudo Brasileiro.

La geología de la perforación del pozo de investigación hasta los 65m de profundidad, formada por alternancia de capas de arena, grava y arcilla, pero a partir de los 65m de profundidad aparece roca dura, la cual continúa hasta la formación de la roca madre. Por lo que está ubicada en la distribución del sistema del Escudo Brasileiro, se supone que están formadas por rocas metamórficas del precámbrico.

En los resultados del perfilaje eléctrico hasta los 65m, en estas profundidades tienen grandes variaciones, a mayor profundidad aumenta gradualmente. La curva de resistividad eléctrica, potencial espontáneo y rayos gamma, hasta los 65m tiene relativamente grandes variaciones, el resto con variaciones muy pequeñas.

Los filtros fueron instalados entre los 10~12m y 18~28m (longitud total 12m), luego se realizó el desarrollo y limpieza del pozo. Posteriormente con los resultados de la prueba de bombeo, se comprobó un caudal posible de bombeo de 102 litros por minuto. Además, con los datos de la prueba de bombeo se ha obtenido el coeficiente de permeabilidad de 0,125m/día.

#### **7) Comunidad Galilea del departamento de Beni (ver Figura 5.2.25)**

Es un punto representativo de la parte occidental del departamento de Beni que fue seleccionada con el objetivo de identificar la estructura geológica e hidrogeológica de la llanura del Beni.

La geología de la perforación de pozo de investigación, está formada por una alternancia de estratos de arena y arcilla, especialmente a mayor de los 84m de profundidad con presencia continua de capas de arena.

En los resultados del perfilaje eléctrico con ricas variaciones en el registro entre 4~30m, 35~39m, 47~50m, 61~72m, 77~79m, 88~94m, 98~100m, 119~125m, 134~140m, la curva de resistividad eléctrica alta, y rayos gamma baja evidenciándolo, mostrando en este tramo la presencia de capas de arena por excelencia.

Los filtros fueron instalados entre los 74~79 m, 88~93 m, 98~101 m, 118~125 m, 135~141 m seis tramos (longitud total 26 m), se realizó el desarrollo del pozo, y después se realizo la respectivas pruebas de bombeo, obteniéndose resultados abriendo la válvula al máximo rendimiento mayores a 480 litros por minuto (8 litros/segundo) por límite de capacidad de la bomba, no se pudo comprobar mayor caudal de rendimiento. De acuerdo a la prueba de recuperación, se obtuvo el coeficiente de permeabilidad de 1,845 m/día.

### **8) Comunidad Puerto San Borja del departamento de Beni** (ver Figura 5.2.26)

Es un punto representativo de la ladera occidental del río Mamoré del departamento de Beni que fue seleccionada con el objetivo de identificar la estructura geológica e hidrogeológica de la llanura del Beni.

La geología de la perforación del pozo de investigación, muestra que está formada de alternancia de estratos de arena y arcilla desde la superficie hasta el fondo de 200m de profundidad.

En los resultados del perfilaje eléctrico entre los 18~20 m, 41~45 m, 85~87 m, 119 m~123 m, 138 m~137 m, 153~157 m, 161 m~160 m, 162 m~164 m, 174 m~176 m, 183 m~181 m, 184 m~190 m con resistividades que se elevan y bajo valores de rayos gamma, indicando la presencia de capas de arena por excelencia, no como en Galilea con alta resistividad significativa, sino que tiene variaciones más menos de  $5\Omega$  m con valores relativamente bajos, si comparamos valores  $10\Omega$  m sólo muestra pequeñas variaciones, el espesor de la capa de arena es delgada.

Los filtros fueron instalados en cuatro lugares entre los 156 m~160 m, 162 m~168 m, 178 m~174 m y 182 m~188 m cuatro tramos (longitud total 20 m), se realizó el desarrollo del pozo, y después con los resultados de las pruebas de bombeo se confirma los resultados de producción mediante bombeo de 120 litros por minuto (2 litros/segundo). De acuerdo a la prueba de recuperación, se obtuvo el coeficiente de permeabilidad de 0,031m/día.

### **9) Comunidad Puerto Varador del Departamento de Beni** (ver Figura 5.2.27)

Es un punto representativo de la ladera oriental del río Mamoré del departamento de Beni que fue seleccionada con el objetivo de identificar la estructura geológica e hidrogeológica de la llanura del Beni.

La geología de la perforación del pozo de investigación, desde la superficie hasta los 200m de profundidad está formada de alternancia de estratos de arena y arcilla.

De acuerdo a los resultados del perfilaje eléctrico, entre los 4~30 m, 35~39 m, 47~50 m, 61 ~72 m, 77~79 m, 88~94 m, 98~100 m, 119~125, 134~140 con la curva de resistividad se elevan y bajos valores de rayos gamma, indicando la presencia de capas de arena por excelencia.

Los filtros fueron instalados en cuatro niveles entre los 10 ~14 m, 100~104 m, 150~154 m y 170~174 m (longitud total 16 m), se realizó el desarrollo del pozo, y después se los resultados de las pruebas de bombeo abriendo la válvula al máximo rendimiento reportaron un caudal de producción mayor de 480 litros por minuto (8 litros/segundo). De acuerdo a la prueba de recuperación, se obtuvo el coeficiente de permeabilidad de 0,537m/día.

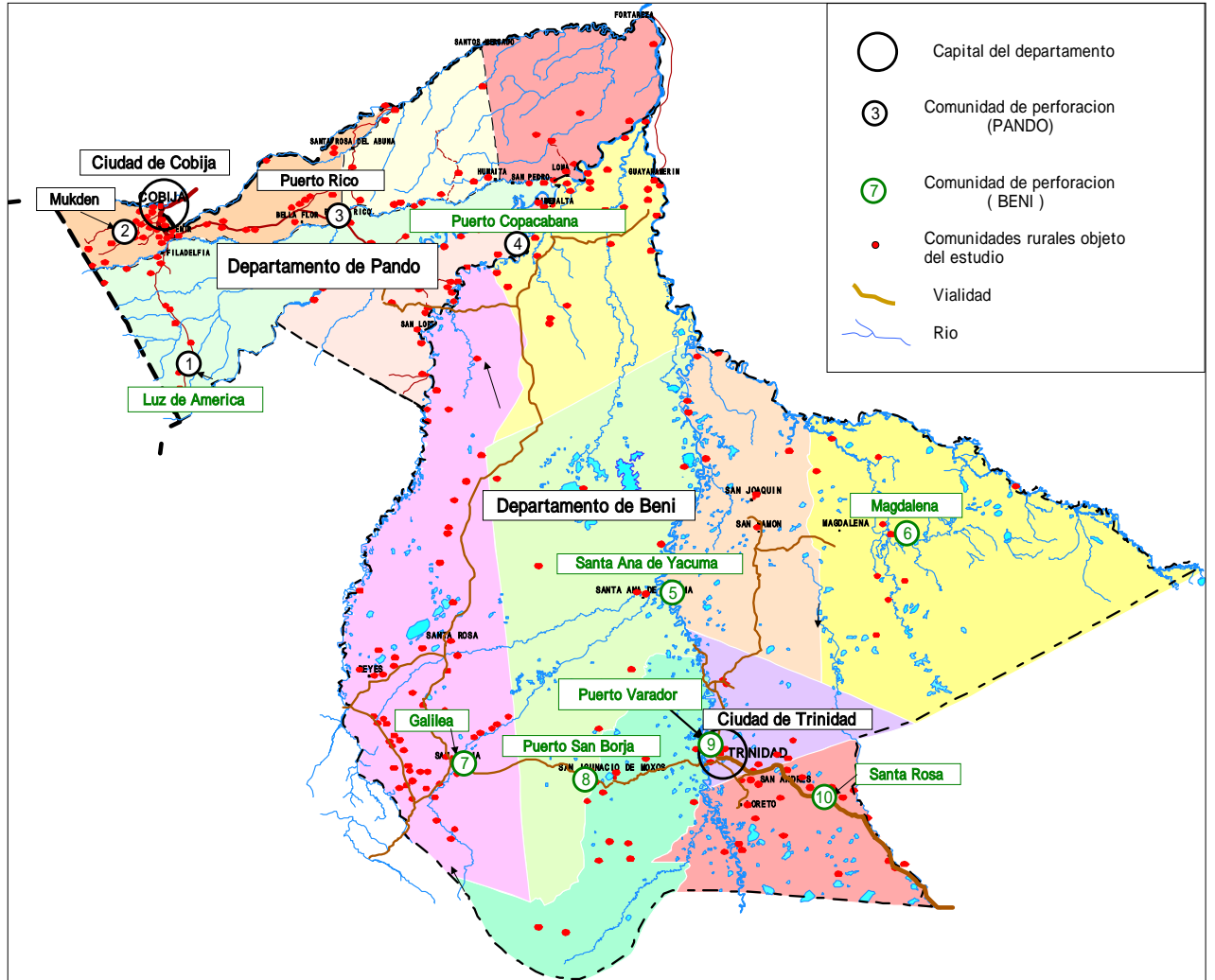
### **10) Comunidad Santa Rosa del departamento de Beni** (ver Figura 5.2.28)

Es un punto representativo de la región oriental del departamento de Beni que fue seleccionada con el objetivo de identificar la estructura geológica e hidrogeológica de la llanura del Beni.

La geología de la perforación de pozo de investigación, hasta los 200m desde la superficie está formada de alternancia de estratos de arena y arcilla.

De acuerdo a los resultados del perfilaje eléctrico entre los 20~33 m, 40~ 43 m, 59~68 m, 71~75m, 84~91 m, 98~94 m, 100~127m, 131m~134m, 135~139 m, 143~156 m, 167~158 m, 172~175 m y 195~192 m, on la curva de resistividad se elevan y bajos valores de rayos gamma, indicando la presencia de capas de arena por excelencia.

Los filtros fueron instalados en cuatro lugares entre los 121~12 5m, 156~166 m, 176~170 m, 193~195 m, en cuatro tramos con una longitud total de 22m), se realizó el desarrollo del pozo, y después se ejecuto la prueba de bombeo cuyos resultados con la válvula al máximo rendimiento reportaron un caudal mayor de 480 litros por minito (8 litros/segundo). De acuerdo a la prueba de recuperación, se obtuvo el coeficiente de permeabilidad de 0,173m/día.



Nombre de comunidad (PANDO )	Nombre de comunidad (BENI )
Departamento de Pando	Departamento de Beni
① Luz de America	⑤ Santa Ana de Yacuma
② Mukden	⑥ Magdalena
③ Puerto Rico	⑦ Galilea
④ Puerto Copacabana	⑧ Puerto San Borja
	⑨ Puerto Varador
	⑩ Santa Rosa

Figura 5.2.18 Plano de Ubicación de Perforaciones de Investigación

Cuadro 5.2.4 Resultado de Perforaciones de Investigación

Dep.	Comunidades objeto de sondeo	Profundidad de pozo (m)	Nivel de agua estático (m)	Nivel de agua dinámico (m)	Óptimo caudal bombeado (lts/min)	Coefficiente de permeabilidad (m/día)	Observaciones
Pando	Luz de America	150	10.28	23.75	150	0.26	
	Mukden	150	-	-	-	-	Pozo seco
	Puerto Rico	150	-	-	-	-	Pozo seco
	Puerto Copacabana	150	5.50	16.90	300	0.49	
Beni	Santa Ana	200	5.40	32.50	480	0.21	
	Magdalena	150	3.50	21.10	102	0.13	
	Galilea	150	3.70	8.46	480	1.10	
	Puerto San Borja	200	4.50	51.15	120	0.03	
	Puerto Varador	200	7.35	23.83	480	0.54	
	Santa Rosa	200	9.10	43.05	420	0.17	



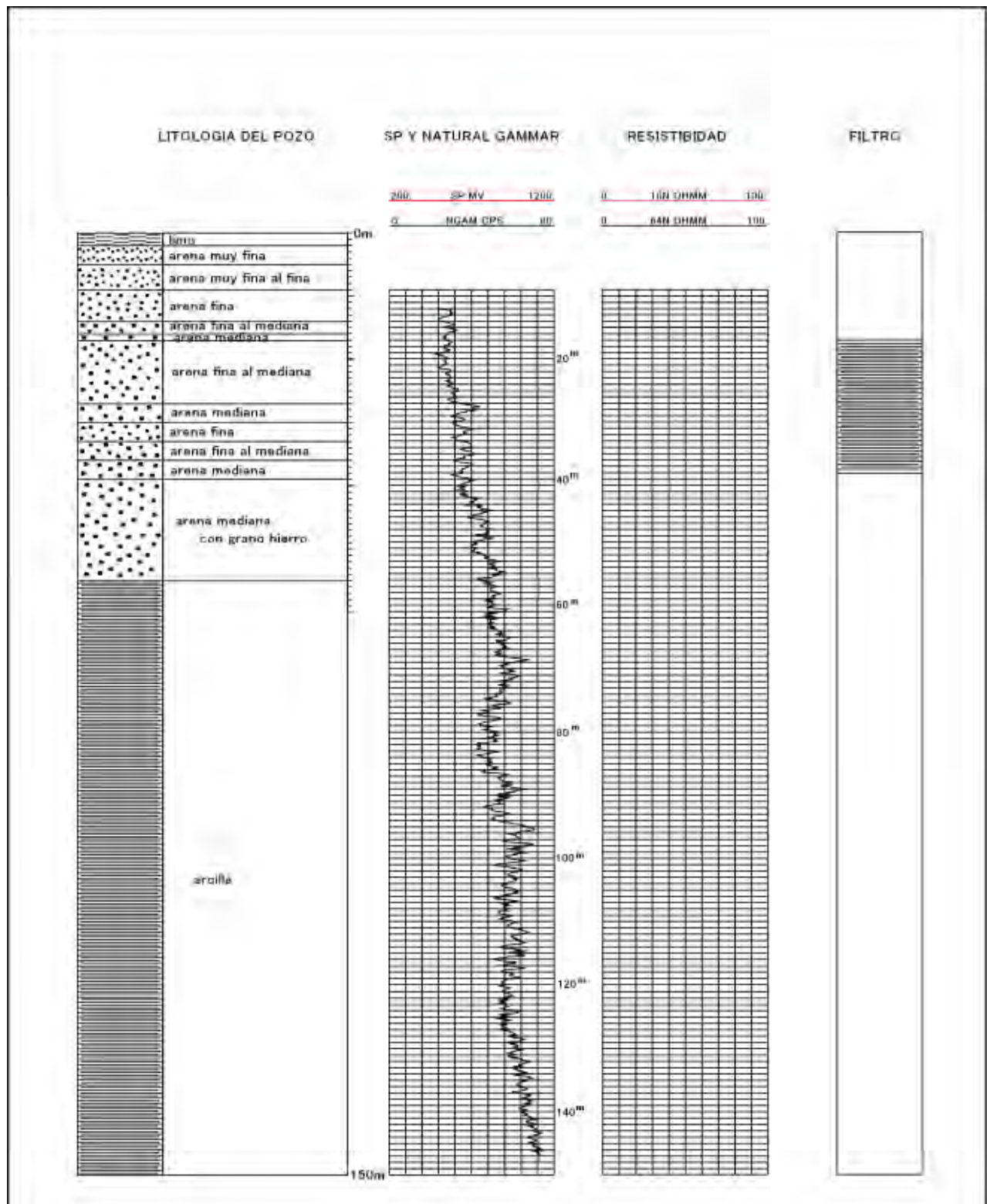


Figura 5.2.19 Resultado de Perforación de Investigación en "Luz de America"

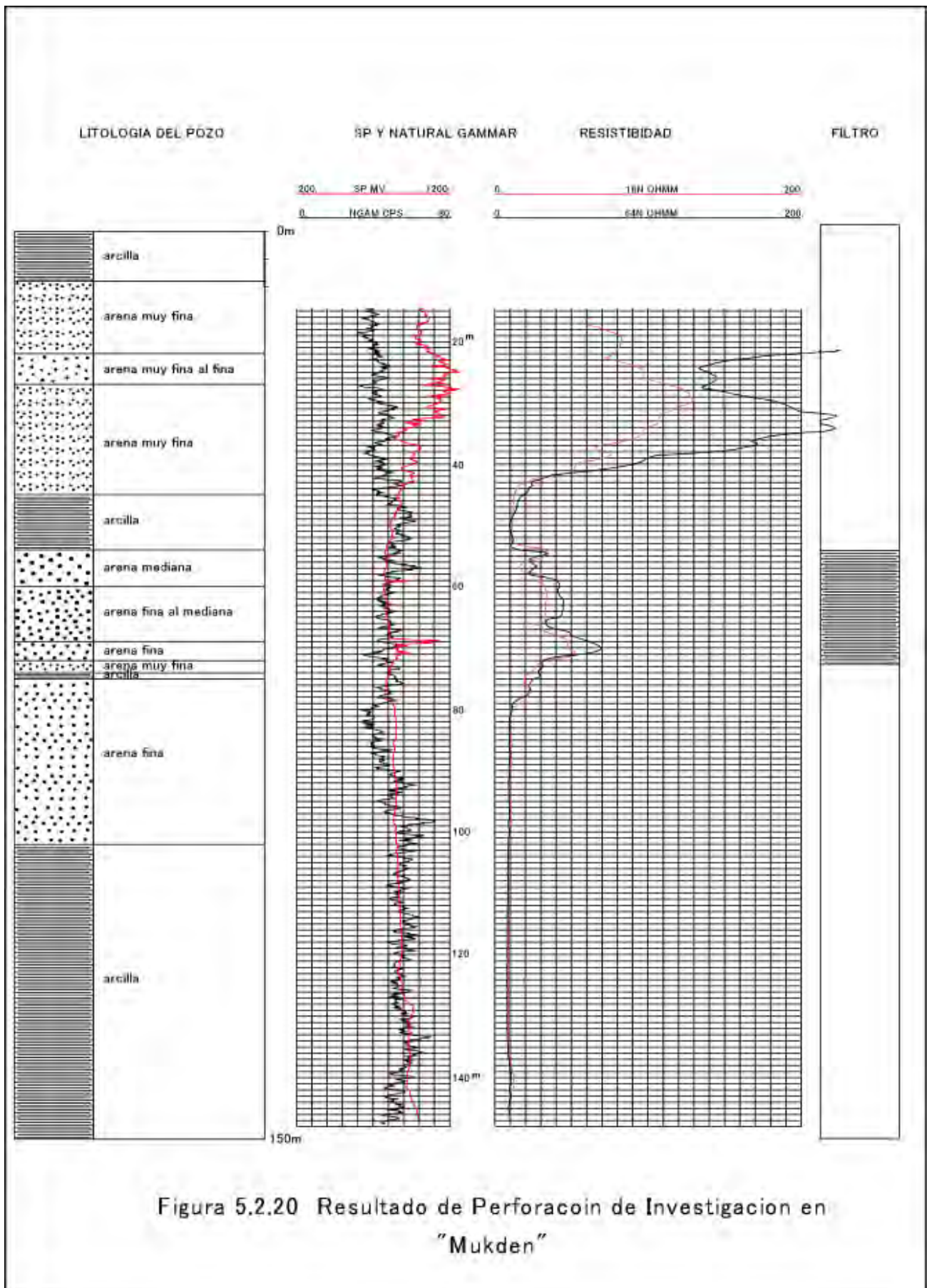


Figura 5.2.20 Resultado de Perforación de Investigación en "Mukden"

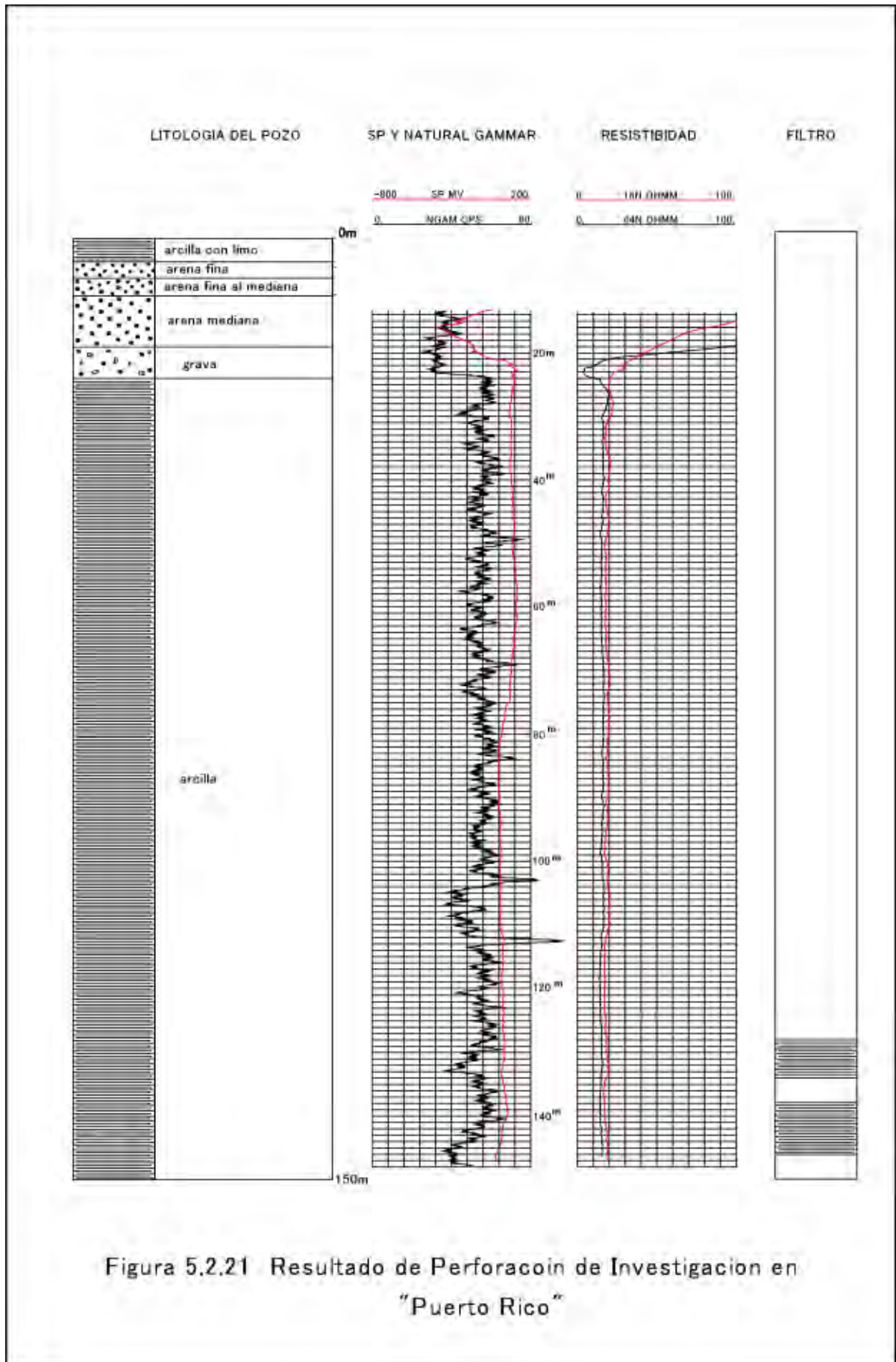


Figura 5.2.21 Resultado de Perforación de Investigación en "Puerto Rico"



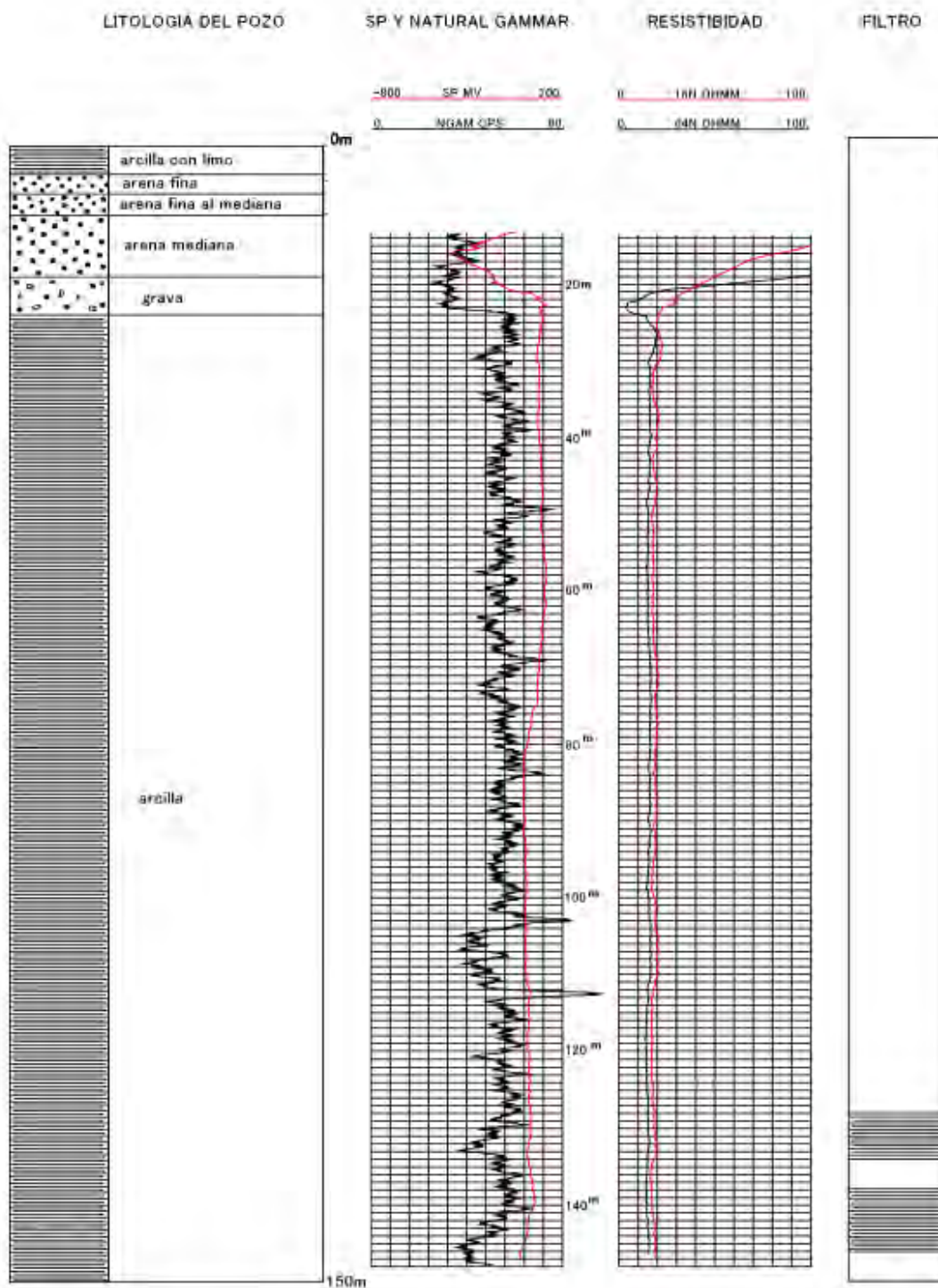


Figura 5.2.22 Resultado de Perforación de Investigación en "Puerto Copacabana"

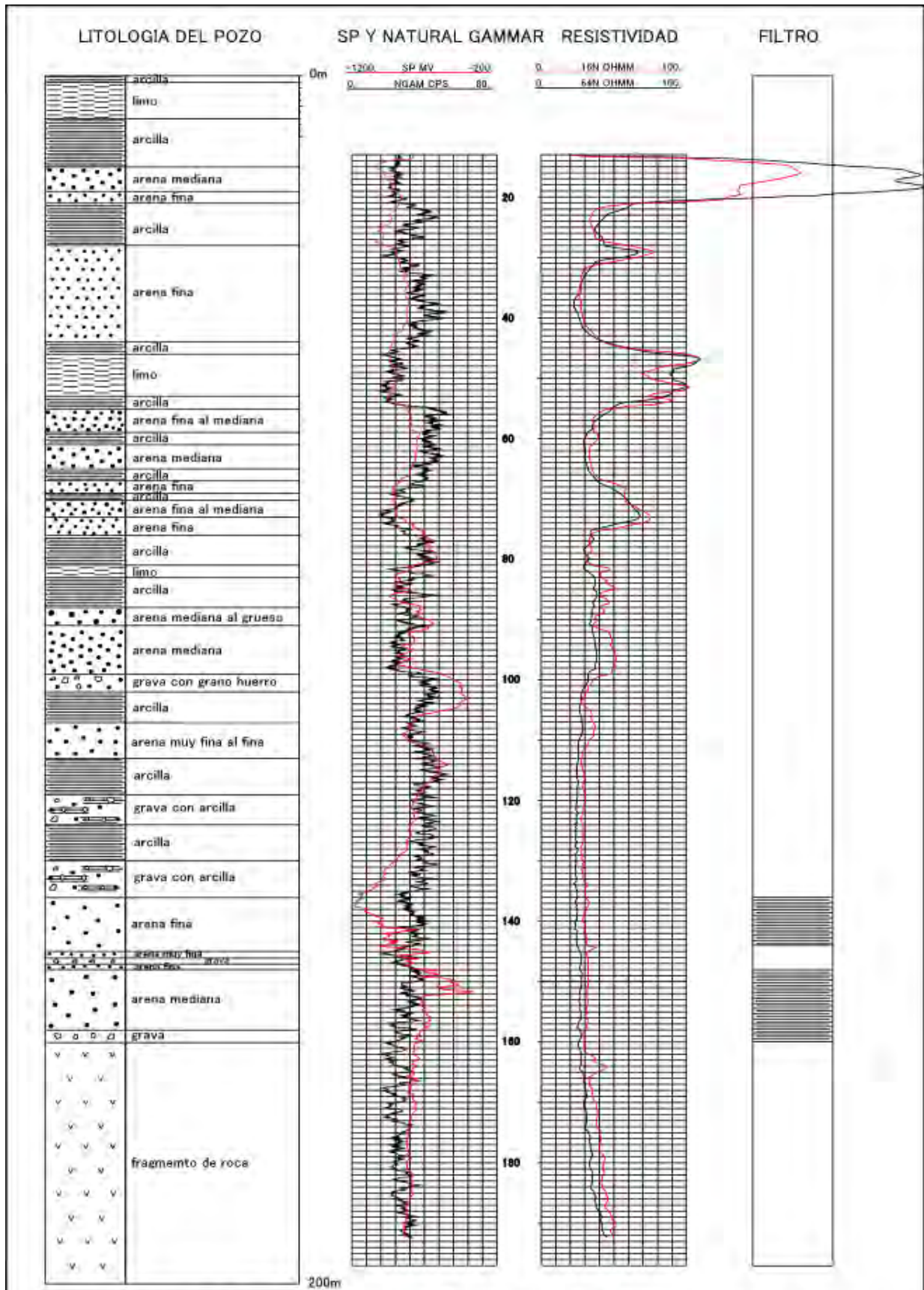


Figura 5.2.23 Resultado de Perforación de Investigación en "Santa Ana de Yucuma"



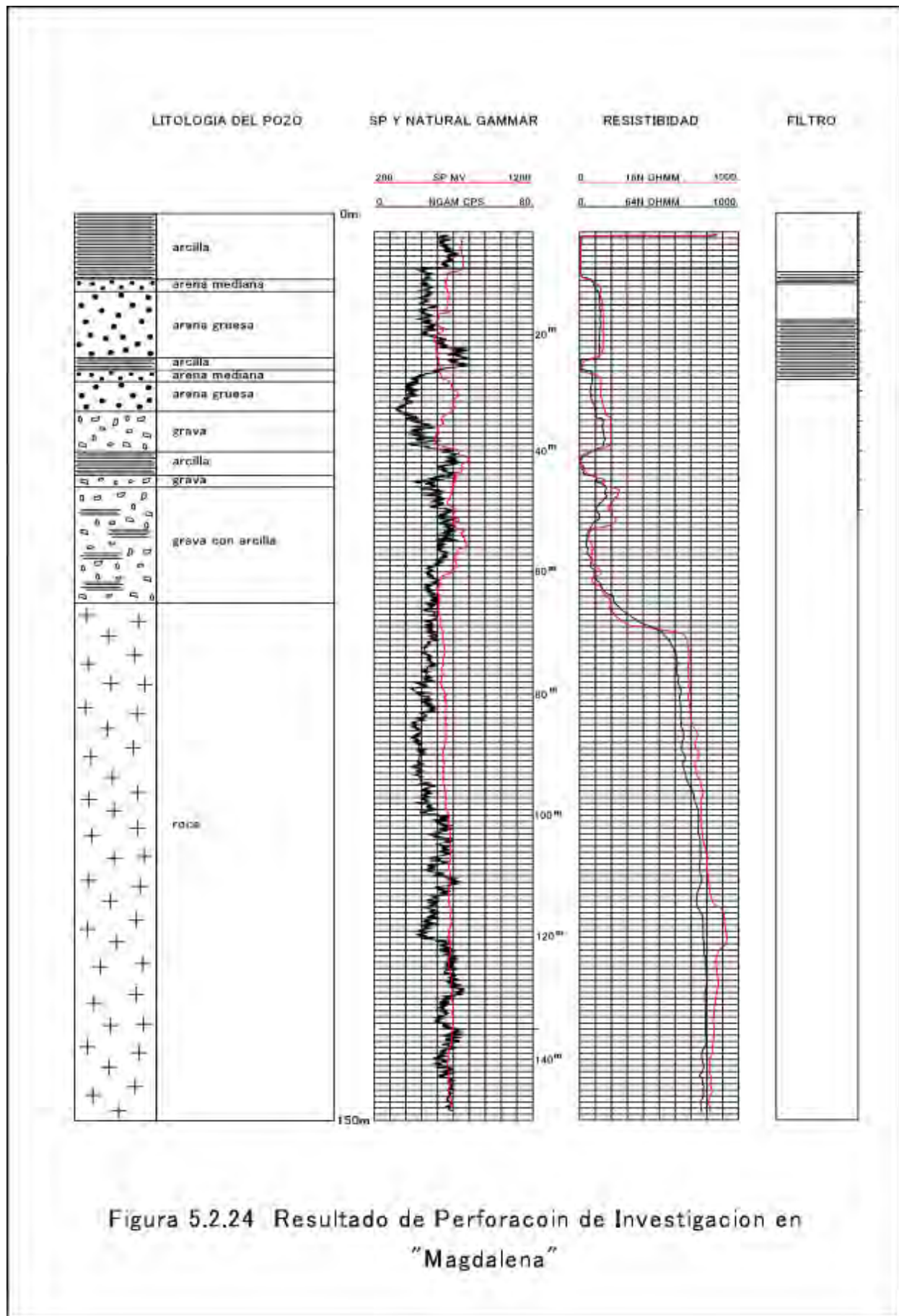


Figura 5.2.24 Resultado de Perforación de Investigación en "Magdalena"

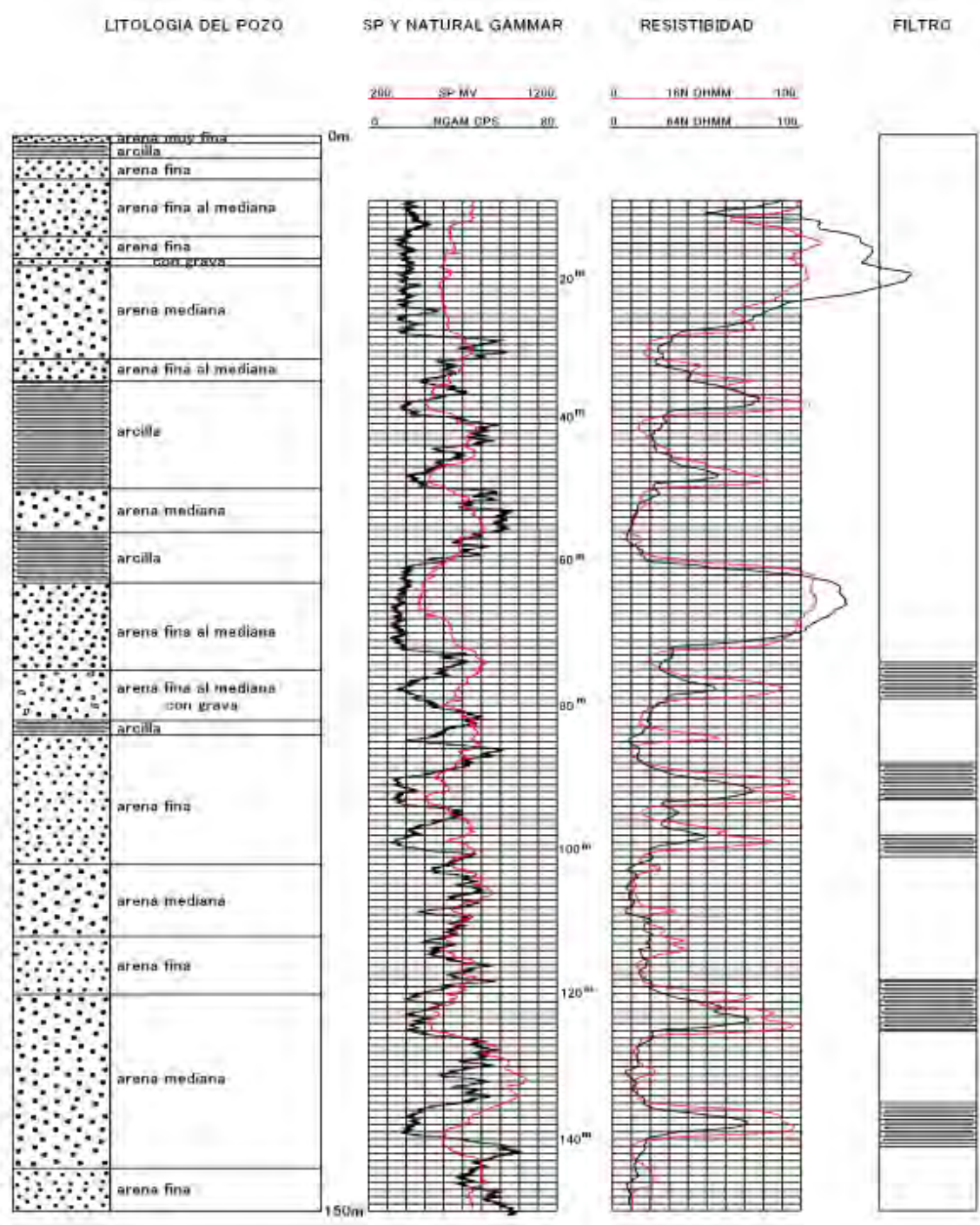


Figura 5.2.25 Resultado de Perforación de Investigación en "Galilea"



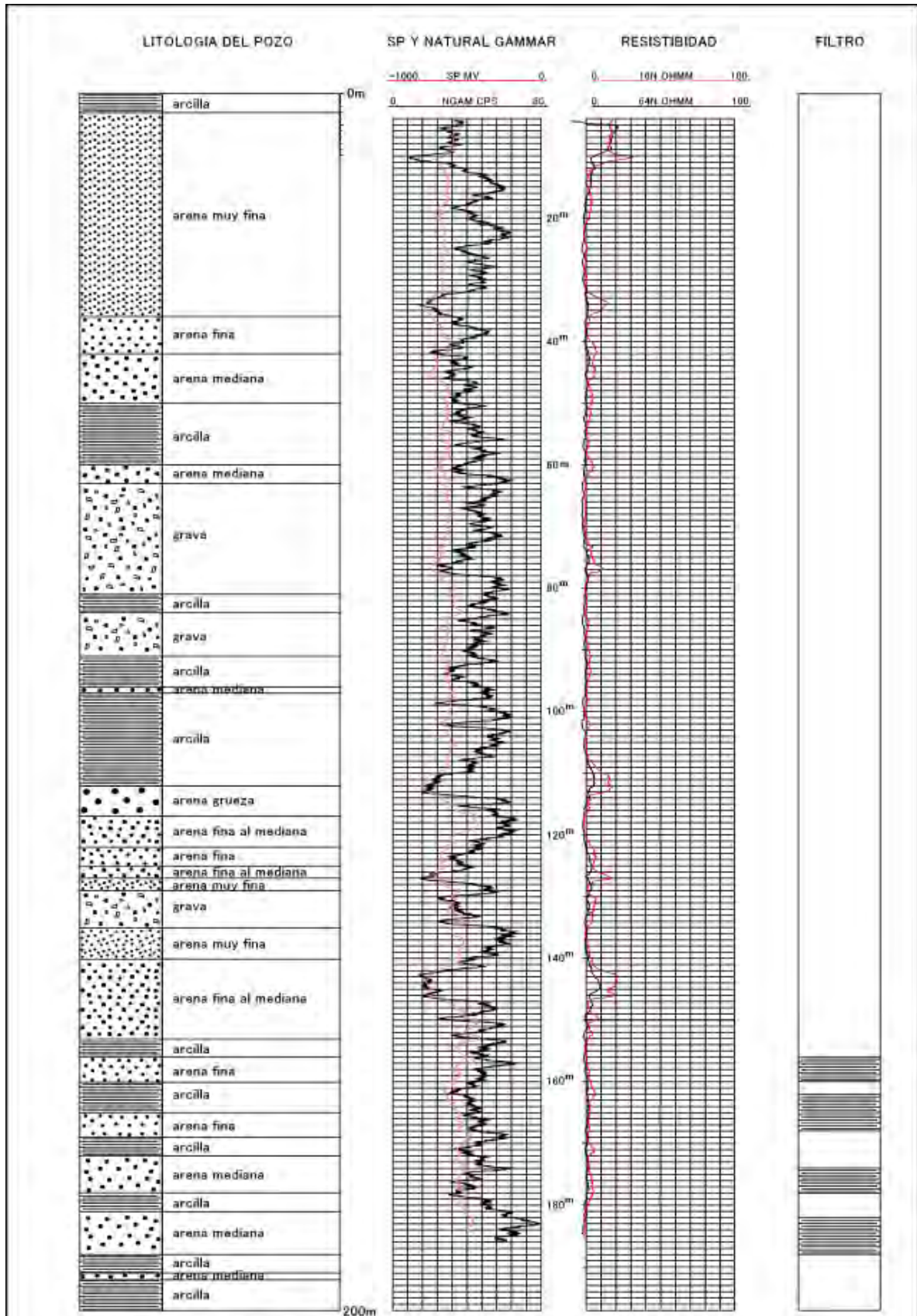


Figura 5.2.26 Resultado de Perforación de Investigación en "Puerto San Borja"



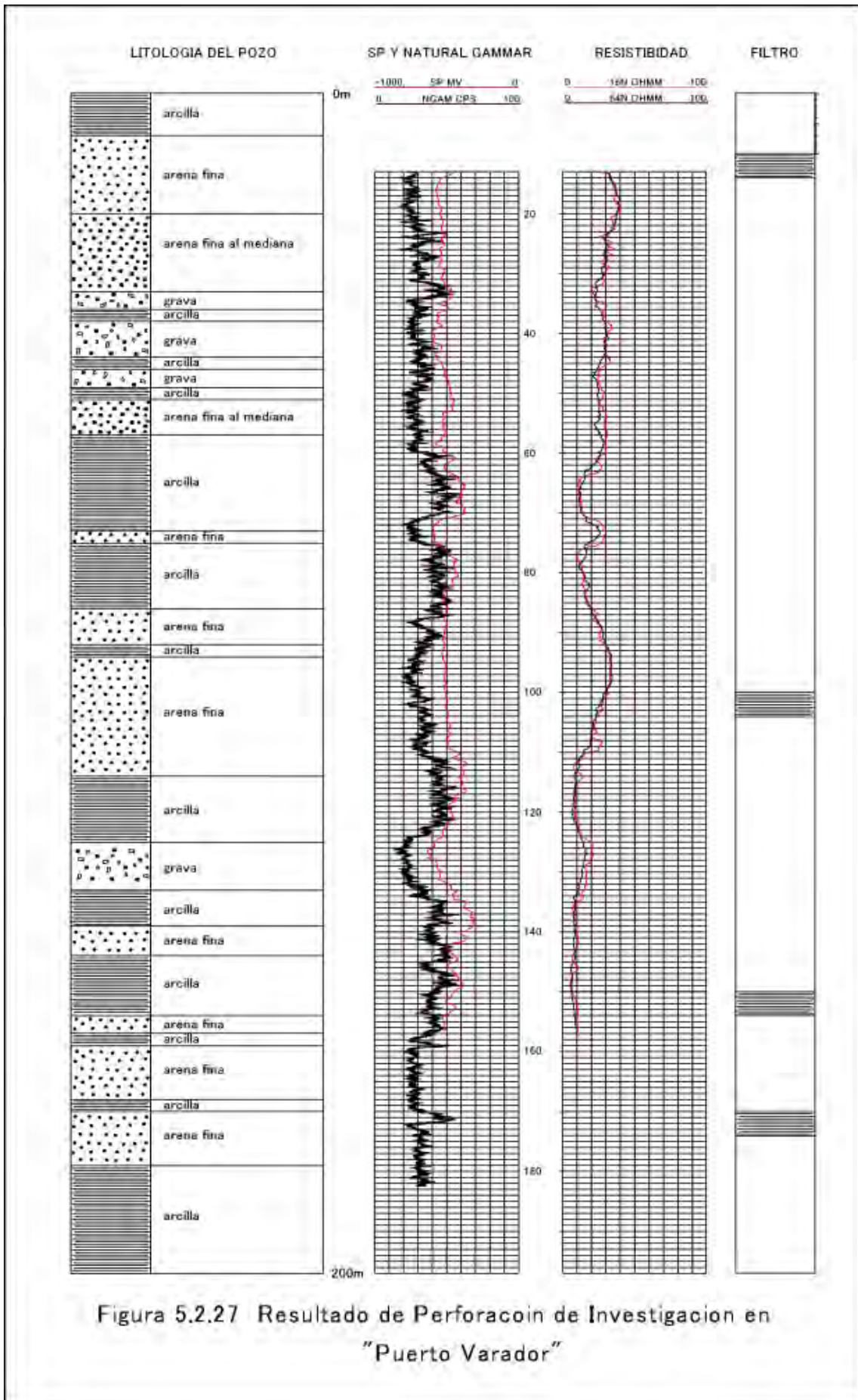


Figura 5.2.27 Resultado de Perforación de Investigación en "Puerto Varador"



### 5.2.3 Hidrogeología

Según los resultados obtenidos en las 4 pruebas de perforación en el departamento de Pando, se ha identificado la formación de una roca madre hidrogeológicamente formada por una serie de capas de arcilla semi-consolidada, verificándose también la existencia de una capa de arena sedimentada que vendría a constituirse en el acuífero superior. Por otro lado, de acuerdo a los resultados de 5 pozos de los 6 pozos de investigación ejecutados desde el centro al sur del departamento de Beni, las capas principales de arena con algunas inserción de arcilla donde es podría ser un acuífero, cuya distribución se manifiesta en espesores que van entre los 150~200m de profundidad o mayores.

Entre estos, en Puerto San Borja se pudo verificar a una profundidad mayor a los 192 m, suelos de similar calidad y capas de arcilla que desde el punto de vista hidrogeológico se constituyen en la roca madre dentro del departamento de Pando. Además, en los puntos de perforación de investigación en las comunidades de Santa Ana y Magdalena, se llegó a la roca madre o bedrock correspondiente a la época del pre-cámbrico (rocas graníticas) con 160m y 67m, respectivamente.

Como se señaló anteriormente, desde el punto de vista hidrogeológico, básicamente el subsuelo en los departamentos de Pando y al sur de Beni, está constituido por estratos semi-consolidados de arcilla, desde la parte central al este del departamento de Beni, se reconoce que existen rocas de granito. Los resultados del estudio geofísico, por una parte han identificado la presencia de los suelos que forman parte de la roca madre hidrogeológica, y por otra, han determinado a qué profundidades aflora y en qué lugar de la gran extensión.

Según los resultados del estudio de perforaciones de investigación y del estudio geofísico son como se muestra en la Figura 5.2.29; sin embargo, es preciso anotar que existen algunos puntos donde se aprecian cambios bruscos. A profundidad de las bases hidrogeológicas para estos tipos de límites o frontera geomórficas (topografías) o cerca de la zona de concentración de lineamientos, se han producido cambios tectónicos sustanciales, se estima en la actualidad la existencia de algunas fallas. Además, en las tierras bajas de las llanuras centrales el Beni, se puede interpretar que la profundidad de la base hidrogeológica en la parte sudeste se va profundizando más.

Sobre la base de esta información, tal y como se muestra en la Figura 5.2.30 se ha elaborado el perfil geológico (Figura 5.2.31 a 5.2.33). Además, se han realizado las respectivas interpretaciones generales de las características hidrogeológicas, determinando las clasificaciones hidrogeológicas que se muestra en la Figura 5.2.34. Al suroeste de la meseta montañosa de Beni y en las colinas de la zona oriental, no se tienen asentamientos de comunidades, por lo que no es necesario el desarrollo de fuentes de agua, zonas que serán excluidas de la división hidrogeológica. La identificación y características de las 6 divisiones hidrogeológicas siguientes, se ha realizado en base a la exploración geológica superficial, estudios geofísicos de resistividad (SEV), evaluación de perforación de investigación, perfilaje eléctrico y análisis de documentos existentes.

### **(1) Zona Hidrogeológica I**

La zona Hidrogeológica I, corresponde casi en general a la región de colinas altas de Pando. Las perforaciones de investigación en esta región, se ejecutaron en 2 lugares (Luz de América (58), Mukden (16), los resultados de observados de las muestras geológicas, son descritas en las Figuras 5.2.19 y 5.2.20 respectivamente. En los dos sitios se encuentran en la parte superior una capa de arena y en la inferior una capa de arcilla que están claramente divididos, las profundidades definidas son Mukden 102 m y Luz de América 55 m. Estos estratos, se cree que corresponden a la formación Cobija (Soruco S.R. 2000), pero como no existe información para confirmar, se prevé que son sedimentos de la era Terciaria o Cuaternaria. La capa inferior de arcilla, gris y gris-verdosa con características de alto grado de viscosidad

En Mukden, la parte superior está constituida como parte principal por una capa de arena y seguidamente, sus límites de arcilla, con divisiones de 3 capas más pequeñas, desde arriba hacia abajo, tenemos principalmente arena extra fina (9 m~45 m de profundidad), arena media fundamentalmente (54 m~74 m de profundidad) y arena fina principalmente (75 m~102 m de profundidad).

Las capas de grano extra fino y arena fina son de color marrón rojizo por decoloración, con la característica de que incluye una concentración de moléculas de hierro. En la arena de grano medio, con una apariencia de color amarillo-marrón, no se observa el concentrado de hierro en la capa de arena. Mientras tanto, en Luz de América, no se observa alternancia de capas de arcilla, pero se puede dividir a una profundidad de 14 m en el borde medio superior (principalmente constituida por arena muy fina a grano de arena fina) y la mitad inferior (principalmente de arena de grano mediano). A la profundidad de 2 m~9 m, se encuentra arena extra-fina y arena fina y a los 39 m~55 m de profundidad arena de grano medio con un color marrón rojizo debido a la decoloración del óxido, teniendo una concentración de moléculas de hierro.

La estructura geológica de la presente capa en los documentos existentes, está considerado como no conocido pero a lo largo de la carretera cerca de la ciudad de Cobija, se observa una alternancia de capas de arcilla y capa de arena, casi horizontal, pero muestra una estructura de 2 a 3 grados de gradiente en dirección norte (ver Figura 2.3.3). Por otra parte, en el mismo lado de las colinas altas de la ciudad de Cobija, se ha perforado un pozo hasta la 135 m, datos de perforación existentes (SERGEOTECMIN 2006) y en Mukden se han encontrado estratos similares, por lo que se puede suponer que las colinas de Pando están configuradas por sedimentos de la era Cuaternaria a Terciaria con una estructura casi horizontal.

### **(2) Zona Hidrogeológica II**

La zona hidrogeológica II, corresponde casi a la región de colinas medias de Pando, la región oriental en dirección nor-noreste a sur-suroeste se supone la presencia de una falla la que divide de esta manera.

La perforación de investigación en la región está ubicada en el lugar denominado Puerto Rico (No.65) donde se ha ejecutado la perforación de un pozo que ha alcanzado la profundidad de 150 m. El sitio de perforación está ubicada en las colinas bajas de Pando, pero a mayor profundidad de los 24 m, el suelo



tiene una estructura de colinas medias de Pando. Los resultados de las observaciones geológicas son como se muestran en la Figura 5.2.21, observándose que a la profundidad de los 24 m tiene una formación continua de arcilla. Esta capa de arcilla, ha sido identificada en Mukden a los 102m y, al igual que la arcilla de color gris-verdoso, caracterizada por una laterización y alta viscosidad del suelo en Mukden del mismo modo que los suelos de Cobija que son estratos equivalentes.

Tal como se muestra en la Figura 5.2.31, en la sección geológica transversal se nota que los estratos de arcilla de Puerto Rico y Mukden son una sucesión casi horizontal. Por otra parte, se ha verificado que la capa de arena principal que aparece en la parte superior en Mukden, en la parte superior en la colina media de Pando estas arenas han sido erosionadas.

### **(3) Región Hidrogeológica III**

La región hidrogeológica III, todas las capas sedimentadas como acuíferos corresponde casi en su totalidad a la región de colinas bajas de Pando, Según la perforación de investigación de Puerto Rico, hasta la profundidad de los 24m, se ha podido verificar la distribución de sedimentos de la formación de las colinas (Figura 5.2.21). Las capas cercanas a la superficie, están cubiertas con suelo de grano fino (capa de arcilla y capa de limo), generalmente entre la profundidad de 7 a 19m, principalmente está conformada por arena de grano mediano y de los 19 a 24m de profundidad formadas por gravas. Estas capas, son estratos de la formación Cobija, con la superposición y contradicción equivalente al suelo del sistema Candelaria del Cuaternario (L. F. Leyton y J. Pacheco 1986).

En la exploración superficial, también a lo largo de los grandes ríos se puede verificar la presencia de sedimentos similares en el borde de la terraza superficial. La formación principal de capa de arena y grava en la dirección lateral el cambio es considerable. Además, casi todas las capas contienen una concentración elevada de hierro, existiendo también formaciones de estratos de pizarras.

### **(4) Región Hidrogeológica IV**

La región hidrogeológica IV, es casi equivalente a las llanuras de la meseta del norte de Beni. La perforación de investigación en esta región está ubicada en el sitio (Puerto Copacabana (No.90)) donde se ha ejecutado la perforación de un pozo, sondeo en el cual se ha verificado a la profundidad de 47 m o más, la presencia de formación de arcilla semi-consolidada como roca madre hidrogeológica de la región de Pando (Figura 5.2.22).

A la profundidad de 11 metros de la superficie, la presencia de arena fina pertenece a los sedimentos de la terraza fluvial, las aguas subterráneas según la situación, en la perforación realizada está determinado por la depresión hidrostática. Entre los 11 y 47 m de profundidad, está formado principalmente por arena de grano medio, material similar al suelo de la mitad de la parte superior de la geología confirmada en la Región hidrogeológica I.

En los límites del oeste de la región hidrogeológica II, se estima la presencia de una falla con una diferencia de altura de unos 100 m. Por lo tanto, en la región hidrogeológica II, solo se nota la distribución en la capa superficial del estrato de la capa de arena principal de la parte superior de los

estratos de la Formación Cobija, pero en la región hidrogeológica IV, se puede verificar un espesor de 50 a 80 m.

### **(5) Región Hidrogeológica V**

La región hidrogeológica V, es casi equivalente a las llanuras centrales bajas de Beni. La perforación de investigación en esta región, ha sido ejecutada en 6 comunidades, de las cuales 4 comunidades (Galilea (No.65), Puerto San Borja (No.250), Puerto Varador (No.8) y Santa Rosa (No.148)) están ubicadas en la llanura sur de Beni, y 2 comunidades (Santa Ana (No.248) y Magdalena) corresponden a las llanuras centrales de Beni. Los resultados de las observaciones y datos geológicos son como se muestran en la Figura 5.2.23 al 5.2.28, y en cada sitio se puede notar que las capas de arena, grava y arcilla están intercaladas.

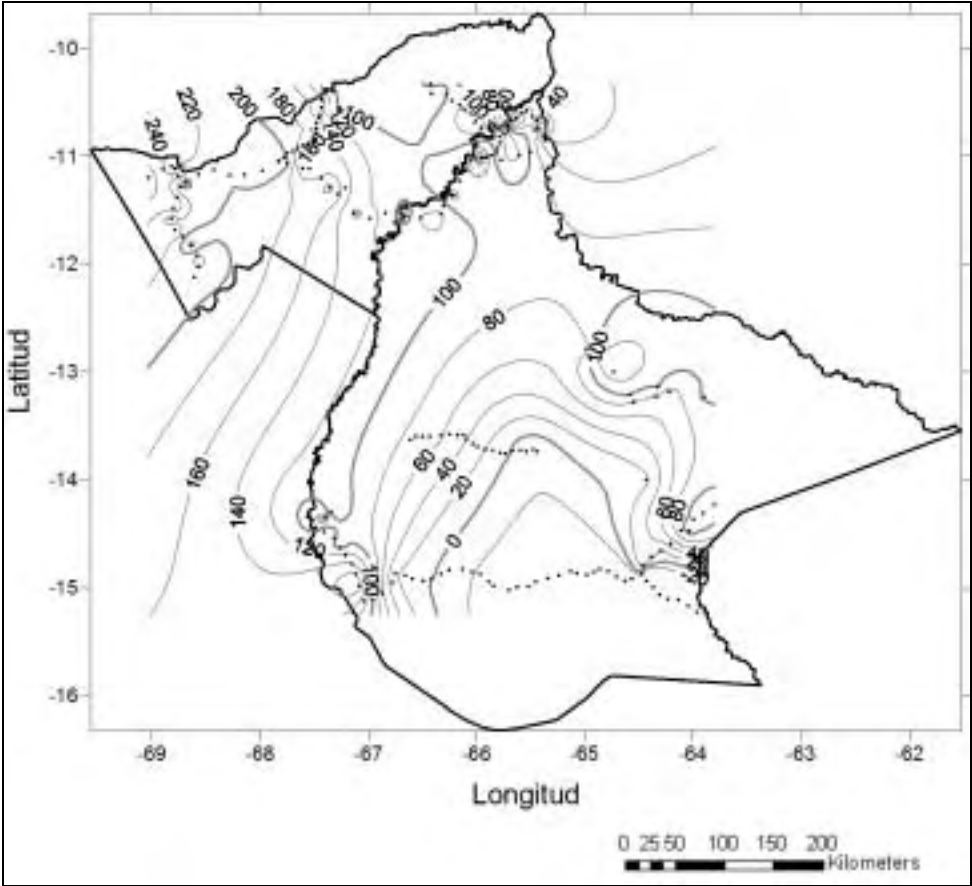
La región en la parte sur, se caracteriza principalmente por la formación de capas de arena y de varias capas de arcilla intercaladas, pero en la cercanías del río Mamoré, donde se ubica (Puerto Varador) tiene la tendencia de aumentar el porcentaje de arcilla tal como se pueden ver en (Figura 5.2.33). En forma general en esta zona, se puede dividir en 3 capas, desde la parte superior de arena de grano fino (base profundidad de unos 50 m), capa de alternancia de arena y limo incluidas capas de grava (base profundidad de unos 150 m) y capas con alternancia de arena y limo (alrededor de 150 m o más). En la grava a profundidad media incluidas las capas alternadas de arena y limo, existen casos donde se nota la presencia de alto contenido de hierro (Puerto San Borja, Puerto Varador y Santa Ana). Además, sólo en Puerto San Borja, se ha verificado a mayor profundidad de los 192 m, la capa de arcilla semi-consolidada que es la roca madre hidrogeológica de la región de Pando.

Además, en la parte central se tiene la presencia de la roca madre (bed rock) conformada por rocas precámbricas (granito), en la población de Santa Ana, a los 160 m de profundidad y en la población de Magdalena a los 67 m de profundidad se ha verificado la presencia de rocas metamórficas de color gris oscuro a gris oscuro verdusco. En Santa Ana, se pueden identificar los estratos correspondientes a las 3 capas normales (superior, central e inferior). En Magdalena la parte superior de la roca base (profundidad de 46 ~ 67m), está formada por capa de grava proveniente de partes de roca metamórfica de erosión eólica degradada, se considera que la región sur en las capas superiores hasta los 46m de profundidad corresponden a esta clasificación.

### **(6) Región Hidrogeológica VI**

La región hidrogeológica VI, es equivalente al abanico aluvial de las colinas de Beni dentro de su clasificación. En las parte del extremo suroeste del departamento de Beni, se distribuyen en pequeñas extensiones; estos sedimentos, están formados en abanicos como producto de las mazamoras que bajan de los cerros en forma de torrentes de barro. En esta región no se ha ejecutado perforación de investigación, y por insuficiencia de datos y ausencia de perforaciones puntuales, los detalles geológicos no son conocidos.

Sin embargo, de acuerdo a efectos de las mazamoras de arena y lodo de los cerros, se han formado estos abanicos, constituidos principalmente por arena y grava, también se puede observar sedimentos formados por la mezcla de arcilla y limo no uniformes.



**Figura 5.2.29** Mapa de Distribución de Profundidades de la Base Hidrogeológica (m de altitud)

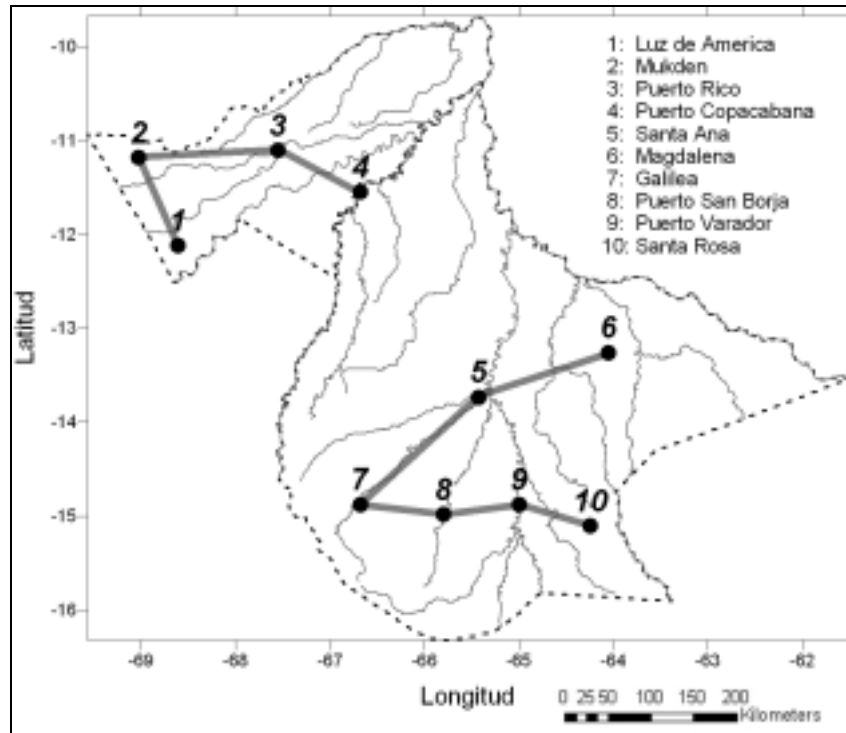


Figura 5.2.30 Mapa de Ubicación de la Sección Transversal Geológica



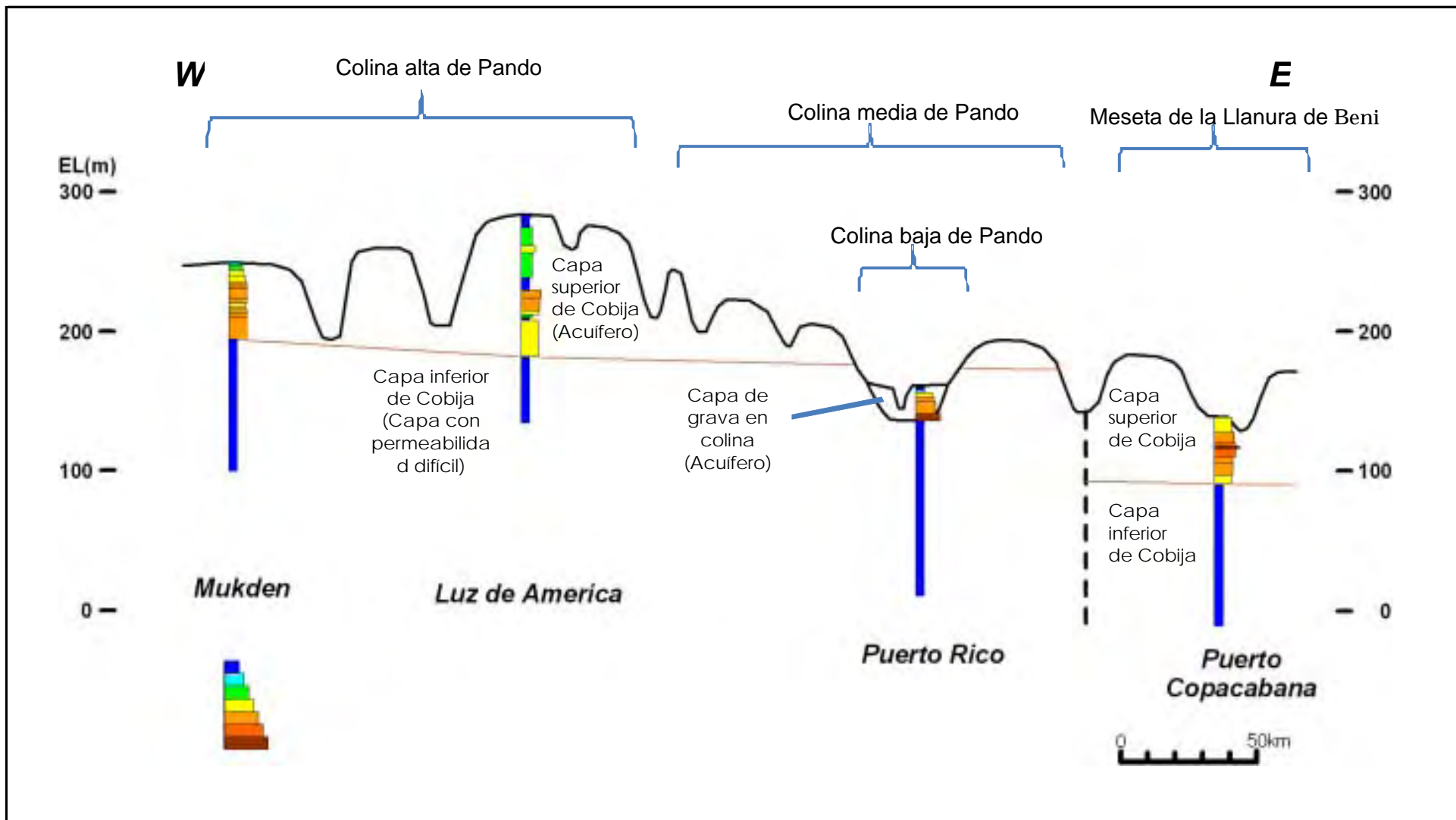


Figura 5.2.31 Sección Transversal Geológica (Departamento de Pando)

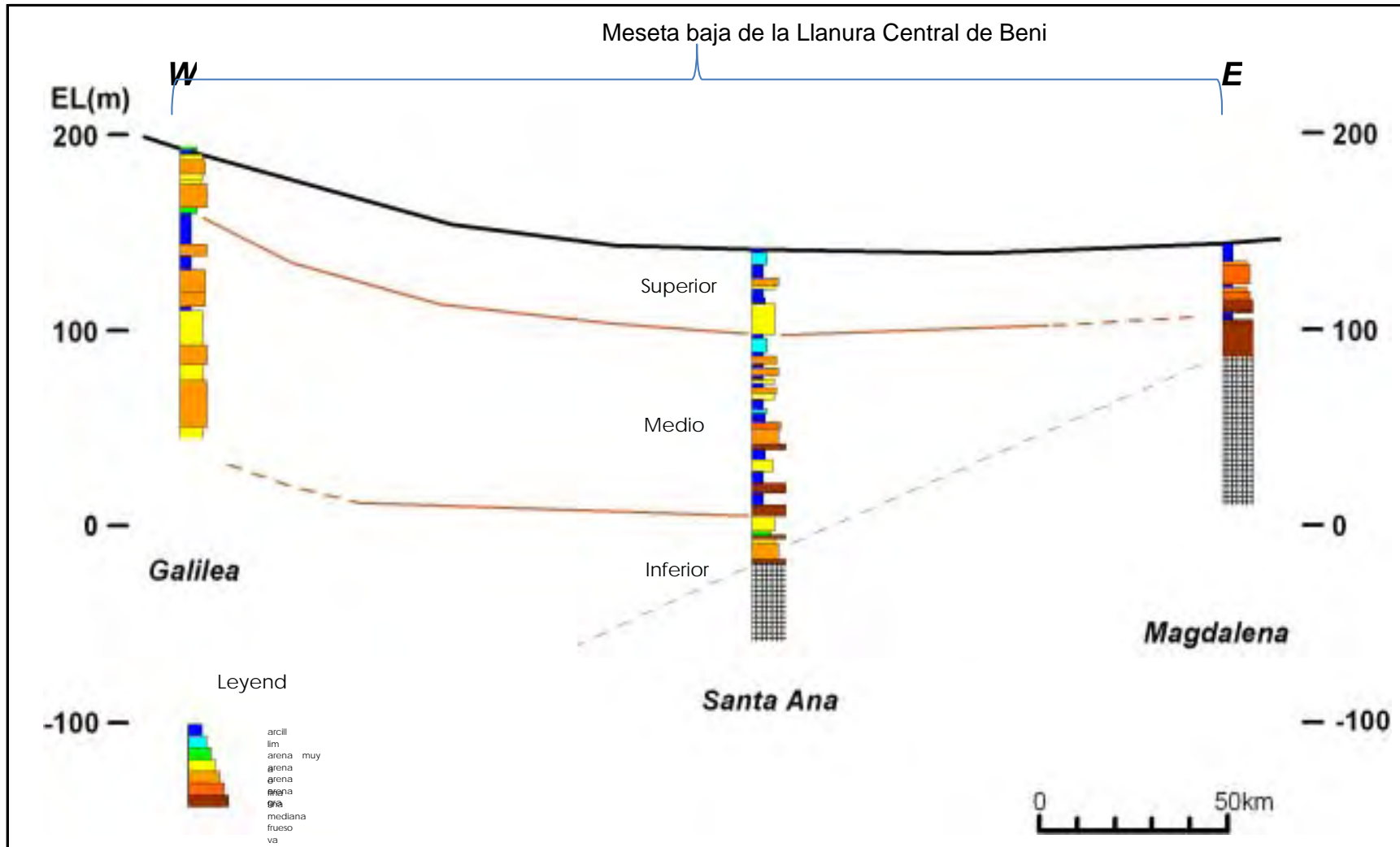


Figura 5.2.32 Sección Transversal Geológica (Región Central de Beni)

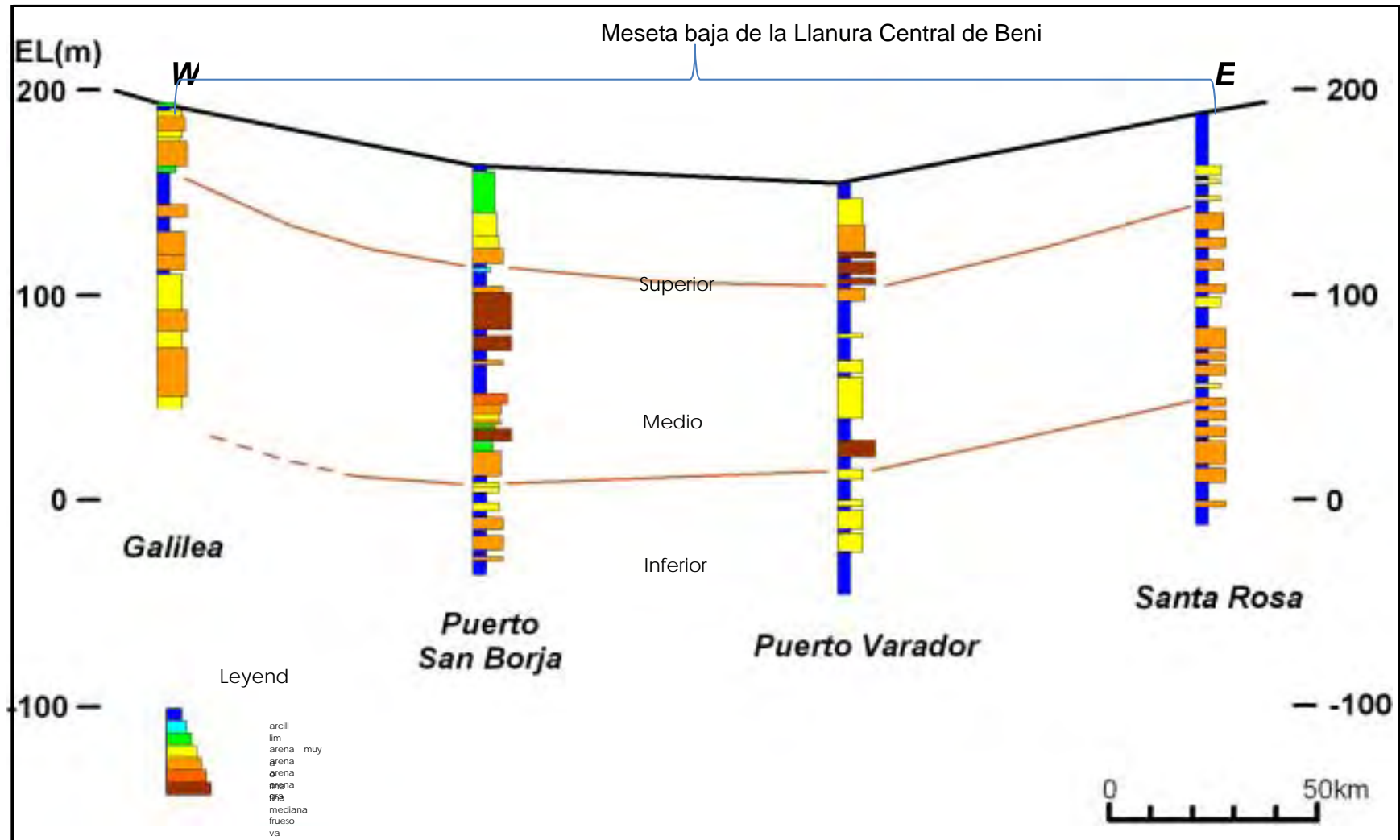


Figura 5.2.33 Sección Transversal Geológica (Región Sur de Beni)

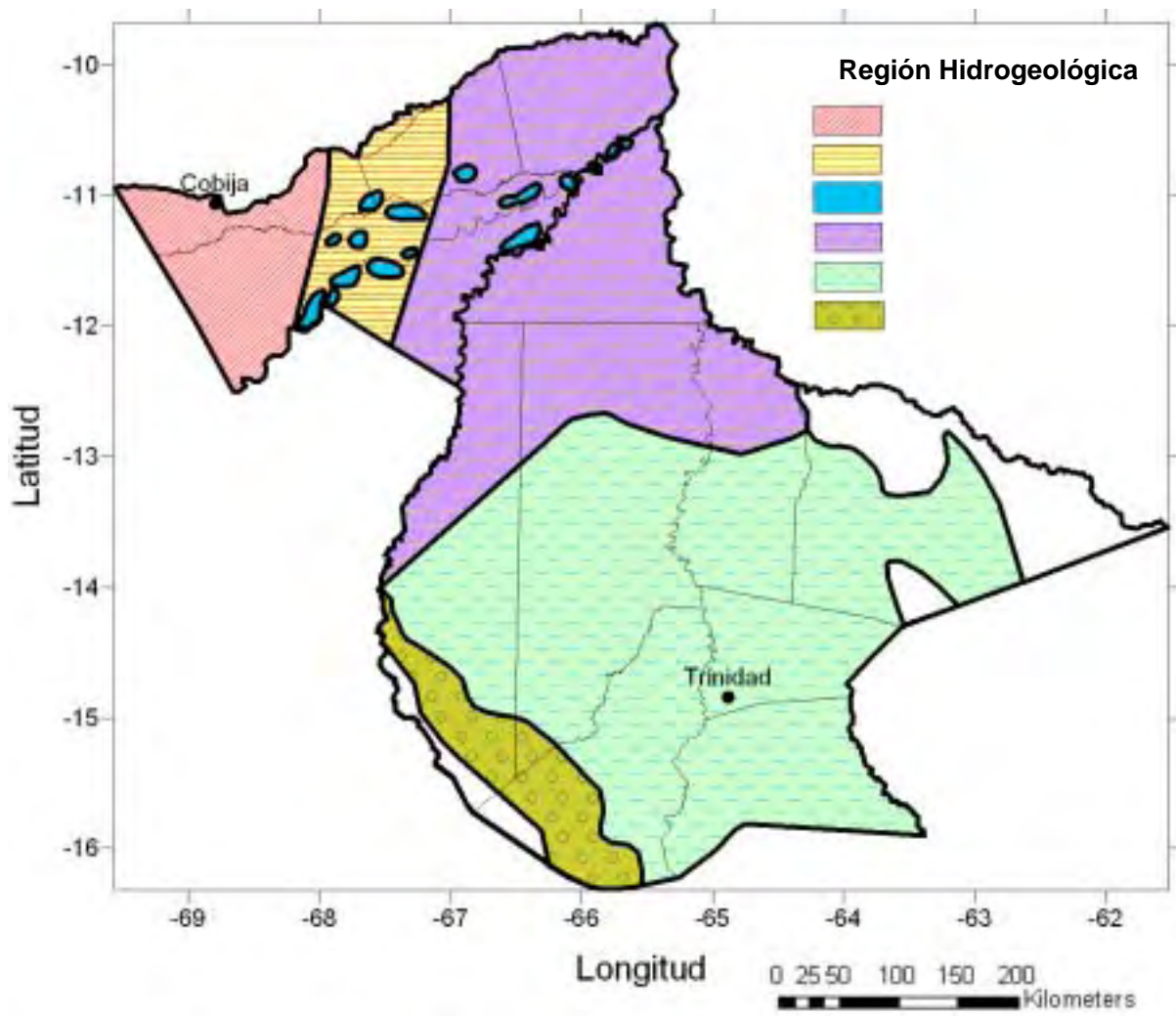


Figura 5.2.34. Mapa de División Hidrogeológica

### **5.3 Calidad de Agua**

El estudio de la calidad del agua en el área de estudio, se ha ejecutado para evaluar adecuadamente la fuente de agua como de agua potable realizar la investigación hidrogeológica en toda la región del área de estudio, y analizar el potencial de desarrollo de aguas subterráneas. Para lo cual, se ha realizado el estudio de inventario y estudio detallado de las fuentes de agua existentes como vertientes, pozos someros, pozos profundos y arroyos relacionados de las cuales se han realizado el análisis básico de calidad de agua y al mismo tiempo se han tomado muestras de las mencionadas fuentes y enviadas a laboratorios de análisis de calidad de agua ejecutando los exámenes correspondientes.

#### **5.3.1 Normas boliviana de calidad de agua**

En Bolivia la norma de calidad de agua fue promulgada en septiembre de 2004 NB 512-04 "Normas de calidad del agua (3ra versión)" establecidos y como se indica en la Cuadro 5.3.1.

**Cuadro 5.3.1 Norma de Calidad de Agua**

Parámetros	Unidad	Valor Norma	Notas
<b>Parámetros Físicos Químicos</b>			
Color	UVC	15	
Sabor, Olor	-	Aceptable	
Turbiedad	NTU	5	
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	
Aluminio Al	mg/l	0.1	
Arsénico As	mg/l	0.01	
Amoníaco NH <sub>3</sub>	mg/l	0.5	
Antimonio Sb	mg/l	0.005	
Bario	mg/l	0.7	
Boro	mg/l	0.3	
Cadmio	mg/l	0.005	
Calcio c. Ca <sup>+2</sup>	mg/l	200.0	
Cianuro Total	mg/l	0.07	
Cloro Residual	mg/l	1.0	
Cloruros c. Cl	mg/l	250.0	En la Norma del gusto.
Cobre Cu	mg/l	1.000	En la Norma de sabor y olor
Cromo Cr	mg/l	0.050	
Fluoruros F	mg/l	1.5	
Hierro Total Fe	mg/l	0.300	
Magnesio Mg	mg/l	150.0	
Manganeso Mn	mg/l	0.100	
Mercurio Hg	mg/l	0.001	
Níquel Ni	mg/l	0.05	
Nitritos c. NO <sub>2</sub>	mg/l	0.100	
Nitratos c. NO <sub>3</sub>	mg/l	45.000	
Bicarbonatos c. HCO <sub>3</sub>	mg/l	-	
Dureza Total c. CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500.0	
Plomo	mg/l	0.0	
Selenio Se		0.01	
Sodio	mg/l	200.0	En la Norma del gusto.
Sulfatos c. SO <sub>4</sub>	mg/l	400.0	
Zinc	mg/l	3.000	
Micro organismos- bacteriológico			
Coliformes Totales	NMP/100ml.	<2.0	
Escherichia Coli	NMP/100ml.	<2.0	

### 5.3.2. Resultados de los análisis de calidad de agua

En la Tabla 5.3.2, se muestran el resumen de los análisis de calidad de agua por tipos de fuentes por cada uno de los departamentos de Beni y Pando.

**Cuadro 5.3.2. Resumen de los resultados de análisis de calidad de agua**

Departamento			Beni	Beni	Beni	Beni	Pando	Pando	Pando
Sample No.			24	8	5	9	4		11
Fuente			1 pozo profundo	2 Noria	3 Pozo	7 Río	Pozo profundo	Vertiente	3 Río/Arroyo
pH	dimensiones	6.0 – 9.0	5.0-8.2	4.4-8.1	5.1-7.6	6.2-7.8	5.9-8.1	5.2-6.2	6.1-8.1
Olor	NUD	Aceptable	1	1	1	1	1	1	1
Color	U.V.C.	15.0	0.1-156.0	1-49	0.1-257.0	7.1-647.0	6-60	11-194	3.0-676.0
Turbidez	NTU	<5	0.3-48.2	0.4-82.0	0.3-2.0	0.5-256.0	0.4-0.7	0.3-3.0	0.3-98.8
Temperatura	°C	+/-5.0°C	20.0-26.6	0.5-26.0	18.0-25.6	20.0-26.7	21.0-25.1	20.0-25.2	16.7-26.5
Conductividad Especifica	umhos/cm	1500.0	21.2-5015.0	20.8-5070.0	12.6-1217.0	3.1-709.0	15-1997	11.1-1361	6.3-1878.0
Dureza Total c. CaCO3	mg/l	500.0	8.0-1233.8	2.8-1233.8	38.1-155.7	29.6-128.4	48.7-369.7	13.0-186.8	46.7-272.4
Dureza de Magnesio	mg/l		44.7-1138.6	46.7-1196.8	49.6-140.1	41.7-78.8	47.7-240.0	5.0-134.3	3.8-242.2
Alcalinidad Total c. CaCO3	mg/l	370.0	3.0-536.1	4.0-434.5	9.5-446.9	4.2-66.0	7.7-324.5	4.5-490.5	5.5-334.5
Cadmio	mg/l	0.0	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Mercurio	mg/l	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Plomo	mg/l	0.0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Arsénico	mg/l	0.010	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Cromo Total	mg/l	0.050	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Cianuro Total	mg/l		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cobre	mg/l	1.000	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003-0.121	<0.003
Hierro Total Fe	mg/l	0.300	0.01-2.66	0.01-0.9	0.0-1.1	0.01-2.9	0.01-1.04	0.01-0.8	0.010-1.65
Zinc	mg/l	3.000	0.005-0.594	0.005-0.074	0.005-0.056	0.005-0.244	0.005-0.048	0.018-0.491	0.005-0.236
Manganeso	mg/l	0.100	<0.02-0.710	0.0-0.470	<0.06	<0.02-0.80	<0.02	<0.02-0.70	<0.02
Fluoruros	mg/l	1.5	0.2-1.0	0.1-0.7	0.0	<0.1	0.2-0.7	0-0.3	0.0-1.0
Oxígeno Disuelto	mg/l		0.8-7.3	2.8-7.0	4.9-6.9	0.8-7.5	2.8-6.5	5.3-6.6	2.2-7.0
Sólidos Disueltos Totales a 180°C	mg/l	1000.0	25.5-4192.0	6.0-431.0	56.0-822.0	12.0-138.0	4.0-146.2	14-96.8	6.0-856.0
Sodio	mg/l	200.0	7.0-800.0	6-288.6	4.0-25.0	4.0-20.0	8-42.0	5-3.6	4.0-400.0
Potasio	mg/l		0.4-40.0	1-25.4	1.0-5.0	1.0-7.5	1-5.0	1-2	1.0-20.0
Calcio c. Ca+2	mg/l	200.0	10.5-137.4	14.8-107.0	<10.0	4.6-20.4	1-1.0	<10-21	12.0-30.4
Magnesio(Calc.)	mg/l		0.0-276.7	2.7-290.8	12.1-34.0	0.0-19.1	11.6-58.3	1.2-32.6	0.9-58.9
Cloruros c. Cl	mg/l	250.0	0.0-629.8	3.4-429.6	0.5-18.6	0.5-9.4	0.5-230.1	1-12.1	0.5-41.2
Sulfatos c. SO4	mg/l	400.0	2.3-1427.0	2.3-1095.3	4.9-259.1	2.4-45.0	6.4-524.1	4.0-197.1	5.0-591.6
Bicarbonatos c. HCO3	mg/l		2.5-551.9	3.5-434.0	9.0-446.4	3.7-65.5	7.2-33.0	4.0-49.0	5.0-334.0
Nitratos c. NO3	mg/l	45.000	0.0-65.4	22.2-69.2	<1.0	<1.0-7.2	<1.0	<1.0-0.15	<1.0
Nitritos c. NO2	mg/l	0.100	<0.05-1.1	0.1-0.2	<0.05-0.11	<0.05-0.80	<0.05-0.11	<0.05	<0.05-0.70
Nitrógeno Amoniacal c. NH4	mg/l		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Coliformes Fecales	MP/100ml.	<2.0	<20-1600	13.0-920.0	<20-70	49-920	<20-240	<2.0-140	<20-1600
Coliformes Totales	MP/100ml.	<2.0	<20-1600	<23.0	<20-920.0	49-1600	<20-1600	<2.0-140	<20-1600

La tendencia de los parámetros de la calidad de agua es la siguiente:

(a) pH

En caso de una medición directa en el momento de la encuesta detallada, en los departamentos de Beni y Pando, en ambos generalmente indican un valor por debajo de 6,0 en los pozos someros, vertientes y pozos excavados. (Estos resultados, se examinan más adelante dentro del análisis hidrogeológico).

(b) Color y Turbidez

El color de los arroyos y ríos es relativamente alta, 50 NTU, así como en todo el río, se puede observar muchos con valores del río entre 200~600 NTU. Se puede observa colores cerca de un verde oscuro y húmicos, visto desde el origen de estos ríos se encuentran en las llanuras centrales bajas del Beni, a lo largo de varias temporada de lluvias con inundaciones, en la estación seca se vuelven zonas de humedales, son unos de las razones.

La turbidez de las aguas con valores de 50 ~ 100 NTU, mostrados en el estudio detallados de encuesta en la estación seca, en la temporada de lluvias, al escuchar a los residentes locales que, en muchos casos, puede llegar a más de 1000 NTU.

En los arroyos también, pero el río tiene básicamente la misma tendencia. Además, algunas vertientes, pozos excavados y pozos someros también tienen 50 a 100 grados de color, y la turbidez se detectado que llega a los 20-30 UNT.

(c) Conductividad Eléctrica

La región central baja del departamento de Beni, especialmente en torno al río Mamoré se tiene una tendencia de conductividad eléctrica alta, en muchos pozos someros y en algunos pozos profundos en se ha detectado un valor entre 2000 ~ 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ . En estos pozos se ha detectado la presencia de sodio y alto contenido de sulfuro, en la comunidad de Casarabe (No.5) ubicado al este del departamento de Beni, la conductividad eléctrica es de 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ , sodio de 420 mg/l y sulfuro de 414 mg/l, (Este resultado como consecuencia de la observación dentro del análisis hidrogeológico).

(d) Metales Pesados

La explotación minera de oro se la realiza aguas arriba del área de estudio, por lo tanto para analizar los efectos de ésta, se ha realizado el análisis de calidad de agua de los ríos, principalmente de metales pesados (cadmio, mercurio, plomo, arsénico, cromo, cianuro, cobre). El resultado de este análisis, en las muestra de agua tomadas, no se han detectado la presencia de metales pesados ni otras anormalidades.

(e) Hierro, Manganeseo

En la región baja central del departamento de Beni, en particular los pozos someros (10-20 m) y pozos profundos (50-70 m) cerca del río Mamoré, se han detectado muchos casos con valores que superan



las normas de calidad del agua como hierro y manganeso, se ha observado el hierro con 0,5 ~ 1,0 mg/l y manganeso con 0,3 a 0,5 mg/l.

(f) Escherichia Coli (E. Coli), Nitrógeno Nítrico

El estudio de encuesta realizada para la muestra de fuentes de agua existentes en un análisis calidad de agua simple, se ha detectado E. Coli en los pozos excavados, pozos someros, y en algunos pozos profundos, agua de vertientes y en el agua de los ríos. En caso de detectar E. coli, nitrógeno nítrico en pozos profundos, la ubicación de la fuente de agua está en dentro de la vivienda, patio y otros sitios, cercano a los patios de lavanderías las cuales están contaminadas por lo vecindarios. En particular, cuando se han detectados muchos tanques y el uso de fuentes de agua para consumo humano en la mayoría de los casos son inadecuados.

### 5.3.3 Características Hidrogeológicas de Calidad de Agua en el Área de Estudio

Con respecto a la calidad de agua subterránea en el área de estudio, se llevó a cabo el análisis de agua de los pozos existentes y los pozos de investigación. Los resultados de análisis de agua de los pozos existentes son como se muestra en la Cuadro 5.3.2, con los resultados se ha podido apreciar que sus características varían según el tipo de fuente. Los resultados de análisis de agua de los pozos de investigación son como se muestra en la Cuadro 5.3.3, en algunos parámetros sobrepasan la norma.

Además, de acuerdo al estudio de fuentes de agua, se ha realizado la visita a las comunidades y en cada una de ellas, se han analizado varios parámetros como el pH, conductividad y otros con un equipo portátil simple. En el estudio de fuentes de agua se ha verificado puntos de uso de agua subterránea la cual fue ploteada en un mapa de ubicación de fuentes que se muestra en la Figura 5.3.1. En el departamento de Pando y la región norte de Beni, se puede observar que mayormente utilizan fuentes de vertientes y pozos perforado manualmente, pero a partir de la región central hasta la sur, se distribuyen mayormente pozos perforados profundos y someros.

A continuación se muestra las características de la calidad de agua por tipo de fuente de agua subterránea.

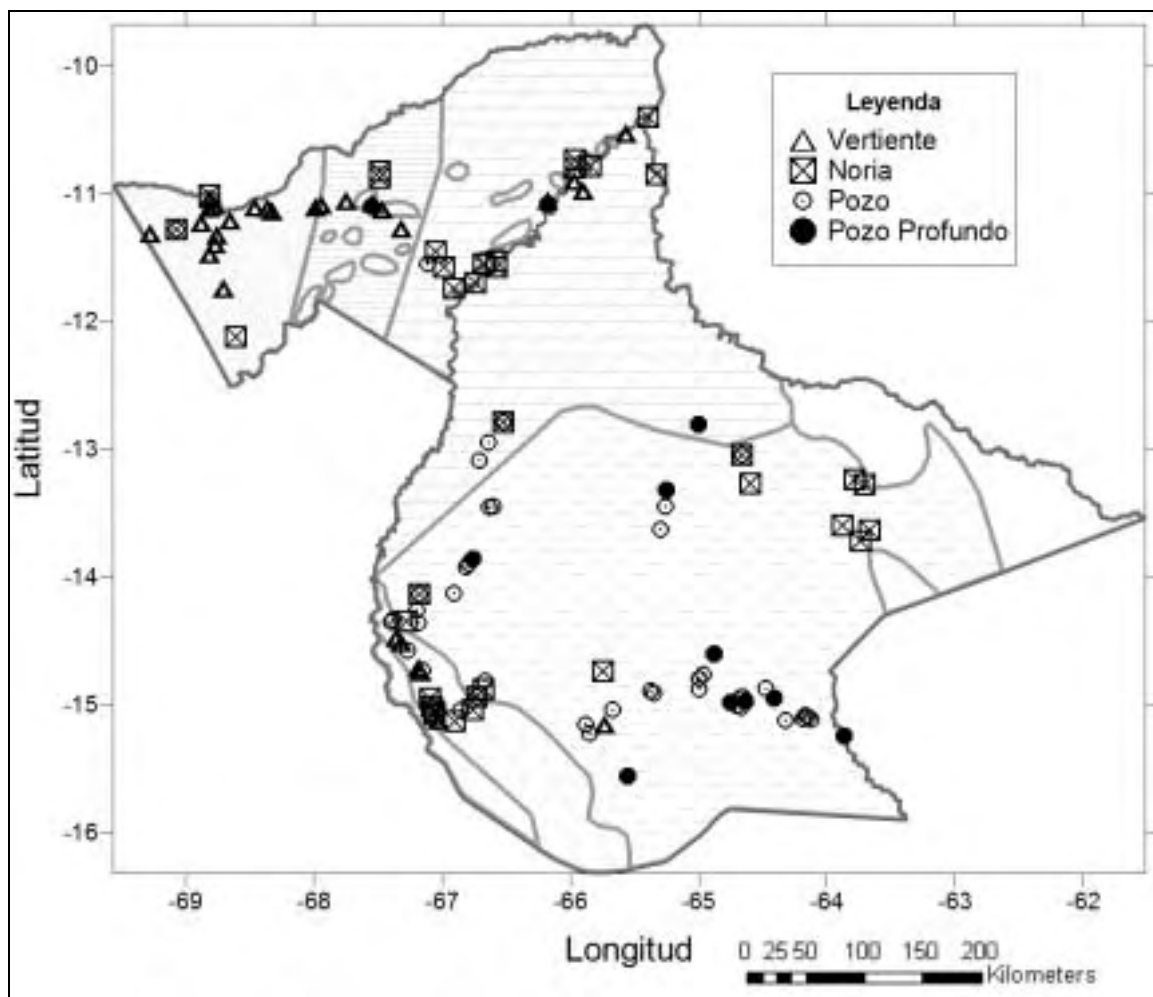


Figura 5.3.1 Ubicación de Fuentes de Agua del Estudio (Solo puntos de uso de agua subterráneo)

### (1) Vertiente

Con relación a las 4 vertientes del departamento de Pando, se ha realizado el análisis de calidad de agua en un laboratorio. En forma general la calidad de agua es buena, exceptuando el caso de El Pallar (No.82), Municipio de San Pedro, Provincia Manuripi, que muestra un valor alto en el hierro (800mg/L), en ninguno de los casos analizados no muestran resultados de problemas especiales.

Los valores de pH y conductividad eléctrica medidos en el momento del estudio se muestran en la Figura 5.3.2, pero existe una tendencia de gran diferencia entre Beni y Pando. El pH en Pando muestra una tendencia a ácido con un valor menor a 6, contrariamente en Beni que está entre 6 a 8. En cuanto a la conductibilidad eléctrica, generalmente se obtuvo valores bajos y particularmente en Pando el valor más grande es 12,1mS/m.; aún así sigue siendo un valor bajo.

La distribución de las características del pH y conductividad eléctrica se muestran en la Figura 5.3.3, en la región central hasta el oriente del departamento de Beni no se observa la distribución de vertientes. En el departamento de Pando el pH se concentra con valores de 5 a 6, pero en la región occidental de Pando el valor del pH está alrededor de 7. Además, los valores de la conductividad eléctrica generalmente son bajos, pero en el occidente de Pando tienen valores alrededor de 2mS/m.

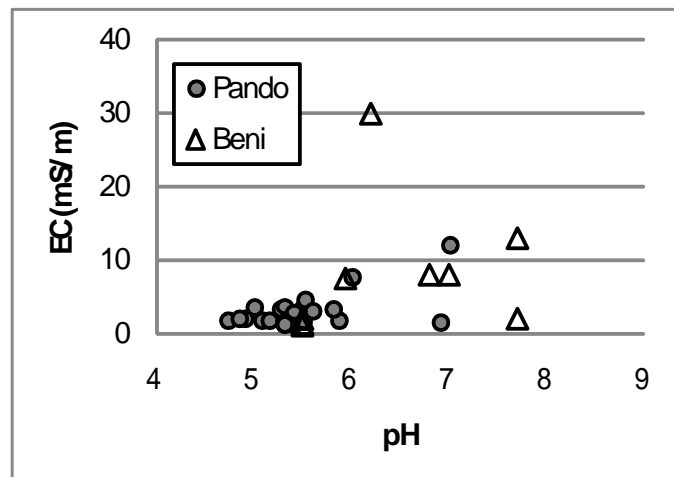


Fig. 5.3.2 Valores de pH y Conductividad (Vertientes)

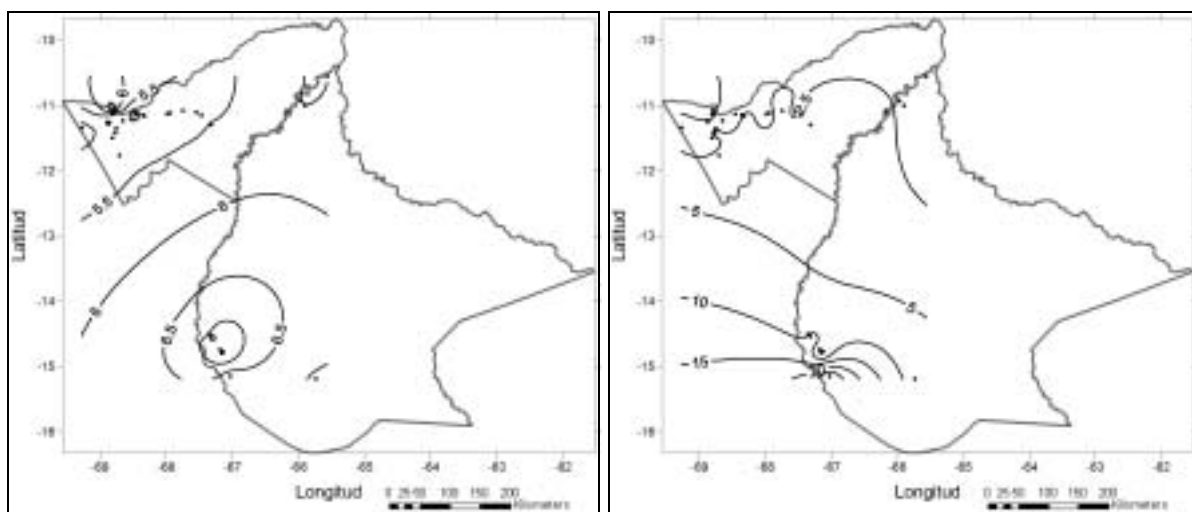


Figura 5.3.3 Características de distribución de la calidad del agua de vertiente (izquierda: pH, derecha: conductividad eléctrica (mS/m))

## (2) Pozos perforados manualmente

En el departamento de Beni se realizó el análisis de calidad de agua en laboratorio de 8 pozos perforados manualmente, verificándose de esta manera la buena calidad de agua en general. Sin embargo, en Las Habras (No.69), se observó una diferencia enorme, ya sea por el acuífero más superficial o por las características geológicas de la región, la mayor parte de los parámetros sobrepasan los valores permisibles. Especialmente, en otros puntos (comunidades) los parámetros que no tienen presencia de ácido nitroso, existe la preocupación por la posibilidad de contaminación de los estratos superficiales. Además, en la comunidad de Puerto Almacén el hierro tiene un valor de 0,930 mg/L valor bastante alto.

Los valores de pH y conductibilidad eléctrica medidos en el momento del estudio se muestran en la Figura 5.3.4, sin embargo no se aprecia ninguna tendencia diferenciada entre Beni y Pando. El pH, en ambos departamentos de Beni y Pando, tiene una variación grande entre 5 y 9. La conductibilidad eléctrica, en el departamento de Pando exceptuando un lugar (Copacabana (No.90), valor: 79,5mS/m), en los demás lugares investigados todos los valores son bajos contrariamente al departamento de Beni donde el máximo valor observado varía hasta 46 mS/m.

La distribución de las características del pH y conductividad eléctrica se muestran en la Figura 5.3.5. El pH en la mayoría de las regiones se distribuyen con valores de 6 a 7, pero en la región norte de Beni existen lugares que el valor sobrepasa de 8. Además, los valores de la conductividad eléctrica generalmente son bajos, pero en la región de Pando y de la parte central hasta el oriente de Beni se distribuyen valores menores de 10mS/m.

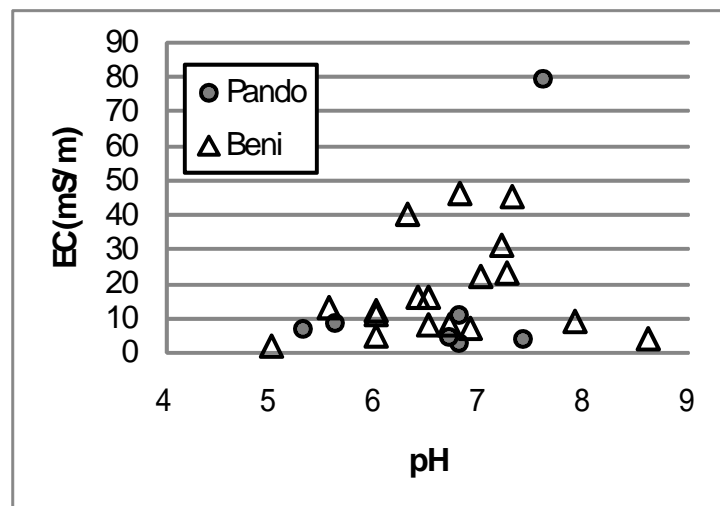
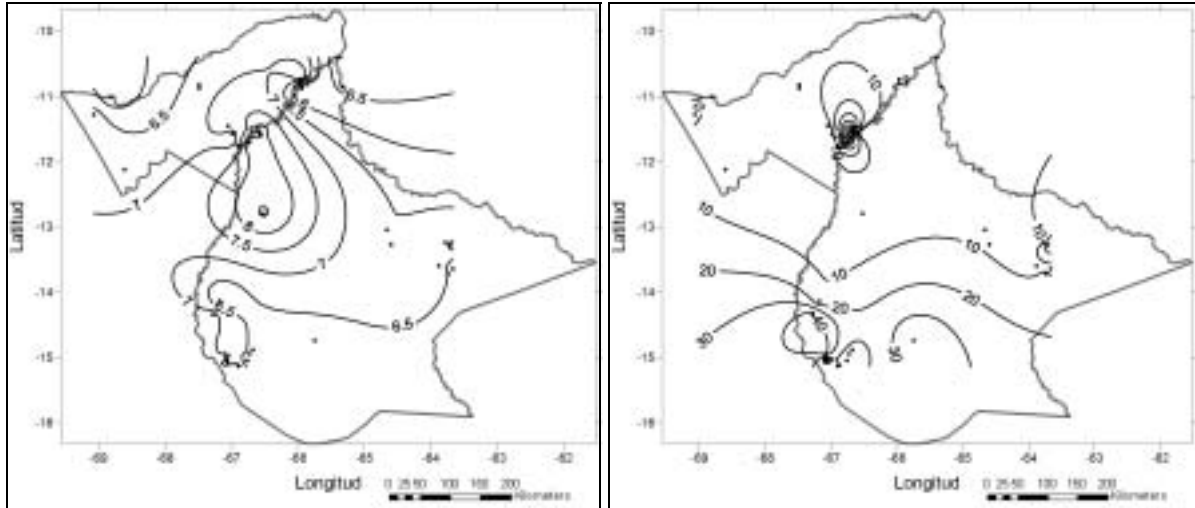


Fig. 5.3.4 Valores de pH y Conductividad ( Pozos perforados manual )



**Figura 5.3.5 Características de distribución de la calidad del agua de pozo manual (izquierda: pH, derecha: conductividad eléctrica (mS/m))**

### (3) Pozos someros

Se realizó el análisis de calidad de agua de pozos someros en laboratorio, en un total de 14 sitios, 3 sitios en el departamento de Pando y 11 sitios en Beni. En forma general no presentan parámetros con valores altos, pero en algunos pozos contienen hierro, ácido nitroso y color que sobrepasan los valores permisibles.

Los valores de pH y conductibilidad eléctrica medidos en el momento del estudio se muestran en la Figura 5.3.6, pero en Pando como no existen fuentes con pozos someros, la mayoría de la muestra son resultados del departamento de Beni. El pH, en ambos departamentos Beni y Pando, según los análisis está en el rango entre 6 y 9. La conductibilidad eléctrica, el 50% está menor de 100mS/m, pero los otros, muestran valores altos, el valor máximo observado, en Miraflores (No.138) con 654mS/m.

La distribución de las características del pH y conductividad eléctrica se muestran en la Figura 5.3.7. El pH en general no se observa ninguna distribución con características relevantes, pero en la región central de Beni se distribuyen valores menores de 7. Además, los valores de la conductividad eléctrica se observa una tendencia de gran diferencia entre las regiones del oriente y occidente, especialmente en la parte sur este de Beni se concentran valores altos.

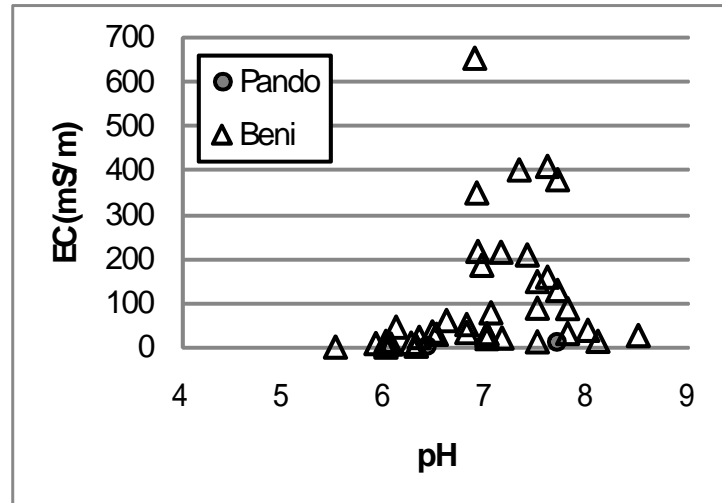


Fig. 5.3.6 Valores de pH y Conductividad (Pozos someros)

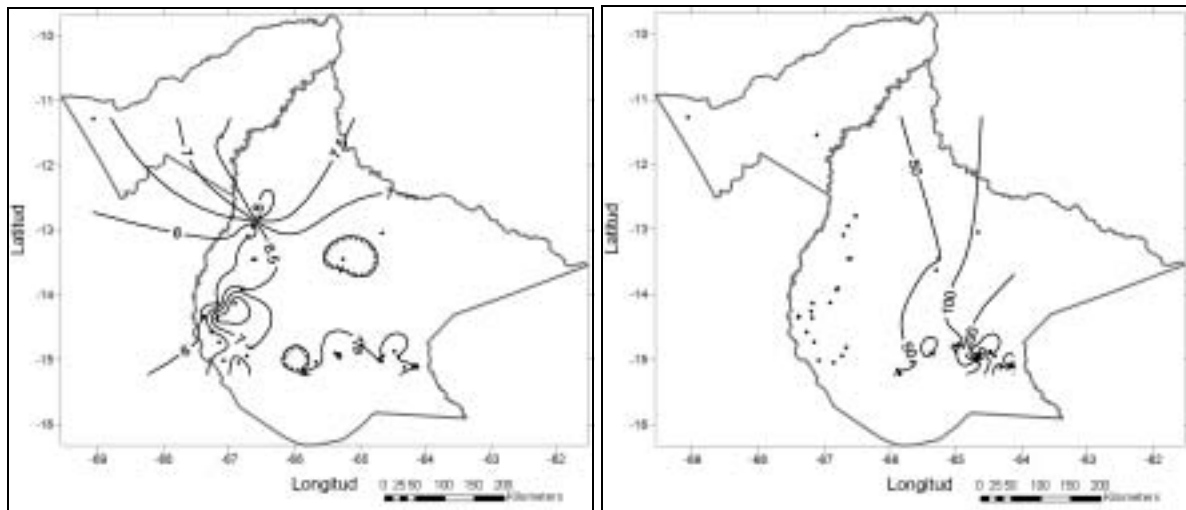


Figura 5.3.7 Características de distribución de la calidad del agua de pozo somero (izquierda: pH, derecha: conductividad eléctrica (mS/m))

#### (4) Pozo profundo

Se realizó el análisis de calidad de agua en laboratorio de 15 pozos profundos, 1 en el departamento de Pando y 14 pozos en Beni. Comparando con las otras fuentes (vertiente, pozo perforados manualmente, pozos someros y norias) existen varios parámetros que sobrepasan las normas básicas en varios pozos en conductividad eléctrica, color, presencia de hierro total, sodio, ácido sulfúrico y otros. De acuerdo a los resultados de análisis de calidad de agua en los pozos de investigación (Tabla 5.3.3), en muchos puntos perforados el valor de hierro total y manganeso sobrepasa la norma, en Puerto Varador el valor del hierro total es más de 7 veces el valor de la norma (2.22mg/L), y en Santa Ana el valor de manganeso es más de 13 veces el valor estándar (1.36mg/L). Además en Santa Ana, la turbiedad, dureza, calcio, magnesio, cloro, ión cloruro e ión sulfato, y muchos otros parámetros exceden a la norma, para ser utilizado como agua potable.

Los valores de pH y conductibilidad eléctrica medidos en el momento del estudio se muestran en la

Figura 5.3.8, pero en el departamento de Pando como casi no utilizan fuentes con pozos profundos, la mayoría de la muestra son resultados del departamento del Beni. El pH, en ambos departamentos Beni y Pando está en el rango mayores a 6,8 con características de tendencia de concentración alcalina. La conductibilidad eléctrica, mayormente está alrededor de 100mS/m, presentando valores relativamente altos, el valor máximo observado, en Mira Peroto (No.144) con 579mS/m.

La distribución de las características del pH y conductividad eléctrica se muestran en la Figura 5.3.9, generalmente se tiene pocos pozos perforados profundos. El pH se puede apreciar en la región occidental del área de estudio son menores a 7,5 y en la región oriental con tendencia a valores mayores a 7,5. Además, los valores de la conductividad eléctrica, en la parte central de Beni se distribuyen valores menores de 100mS/m y en la parte sureste de Beni se observan una tendencia común concentrada en valores altos.

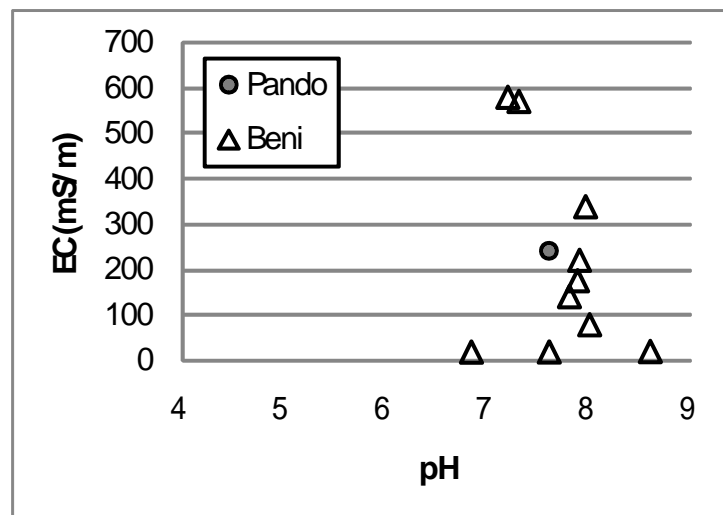


Fig. 5.3.8 Valores de pH y Conductividad (Pozos profundos)

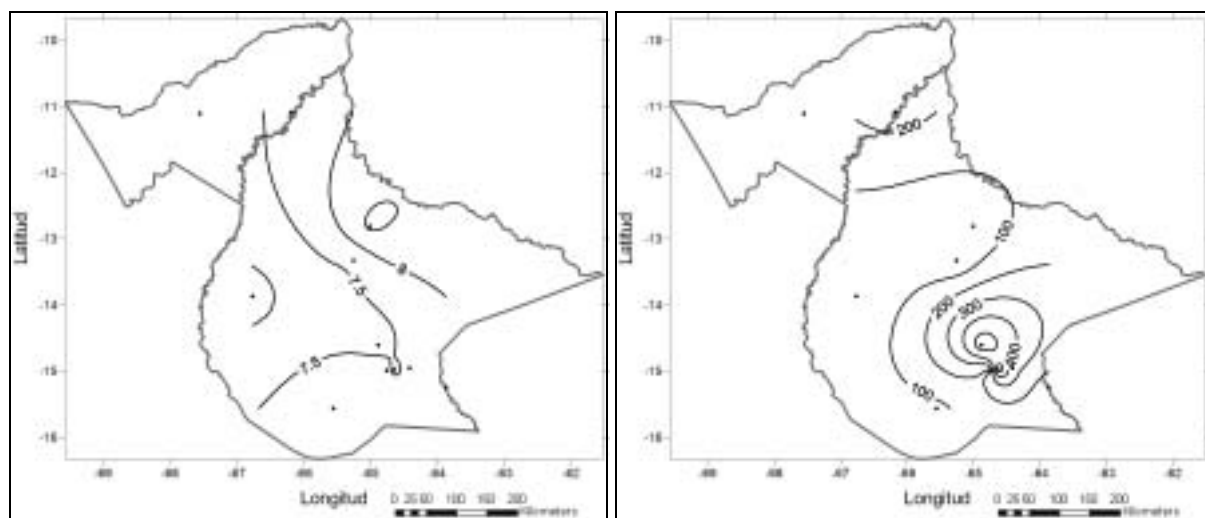


Figura 5.3.9 Características de distribución de la calidad del agua de pozo profundo (izquierda: pH, derecha: conductividad eléctrica (mS/m))

**Cuadro 5.3.3 Resultados de análisis de Calidad de Agua (Pozos de investigación)**

Ítem	Unidad	Valor Norma	Galilea	Puerto San Borja	Puerto Varador	Santa Rosa	Luz de América	Puerto Copacabana	Santa Ana	Magdalena
pH		6.5-9.0	7.78	7.37	8.2	7.43	5.73	6.96	7.5	6.8
Conductividad	μS/cm	-	34.5	147.5	330	181.8	23	78.7	510	-
Color	UVC	15	NDS	NDS	NDS	NDS	5	5	24	12
Turbiedad	NTU	5	5	2.7	14	1.7	0.42	2.1	3.2	19
Dureza	mg/L	500	90	108	495	216	31.3	170	1655.7	49
Calcio	mg/L	200	24	27.2	160	55.2	<10	41	356	13.2
Magnesio	mg/L	150	8	9.72	27	18.9	<10	16.3	1005.8	4.57
Hierro total	mg/L	0.3	0.15	0.118	2.22	NDS	0.54	0.6	0.01	0.04
Manganeso	mg/L	0.1	0.2	0.4	0.7	0.47	<0.02	<0.02	1.36	0.2
Ión cloruro	mg/L	250	11	1	274	160	0.5	40	1599.1	-
Ión ácido sulfúrico	mg/L	400	-	105	292	400	<5	272.7	470	3
Fluor	mg/L	1.5	1.1	<0.01	0.43	1.15	0.1	0.7	0.5	0.01
Ácido sulfúrico	mg/L	45	0	NDS	1.6	NDS	-	1.87	9.33	0
Ácido nitroso	mg/L	0.1	0.003	NDS	0.01	NDS	-	0.49	0.03	0.007
Cobre	mg/L	1	0.05	-	0.73	-	0.031	<0.05	<0.05	0.05
Cromo exavalente	mg/L	0.05	0	-	0	-	-	<0.02	<0.02	0



## 5.4 Desarrollo de Fuentes de Agua (Recursos Hídricos)

### 5.4.1 Potencial de Desarrollo de Agua Subterránea (pozos)

De los resultados del estudio de fuentes de agua mencionada arriba, se realizó un análisis respecto a la potencialidad de desarrollo de aguas subterráneas (pozos) en el área de estudio. En la Cuadro 5.4.1 se muestra el Plan de Desarrollo de Aguas Subterránea por regiones hidrogeológicas, a continuación se describen las características por cada región. Además, en el gráfico de estimación la profundidad máxima el potencial para el desarrollo de aguas subterráneas según los resultados del análisis hidrogeológico es como se muestra en la Figura 5.4.1. Las zonas con acuíferos con mayores de 150 metros de profundidad para el desarrollo de aguas subterráneas, se limitará al sur de Beni.

El cálculo del caudal de bombeo de agua disponible se ha realizado a través de la fórmula de Jacob siguiente:

$$Q = k \times L \times s \div 0,183$$

Q : Volumen de bombeo posible (disponible)

K : Coeficiente de permeabilidad

L : Longitud de filtros o rejillas (Se asume para la zona hidrogeológica III y la zona Oriental IV de 10m, y las otras zonas 20m)

s : Cantidad admisible de descenso del nivel del agua subterránea

Con respecto a la región hidrogeológica V en la parte central , en pozos de 50~100 metros de profundidad no se ha realizado la prueba de bombeo, por lo que no puede calcular la cantidad de agua disponible. Aquí, se utilizará los resultados de la prueba de bombeo del pozo de investigación (profundidad de filtros: 136 ~ 160m) ejecutada en Santa Ana, la cantidad de agua de bombeo se ha calculado como un valor de referencia.

**Cuadro 5.4.1 Plan de Desarrollo de Aguas Subterráneas (Pozos) por cada Región Hidrogeológica**

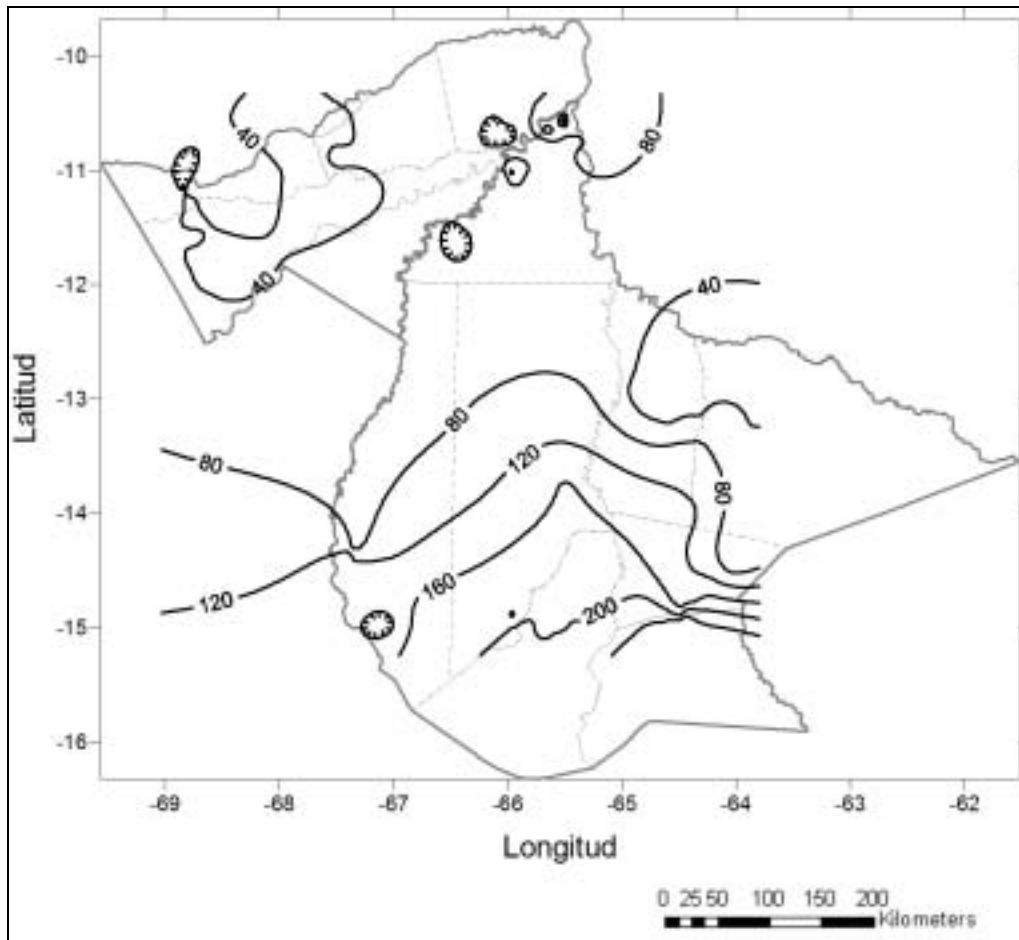
Región Hidrogeológica	Geomorfología	Geología	Plan de desarrollo de aguas subterráneas	Volumen de disminución del nivel (GL-m)	Volumen de bombeo posible (L/min)
I	Colina	Capas del periodo cuaternario ~ terciario (arena, arcilla)	Pozo profundo (50 ~ 100m)	15	6.0
II	Colina	Capas del periodo cuaternario ~ terciario (arcilla)	No tiene		
III	Colina en laderas	Capa grava en terrazas	Pozo somero (10 ~ 20m)	5	15.8

IV	Meseta	Capas del periodo cuaternario ~ terciario (arena, arcilla)	Pozo profundo (50 ~ 100m) Dispositivo de remoción simple (Fe)	15	9.3
V	Llanuras bajas	Capas aluvional (arena, arcilla) Periodo cuaternario (arena, arcilla)	Región Sur: Pozo profundo (100 ~ 200m) Dispositivo de remoción simple (Fe, Mn)	10	1.6 ~ 13.9 (promedio 5.8)
			Región oriental: Pozo somero (10 ~ 30m) No tiene	5	1.6
VI	Abanico aluviales	Capas del periodo cuaternario	No tiene		

De los resultados de la prueba de bombeo del pozo de investigación, se ha calculado el coeficiente de permeabilidad de cada punto, este valor fue utilizado para calcular y obtener el volumen posible (disponible) de extracción de cada región hidrogeológica. Este volumen de bombeo disponible se define como el volumen de bombeo máximo que no permita la disminución del nivel del agua subterránea mayor a la cantidad constante (5m, 10m, 15m). El valor de disminución del nivel del agua subterránea según el cálculo realizado, se ha establecido por regiones hidrogeológicas sobre la base de la posibilidad de originar hundimientos (presencia de capas de arcilla aluvional) (Cuadro 5.4.2). En las regiones (región hidrogeológica I y IV) donde se distribuye las capas de la Era Cuaternaria a la Era Terciaria y no existe la posibilidad de hundimientos se determina a 15m; en las regiones (región hidrogeológica III) donde no existe la posibilidad de hundimientos pero la expansión de sus acuíferos son formados en pequeñas terrazas de gravas se determina a 5m; en regiones (de la parte sur a la central de la región hidrogeológica V) donde existe la posibilidad de hundimientos pero, la extracción de agua son de acuíferos profundos, se determina a 10m; y en regiones (la parte oriental de la región hidrogeológica V) donde existe la posibilidad de hundimientos pero, la extracción de agua son de acuíferos someros, se determina a 5m.

**Cuadro 5.4.2 Norma para establecer el volumen de disminución de aguas subterráneas**

Posibilidad de causar hundimientos (Distribución de capas aluviales de arcilla)	Propagación del acuífero	Capa de extracción de agua	Región hidrogeológica aplicado	Volumen de disminución de nivel del agua subterránea (m)
No tiene	Gran escala	Capa profunda	I y IV	15
	Pequeña escala	Capa profunda	III	5
Tiene	Gran escala	Capa profunda	V (parte sur a central)	10
	Median a pequeña escala	Capa somera	V (parte oriental)	5



**Figura 5.4.1 Mapa de distribución de profundidad máxima de desarrollo de aguas subterráneas (profundidad m)**

(1) Región Hidrogeológica I

La forma de uso de agua actual básicamente son por vertientes, también existen uso de fuentes de arroyos y pozos excavados manualmente. Los arroyos que es básico del uso de agua, básicamente son aguas de vertientes acumuladas, también los niveles de aguas subterráneas de los pozos perforados manualmente tienen niveles similares, con lo cual podemos afirmar sin lugar a equivocarnos que todas las fuentes de agua tienen su origen en las aguas subterráneas de las vertientes y de los estratos superficiales. Cada uno de las fuentes de vertientes pequeñas pueden abastecer su caudal a comunidades pequeñas, sin embargo si consideramos el crecimiento poblacional futura, se prevé que el caudal especialmente en la época seca será insuficiente. Además, considerando que las fuentes son subterráneas de estratos superficiales, se corre un alto grado de peligro de contaminación por infiltración de residuos desde la superficie, que será necesario tomar las medidas como instalaciones de tratamiento de agua de acuerdo al crecimiento de la población.

De los resultados del a perforación de investigación de Mukden, hasta los 102m de profundidad se encuentra distribuido capas de espesores considerados de arena, especialmente de los 54m hasta los 69m son estratos formados de arena mediana considerados como acuíferos potenciales. En la

comunidad de Luz de América también, de los 14 a 55m de profundidad, compuestos principalmente de arena mediana considerados como acuíferos potenciales. En la comunidad de Luz de América el volumen de bombeo posible obtenido de los resultados de la prueba de bombeo es de para 6L/s, el volumen de disminución de la cantidad de las aguas subterráneas es de 15 m corresponde 6L/s, se prevé que cubrirá los suficiente el crecimiento futuro de la población de la comunidad beneficiaria. Sin embargo, en los resultados del análisis de calidad de agua del pozo de investigación (Luz de América) se ha verificado que el valor del parámetro de hierro total (0,54mg/L) excede a las Normas, siendo necesario analizar la construcción de instalaciones para la remoción de ésta.

## (2) Región Hidrogeológica II

La forma de utilización del agua actual es igual que en las colinas altas de Pando principalmente, también utilizan fuentes de arroyos y pozos excavados manualmente. En los diferentes problemas también son similares a las colinas altas de Pando, se prevé en lo futuro la deficiencia de volumen de agua y contaminación desde la superficie.

Con los resultado de la perforación e pozos de investigación, mayor a los 24m de profundidad se ha verificado la presencia continua de capas de arcilla.

Además todas las zonas cercanas a la colinas se distribuyen la misma capa de de arcilla, por lo que se considera complicada el desarrollo de aguas subterráneas de estratos someros y profundos.

Existe posible capas de arena distribuidas en la parte superficial de las colinas, siendo posible el uso de agua subterráneas de pequeña magnitud con pozos perforados manualmente y con vertientes como lo utilizan actualmente. En el caso de utilizar agua de vertiente o agua de arroyos de origen de agua de vertientes, se debe verificar detalladamente la cuenca de captación de aguas subterráneas de las capas superficiales, requiriendo seleccionar el punto de toma de agua donde no afecte la contaminación de las comunidades aledañas. Dependiendo de la situación, se debe analizar y considerar la instalación de tratamiento de agua y obras de toma de agua.

## (3) Región Hidrogeológica III

La forma de utilización del agua actual es de vertientes y pozos manuales principalmente, ambos son alimentadas por aguas subterráneas de las terrazas y estratos sedimentarios. El coeficiente de permeabilidad de los acuíferos son considerados buenos por estar formados por estratos de gravas, por lo que es posible un plan de desarrollo de aguas subterráneas con pozos someros y pozos perforados manualmente de 20 a 25m de profundidad. Si asignamos el valor de del coeficiente de permeabilidad (aprox. 5m/día) de estratos de grava en general, el volumen de bombeo disponible, para un volumen de disminución de nivel del agua subterránea de 5m corresponde a 15,8L/s; considerando el incremento de la población futura de la comunidad del área de estudio. No obstante, previo a estimar el volumen de almacenamiento de agua subterránea es importante realizar estudio geológico y topográfico (exploración superficial del suelo, perforación, exploración geofísica, etc.) con lo cual se requiere verificar el espesor del acuífero y su extensión (propagación) confirmado. Además, por ser

suelo formado principalmente de grava, con la técnica simple local de perforación de pozos, se prevé que el tiempo de trabajo será extendido, y la construcción del pozo no será fácil.

#### (4) Región Hidrogeológica IV

La forma de utilización del agua actual es de pozos manuales principalmente, existen también uso de pozos someros. El uso de vertientes y pozos perforados manualmente, son similares a las colinas de Pando, donde se presume una contaminación en la calidad del agua y deficiencia de agua. Por otro lado, con los resultados de la perforación de investigación de Puerto Copacabaña, se ha encontrado suelos formados principalmente de arena mediana entre los 11m a 41 de profundidad, considerado como un buen acuífero. Además, también se ha confirmado la existencia de pozos surgentes de un rango de 40m de profundidad en Villa Cotoca (No.123) en el departamento de Pando y en Austria (No.105) en el departamento de Beni, con todo esto se considera que esta región tiene alto potencial de desarrollo de aguas subterráneas.

El volumen de bombeo posible de explotación obtenido de los resultados de las pruebas de bombeo, para el volumen de disminución de agua subterránea de 15m corresponde 9,3L/s, se prevé que cubrirá lo suficiente el crecimiento futura de la población de la comunidad beneficiada. Sin embargo, en los resultados del análisis de calidad de agua del pozo de investigación (Puerto Copacabaña), el hierro total alcanza a 8,7 mg/L superando considerablemente las normas, siendo necesario analizar la construcción de instalaciones para la remoción de ésta.

#### (5) Región Hidrogeológica V

La forma de utilización del agua actual son de pozos profundos y someros principalmente, pero generalmente son pozos someros hasta 50m de profundidad, en algunas zonas específicas utilizan pozos profundos de aproximadamente de 100m de profundidad. Sin embargo, dentro de estos pozos la calidad de agua es mala, se ha verificado el contenido (hierro, manganeso, sal, etc.) en algunos pozos. En estas zonas, se utilizan agua para consumo humano agua de diferentes fuentes como pozos perforados manuales, ríos, lagunas, posas (atajados), etc. Sin embargo, se tiene el riesgo y preocupación de contaminación de las capas superficiales y deficiencia de agua superficial y subterránea somera, por lo tanto no se asegura en lo futuro su uso como fuente de agua segura.

En la primera fase se ha ejecutado perforaciones de investigación en 4 lugares en el sur de las llanuras del Beni (Galilea, Puerto San Borja, Puerto Varador y Santa Rosa) donde se ha verificado en todos los lugares un caudal suficiente de los acuíferos potenciales. En esta región tiene la característica de los sedimentos, que es posible de dividir en 3 niveles de acuíferos: superior, central e inferior, y según sus límites de cada acuífero entre el superior y central a una profundidad de 30 ~ 50m, entre el central e inferior de 135 ~ 155m. Además, con los resultados de perforación de investigación de la segunda fase ejecutada en Santa Ana de la región central de las llanuras de Beni, de la misma forma ha sido confirmado la división de los 3 acuíferos mencionados. Sin embargo, en Magdalena, ubicados en los llanos orientales de Beni, se encuentra la roca madre (granito) a poca profundidad de la superficie,

solo se ha podido verificar la distribución en la capa superior, por lo cual se limita el desarrollo de aguas subterráneas solo en la capa superficial (10~40m de profundidad).

De los resultados de la prueba de bombeo del pozo de investigación, se ha calculado el volumen disponible de extracción de la capa intermedia a la inferior, el volumen de disminución del nivel del agua subterránea para 10m corresponde un promedio de de 5,8L/s; considerando el incremento de la población futura de la comunidad del área de estudio. Sin embargo, según los pozos de investigación existen diferencias en los resultados (coeficiente de permeabilidad), por lo tanto, en la instalación de pozos productivos, es necesario realizar una adecuada interpretación de datos de la prueba de bombeo como del perfilaje eléctrico, prestando mucha atención de cambios de las situación geológica. Particularmente, en los resultados de la prueba de bombeo del pozos de Puerto San Borja, el valor del coeficiente de permeabilidad es ligeramente, y se requiere un estudio más detallado cuando se realice un nuevo desarrollo de aguas subterráneas por ésta región. Además, con los resultados de la prueba de bombeo de Magdalena que explota la capa superior, el volumen de bombeo disponible, el volumen de disminución del nivel del agua subterránea para 5m corresponde un promedio de de 0,4L/s; considerando población beneficiaria de la comunidad no es necesariamente suficiente. Cuando se desarrolle la fuentes subterráneas, previamente es necesario ejecutar un adecuado estudio (estudio geológico, pruebas de bombeo, etc.), también se requiere analizar la instalación de varios pozos.

La calidad de y agua de los pozos somero existentes en profundidades menores de 50m y en pozos profundos (50 a 100m de profundidad) en la parte sureste del departamento de Beni, se ha podido verificar la presencia de hierro total y manganeso que superan el valor de las Normas. En los pozos con alta concentración de hierro total, exceptuando la región oriental de la llanura del Beni, se ha confirmado en casi todas las regiones, la alta concentración de manganeso están concentrada en la región sur de las llanuras del Beni. También en la perforación de investigación, en todos los sitios el contenido de manganeso es superior a la norma. En particular, en Puerto Varador el contenido de manganeso es de 1,5 mg/L, el hierro total de 2,69 mg/L considerado de alto contenido.

Dentro de los pozos de investigación también, tienen un contenido de hierro total mayor a lo permisible en la norma, tenemos los pozos de Puerto San Borja, Santa Rosa y Santa Ana donde se instalaron filtros en medio de la capa inferior a una profundidad mayor a los 150m, en esta capa inferior (profunda) se considera que la concentración de hierro total es baja. Por otro lado, en Santa Ana, se ha verificado que algunos parámetros (manganeso, ión cloruro, etc.) exceden grandemente los valores de la norma, el acuífero inferior no es apta para el consumo humano. En los alrededores de la región central del departamento de Beni, según los resultados de los análisis de la calidad de agua de los pozos existentes, se define que es posible la explotación y uso de los acuíferos intermedios (50 a 100m de profundidad). Además, el pozo de investigación de Magdalena, se ha instalado los filtros en el acuífero superior, y el resultado del análisis de calidad de agua fue buena, por lo que se define que en la región oriental del departamento de Beni es posible la explotación y uso de fuentes subterráneas también del acuífero superior (menos profundo)

Como se ha señalado anteriormente, en la región sur de Beni en los acuíferos profundos de los 100 ~ 200m de profundidad (acuífero central e inferior), en la parte central del departamento de Beni en las

capas profundas de 50~100m (acuífero intermedio), y en la parte oriental de Beni la capa somera de 20~40m (acuífero superior), considerado alto potencial de desarrollo de aguas subterráneas. Sin embargo, en los pozos de investigación también, se han podido verificar que la concentración de hierro total y manganeso sobrepasan el valor de la norma, y dependiendo del grado de concentración es necesario analizar la instalación de sistema de remoción de estos.

#### (6) Región Hidrogeológica VI

La forma de utilización actual son principalmente de tomas de agua de arroyos, también se utilizan pozos someros y una parte pozos perforados manualmente. Las tomas de agua de los arroyos la realizan con una aducción de varios kilómetros con tuberías, y el estado de operación y mantenimiento (administración) mayormente es buena, también su buena utilización.

Mientras tanto, los pozos someros tiene una calidad de agua mala, los pozos excavados por falta de caudal de agua, se han replicado o difundido mucho en esta región.

La geología de esta región, están formadas por derrumbes y mazamoras de arena y lodo de la región montañosa, considerado un suelo formado principalmente de capas de grava, por lo que es difícil la perforación de pozos con la tecnología local. Además, con la captación con un sistema de obras de toma actuales desde los arroyos será suficiente el agua siendo baja la necesidad de desarrollo de aguas subterráneas nuevas.

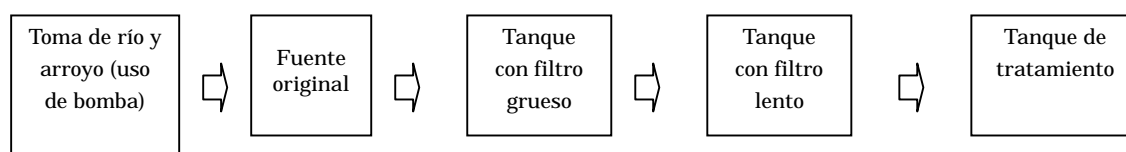
## 5.4.2. Agua de Lagos y Ríos

Cuando se tome como la última alternativa las fuentes de agua de ríos, lagos y arroyos, será necesario realizar su tratamiento o purificación respectiva de estas aguas. Los principales problemas son los siguientes.

- Alto grado de turbidez
- Dependiendo del río, tiene un alto grado de color
- La ubicación de la fuente de agua es más baja que la comunidad, por lo que requiere energía para la bomba en la obra de toma de agua.
- Cuando la comunidad tiene una gran población, se debe contratar un operador a tiempo completo, lo que posibilita la operación y mantenimiento del sistema con una adecuada capacitación, pero la población es pequeña la operación de una planta de tratamiento de aguas es onerosa.

Con base a lo mencionado arriba, la posibilidad de implementar un sistema de tratamiento de agua, es como se indica a continuación.

### (1) Caso 1: Tanque con Filtro grueso + tanque con filtro lento

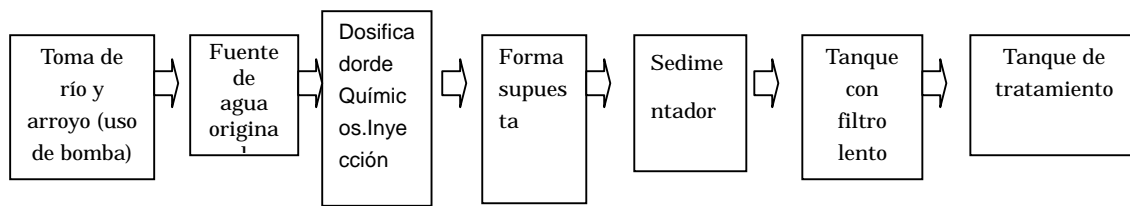


- \* Obra de toma de agua: se debe ingeniar instalaciones de toma de agua con sistema de flotadores para homologar las fluctuaciones del nivel de agua del río.
- \* Tanque de agua: se debe tomar un gran tamaño de tanque, donde se pueda sedimentar la mayor cantidad de arena.
- \* Tanque con filtro grueso: debe ser un sistema de fácil operación y flujo hacia arriba. En la operación se debe realizar la limpieza del lodo todos los días.

El sistema actual, y en este estudio también, a partir de septiembre de 2008, se ha analizado la ejecución de investigar la toma de agua del río Mamoré, a través de la investigación, viendo la posibilidad hasta qué nivel de turbidez, y cuando la turbidez es alta se tendrá que detener la toma de agua. Para la operación es necesario contratar un operador a tiempo completo, además se requiere una capacitación e instrucción en operación y mantenimiento.

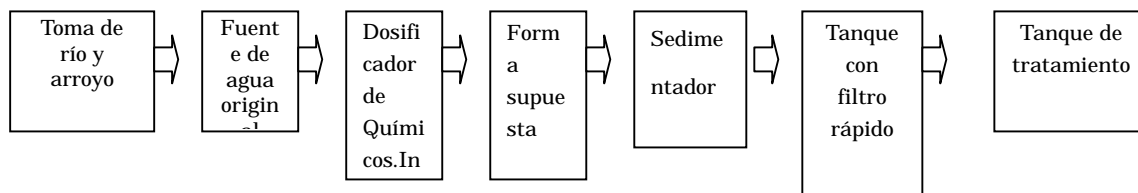


(2) Caso 2: Químicos (sulfato de aluminio) + Filtro lento



Como medidas para la alta turbidez, se realizará la eliminación de la turbiedad con el uso de sulfato de aluminio. Cuando la turbidez del agua es alta se debe detener previamente la captación en la obra de toma. Para la operación es necesario la contratación de un operador a tiempo completo, el contenido de la operación, debe ser de mejor calidad que el sistema de descrito arriba, siendo requerido la capacitación en l operación y mantenimiento.

(3) Caso 3: sistema de filtración rápida



En general es un sistema de filtración rápida, para la regulación del sulfato de aluminio y del pH se realiza la inyección de cal. Para la operación es necesario la contratación de un operador a tiempo completo, el contenido de la operación es un sistema de mayor tecnología que el anterior por lo que se requiere una formación y capacitación en operación y mantenimiento.

Actualmente, está en consideración la investigación del caso 1, según lo resultados que se puedan obtener, cuando los costos y contenido de operación sea adecuada para el abastecimiento de agua a las comunidades se llevará como un sistema para su difusión o réplica.

Cuando una comunidad tenga una población relativamente grande, de acuerdo al estado de la turbidez y color, se considera factible la introducción del sistema del Caso 2 y Caso 3.

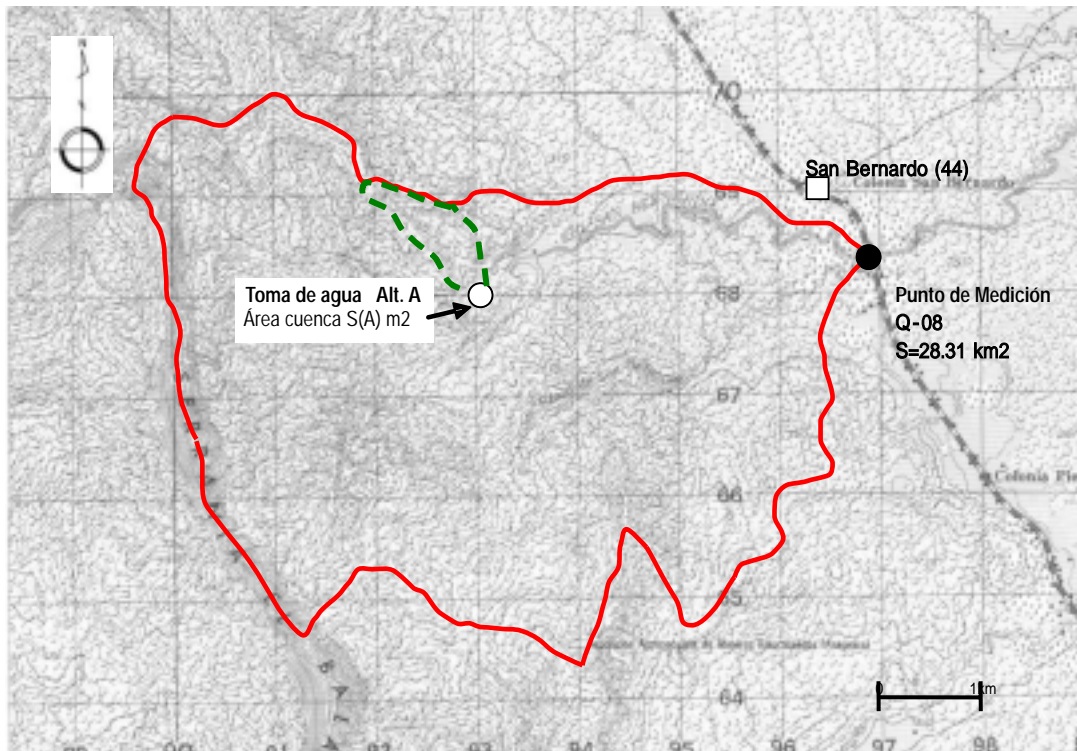
### **5.4.3 Arroyos o Torrentes**

Como se describe en el punto 5.1.2, en la región occidental del departamento de Beni, en dirección a Yucumo (No.83) y Rurrenabaque, utilizan tomas de agua de los arroyos, la aducción y distribución de agua la realizan por gravedad que está disponible. De la comunidad a pocos kilómetros de distancia existen arroyos con origen de fuentes de vertientes, donde construyen las obras de toma, en medio construyen un tanque de almacenamiento de agua, del cual realizan la distribución por gravedad a través de una tubería de PVC hasta la comunidad.

Las fuentes de agua (recursos hídricos), se define utilizar pequeñas cuencas donde se garantice el caudal adecuado a la demanda de agua. El caudal de los puntos de toma de agua, se calcula multiplicando el resultado del cálculo del área de la cuenca pequeña en base al carta geográfica a escala 1:50.000, donde se ha calculado el caudal relativo por mediciones y observaciones mencionada anteriormente. Además, la ubicación de la instalación de la obra de toma debe ser aguas arriba, debiendo verificar la existencia de uso de agua de arroyo ya sea para riego u otros, análisis de deterioro de la calidad de agua por ingresos de ganado, y otro tipo de estudio que deben ser ejecutadas previa a la definición.

Como ejemplos de planificación se tiene: San Bernardo (No.44) Propuesta de Plan de Desarrollo de Fuentes de Agua como se muestran en la Figura 5.4.1 y en la Tabla 5.4.1. Con la utilización de los datos de observaciones de junio de 2008, para calcular el caudal relativo (relación de flujo), donde se ha planificado la obra de toma de una cuenca pequeña en aguas arriba a unos 3,5km de la comunidad. En este plan el caudal calculado en base al caudal relativo, donde se puede apreciar que es suficiente de acuerdo a la demanda máxima de agua de la comunidad.

Sin embargo, dependiendo de la estación, se puede observar y considerar la gran diferencia en la infiltración (filtración) hacia el subsuelo, como los principales cambios se han realizado mediciones y observaciones desde la estación seca en forma continua, con la acumulación de datos se trata de mejorar la precisión.



**Figura 5.4.2 Mapa del Plan de Desarrollo de Fuentes de Agua en San Bernardo (No.44) (proyecto)**

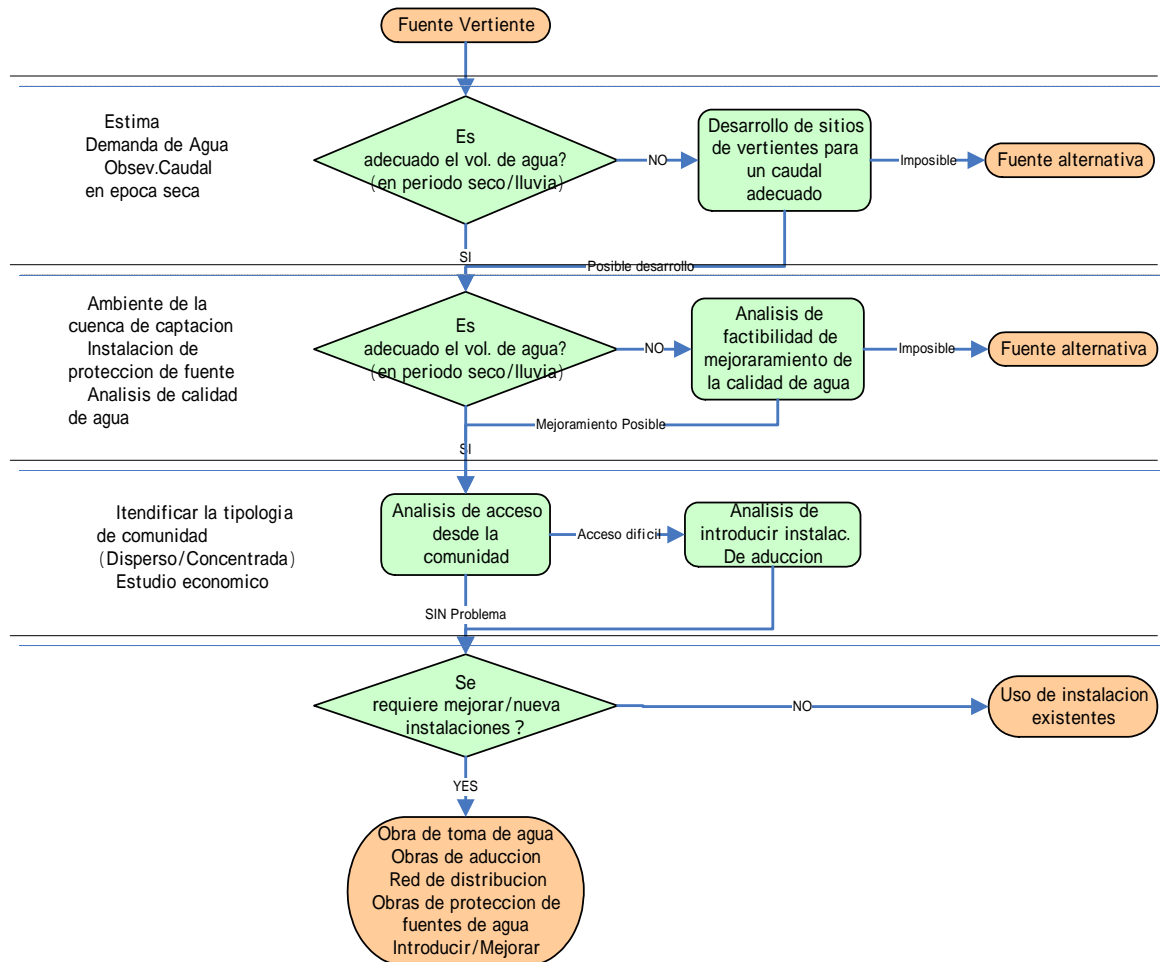
**Cuadro 5.4.3 Plan de Desarrollo de Fuentes de Agua en San Bernardo (No.44) (proyecto)**

N ° de cuenca	Nombre Comunidad	Área de cuenca	Caudal medido (Junio)	Caudal relativo (Junio)	Área de captación del punto A	Caudal del punto A	Demanda de agua máxima
		km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /sec	m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /sec (m <sup>3</sup> /day)	m <sup>3</sup> /sec (m <sup>3</sup> /day)
Q-08	San Bernardo(44)	28.31	0.49	0,0173	0.58	<b>1.00×10<sup>-2</sup></b> <b>(866.9)</b>	<b>1.90×10<sup>-4</sup></b> <b>(16.8)</b>

#### 5.4.4 Arroyo y Vertientes

Los arroyos y vertientes, por ser fuentes de agua más económicas en cuanto lo permita la calidad y cantidad de agua, son posible de utilizar previa ejecución de obras de protección de los puntos de toma de agua y área de recarga.

Sin embargo, se tiene datos del estudio de investigación de una serie en tiempo del caudal y calidad del agua estando en una situación de insuficiencia de datos relacionados. Además, con la experiencia sobre la exploración en campo, muchas vertientes tiene un área de recarga relativamente pequeño, y de acuerdo al desarrollo de la comunidad (crecimiento poblacional), en lo futuro se prevé también que habrán muchos casos de insuficiencia de volumen de agua que deben ser consideradas. En la Figura 5.4.3 se muestra el flujograma de análisis de desarrollo de fuentes de agua de las vertientes existentes.



**Figura 5.4.3 Flujograma de Análisis de Desarrollo de Fuentes de Agua de Vertiente**

En caso de analizar el uso de vertientes como fuente de agua, primeramente se debe analizar si es adecuado el volumen de la vertiente. En este caso, como se ha descrito en 5.1.3(2), se debe realizar una medición y análisis para cada tipología de uso de arroyo y vertiente.

1) Tipología 1: Comunidades que tiene un solo punto de vertiente como fuente de agua

Se ejecuta en forma continua la medición del caudal de la vertiente principal puntual.

En particular, es importante el abastecimiento de la demanda de agua de la comunidad sobre el volumen de agua en la estación seca. El volumen de agua, se calcula como se describe en 5.1.3 (1) con la utilización de bolsas de plástico o baldes para la forma del estudio, y se crea los puntos límites, en caso donde los lugares de pérdida es difícil de observar, se toma una cierta

cantidad estable de agua extraída, y se espera el tiempo de recuperación hasta el nivel inicial, este método puede ser usado para medir.

En la Cuadro 5.4.4 se muestra un ejemplo comparativo de la demanda máxima de volumen de vertiente real medida en la tipología 1 de la Fase 2 (junio de 2008). En la comunidad de Tres Arroyos

(No.22) no cumple con la máxima demanda de agua, es necesario considerar puntos alternativos de fuentes de agua de vertiente. Por otra parte, en Nueva Vida (No.10), tienen agua suficiente para satisfacer la demanda. A partir del flujograma mencionado anteriormente, cuando la calidad del agua, las condiciones sociales, están satisfechas lo cual posibilita el desarrollo de fuentes de agua de vertiente.

Sin embargo, dependiendo de la estación, se puede observar y considerar la gran diferencia en la infiltración (filtración) hacia el subsuelo, como los principales cambios se han realizado mediciones y observaciones desde la estación seca en forma continua, con la acumulación de datos se trata de mejorar la precisión.

**Cuadro 5.4.4 Cuadro Comparativo de la Demanda de Agua Máxima y Volumen de Vertiente en Un Solo Punto**

Tipología	Provincia	Municipio	Comunidad	Fecha de Medición	Vol. Vertiente m <sup>3</sup> /sec (m <sup>3</sup> /day)	Demanda Máx. m <sup>3</sup> /sec (m <sup>3</sup> /day)
1	Nicolás Suárez (Pando)	Bolpebra	Tres Arroyos (No.22)	2008/6/26	<b>1.48×10<sup>-5</sup></b> <b>(1.28)</b>	<b>6.83×10<sup>-5</sup></b> <b>(5.9)</b>
1	Nicolás Suárez (Pando)	Bella Flor	Nueva Vida (NO.10)	2008/6/22	<b>4.69×10<sup>-4</sup></b> <b>(40.49)</b>	<b>4.98×10<sup>-5</sup></b> <b>(4.3)</b>

## 2) Tipología 2: Comunidades con Arroyo formadas por varias Vertientes

Los casos de conformación de un arroyo de varios lugares de vertientes en las quebradas, al igual que en la tipología 1, en un punto en la vertientes, así como el método de ponderar el caudal de la vertiente y la demanda de agua, al mismo tiempo el caudal del arroyo, se puede utilizar el método para encontrar el punto de la vertiente y detectar el caudal potencial de la misma, necesario para el caudal relativo.

En el estudio de la Fase 2 (Junio de 2008), en la comunidad de Santa Rita (No.7) aplicando el método similar a la tipología 1, se realizó la medición del caudal de la vertiente en un punto. En la Cuadro 5.4.5 se muestra la relación entre el caudal de la vertiente y la demanda máxima de agua de un punto en la vertientes en la comunidad de Santa Rita (No.7).

**Cuadro 5.4.5 Tabla de la Relación entre el Caudal de la vertiente y la demanda máxima de agua de un punto en la vertientes (Santa Rita)**

Tipología	Provincia	Municipio	Comunidad	Fecha de Medición	Vol. Vertiente m <sup>3</sup> /sec (m <sup>3</sup> /day)	Demanda Máx. m <sup>3</sup> /sec (m <sup>3</sup> /day)
2	Nicolás Suárez (Pando)	Bella Flor	Santa Rita (No.7)	2008/6/22	<b>2.36×10<sup>-4</sup></b> <b>(20.4)</b>	<b>2.23×10<sup>-4</sup></b> <b>(19.3)</b>

Los resultados de este estudio es garantizar el volumen de la vertiente para satisfacer la demanda de agua máxima, pero cuando complementamos los datos del mes de septiembre que es el pico como valor mínimo en el caudal de la vertiente, puede estar por debajo del caudal de la vertiente requerida como fuente de agua, en tal caso será necesario encontrar o buscar otro punto de la vertiente.

Como se describe en el punto 5.1.3 (2) [Tipología 2], el flujo en esta región se considera el arroyo formado por la unión de un grupo de vertientes, desde el punto del caudal del arroyo y el caudal relativo de la cuenca, se calcula el área de la cuenca que satisfaga la demanda máxima de agua (ver Figura 5.1.4). En la Cuadro 5.4.6 muestra el área de la cuenca requerida en la fuente de agua calculada del caudal relativo.

**Cuadro 5.4.6 Área de la Cuenca Requerida en la Fuente de Agua Calculada del Caudal Relativo (Santa Rita)**

Comunidad	Área de la Cuenca	Caudal real del arroyo	Fecha de Medición	Caudal relativo	Demanda máx. de Agua	Área de cuenca para satisfacer la demanda máxima de agua
	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /sec		m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /sec (m <sup>3</sup> /day)	km <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )
Santa Rita (7)	1.14	0.0504	2008/6/22	0.0442	<b>2.24×10<sup>-4</sup></b> <b>(19.3)</b>	<b>0.0051</b> <b>(5,061)</b>

Para este caso, el caudal del arroyo del punto de observación aguas arriba, tomando el punto de la vertiente que tiene un área de captación de agua (cuenca) para satisfacer la demanda máxima de agua se puede realizar su desarrollo. Sin embargo, cuando se calcula el caudal relativo, en caso de dificultades de realizar una delimitación de cuencas sobre el mapa topográfico, este método no puede ser utilizado, ya que no es posible la observación del caudal de la vertiente por lo que se debe encontrar otro punto de la vertiente, lo que requiere ejecutar la observación o medición del caudal de la vertiente nuevamente con el mismo método de la tipología 1.

### 3) Tipología 3: Comunidades donde tienen Múltiples puntos de toma de agua de vertiente

Cuando tienen múltiples puntos de toma de agua de vertiente, se debe seleccionar un punto representativo de la vertiente, con la metodología similar a la tipología 1, se realiza la medición del caudal de la vertiente, para determinar

y un patrón con una técnica similar para observar la cantidad máxima de agua a agua de lo adecuado o no a la demanda máxima de agua. Cuando el caudal de la vertiente no satisface el volumen necesario o no existe arroyos con origen de agua de vertiente, o cuando se determina dificultades para el desarrollo de vertientes como fuentes de agua, será necesario considerar fuentes de agua alternativas como tomas de agua en quebradas, pozos y otros.

## **Capítulo 6. Línea Básica del Proyecto de abastecimiento de agua en áreas rurales**

## Capítulo 6. Línea básica del proyecto de abastecimiento de agua en las áreas rurales

Se resume a continuación la línea principal para planificar proyectos de suministro de agua en las áreas correspondientes de ambos departamentos.

### 6.1 Plan de desarrollo de recursos hídricos

#### 6.1.1 Orden de prioridad

La tendencia de las fuentes para el suministro de agua en las áreas rurales se muestra en el siguiente cuadro, el mismo que ha sido elaborado comparando la seguridad de la fuente, economía de la construcción y operación del sistema, y la facilidad de la operación y mantenimiento.

**Cuadro 6.1.1 Comparación de las fuentes de agua**

	Vertiente (Toma de agua, protección)	Agua superficial (Distribución por gravedad)	Agua subterránea somera (Norias)	Agua subterránea profunda	Ríos, lagos (Planta de tratamiento)
Calidad de agua (seguridad)					
Caudal					
Economía de la construcción de toma de agua					
Economía de la operación de toma de agua					
Facilidad de operación y mantenimiento de las instalaciones de toma de agua					

:bueno, :normar

Por consiguiente, se elegirá el tipo de fuente de agua de la siguiente manera:

En cuanto a la explotación de las vertientes, arroyos y ríos, se establecerán las vertientes o aguas superficiales originarias de vertiente como fuente de agua principal en caso de que sea posible utilizar como recurso hídrico permanente en las comunidades pequeñas y que se las considere económicamente rentables. En los de más casos se utilizarán los pozos someros (Profundidad: 10 ~ 20 m) y profundos (Profundidad 20 ~ 40m, 50 ~ 100m, 100 ~ 200m).

Mientras las UNASBVI's de cada departamento se encargarán de las construcciones de pozos profundos, los municipios serán los ejecutores de proyectos de suministro de agua con el uso de vertientes y arroyos. No obstante, mientras más lejos está la comunidad de la toma de aguas superficiales, es más pesada y costosa la instalación de tubería de transmisión. De manera que las Prefecturas deberán encargarse parcialmente de estas obras, y también de la asistencia técnica necesaria para la planificación y diseño.

Se precisará el uso del agua de ríos o de lagos cuando sea difícil el uso de las fuentes mencionadas



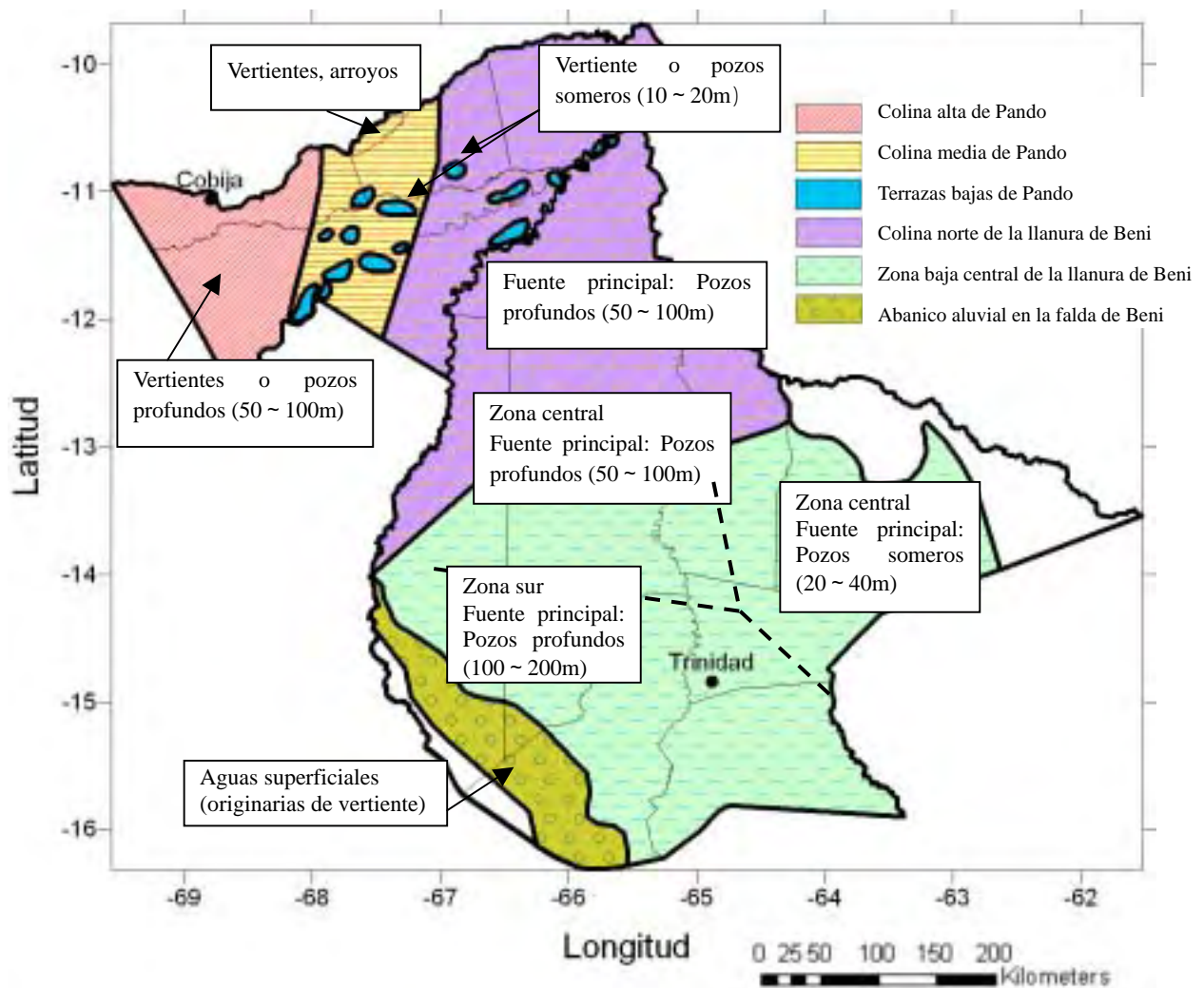
anteriormente, pues se considerará factible introducir estas fuentes solo cuando la escala de comunidad sea grande hasta cierto nivel y sea posible la operación continua. Dentro de las áreas correspondientes pocas comunidades operan una planta de tratamiento con los sistemas de filtro lento y rápido, por lo que las UNASBVI's de ambos departamentos deberán determinar la introducción de los sistemas examinando los detalles apropiados para el caso y realizando pruebas pertinentes.

### 6.1.2 Línea básica para la explotación de fuentes de agua según la zona

La línea básica para la explotación de fuentes de agua en cada zona se establece de la siguiente manera, de acuerdo a lo mencionado en el Capítulo 5, sobre la situación de las aguas superficiales, división hidrogeológica y el potencial de explotación.

**Cuadro 6.1.2 Línea básica de desarrollo de fuentes para el suministro de agua en Beni y Pando**

	Clasificación de área	Topografía, geología	Áreas principales correspondientes	Línea de explotación
I	Colina alta de Pando	Colina, Estrato Cuaternario ~ Terciario	Nicolás Suárez, Manuripi	Capacidad estimada de bombeo (captación) Vertiente: 20m <sup>3</sup> /día Pozos profundos (50 ~ 100m): 510m <sup>3</sup> /día
II	Colina media de Pando	Colina, Estrato Cuaternario ~ Terciario	Abuna, Madre de Dios, Zona este de Manuripi	Capacidad estimada de bombeo(captación) Vertientes, Arroyos: 5 ~ 20m <sup>3</sup> /día
III	Terrazas bajas de Pando	Terraza ribereña, Estrato de grava en terraza	Comunidades a lo largo de los ríos como Puerto Rico	Capacidad estimada de bombeo(captación) Pozos someros: 1,360m <sup>3</sup> /día
IV	Colina norte de la llanura de Beni	Meseta, Estrato Cuaternario ~ Terciario	Mamoré, zona norte de Itenez, Vaca Díez, parte central de José Ballivián, zona este de Pando	Fuente principal: pozos profundos (50 ~ 100m) Capacidad estimada de bombeo(captación): 800m <sup>3</sup> /día (De acuerdo al resultado de análisis de agua, si se encuentra fuera de la norma en Fe y Mn, se examinará remedios entre opciones como: instalar algún sistema de tratamiento adecuado para mejorar la calidad, cambiar la ubicación de pozo o utilizar fuente sustitutiva (río o lago). Respecto al mejoramiento de la calidad del agua, se mencionará en siguiente sección.)
V	Zona baja central de la llanura de Beni	Tierras bajas, estratos aluviales (arena, arcilla)	Cercado, Marbán, Yucumo, Moxos, etc.	Zona sur - Fuente principal: pozos profundos (100 ~ 200m) Capacidad estimada de bombeo: 500m <sup>3</sup> /día Zona central - Fuente principal: pozos profundos (50 ~ 100m) Capacidad estimada de bombeo: 224m <sup>3</sup> /día Zona este - Fuente principal: pozos someros (20 ~ 40m) Capacidad estimada de bombeo: 138m <sup>3</sup> /día (En cuanto a la calidad de agua, se tomará misma medida del anterior)
VI	Abanico aluvial en la falda de montaña de Beni	Abanico aluvial, Estrato Cuaternario	Zona oeste de José Ballivián (Yucumo ~ Rurrenabaque)	Fuente principal: Aguas superficiales (originarias de vertiente) Capacidad estimada de bombeo: 20 ~ 100m <sup>3</sup> /día



**Figura 6.1.1 Línea básica de explotación de las fuentes agua**

### 6.1.3 Medidas de la calidad de agua

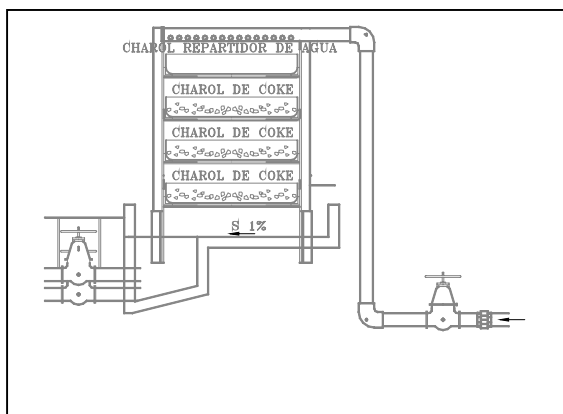
El Hierro y Manganeso son los problemas que tiene la área de objeto, en caso de que estos se encuentre fuera de la norma de calidad de agua se tomarán medidas de la siguiente manera.

#### Eliminación de Hierro y Manganeso

- (1) Si el problema es solo Hierro, se puede tratar por el método de aireación hasta 1.0mg/ltr de concentración, y mediante la oxidación por cloro y la filtración en caso de la concentración mayor. Si la línea de impulsión de agua es directa desde el pozo hasta el tanque elevado, utilizará el sistema de eliminación con filtro que se funciona con la presión subsistente. (Véase la Figura 6.1.2)
- (2) Si el problema es de ambos parámetros, tratará el agua básicamente a través del equipo de eliminación conectado directamente con el pozo. Este dispositivo de tipo filtro a presión se compone de un cilindro que contiene en su interior capas de materiales filtrantes como: arena, resina revestida de manganeso, carbón activado, etc., a través de los cuales se eliminan hierro, manganeso, color, etc. Para su manejo se necesita hacer retrolavado diariamente maniobrando la

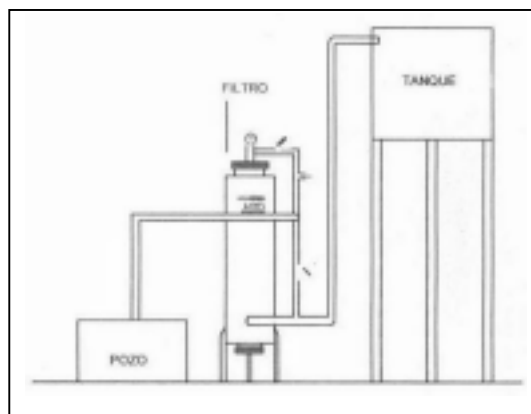
válvula, lo que un operador de comunidad también sabrá manejar suficientemente. En cuanto al costo de mantenimiento, ya que los materiales filtrantes tienen larga vida sin que se necesite recambiar, resultará económico. Se puede adquirir este equipo por medio de las empresas distribuidoras relacionadas con el tratamiento de agua en Santa Cruz y en Trinidad. A pesar de que el precio aún es alto, se considera posible la introducción del sistema, esperando la reducción por el pedido en gran cantidad para popularizarlo en el suministro de agua en áreas rurales, o el desarrollo de productos alternativos. Durante el presente estudio, se ha aplicado este equipo en un proyecto piloto, confirmando el efecto de eliminación de manganeso. (Se describe más detalle en el Capítulo 8 Proyecto piloto)

- (3) Si el agua contiene Hierro y Manganeso más de 5.0mg/ltr, o se presenta alto nivel de Sal, seleccionará nuevamente la ubicación de pozo profundo, o introducirá el sistema de filtro lento para tratar el agua de ríos, arroyos o lagos, como fuentes sustitutivas en vez de pozos.



**Figura 6.1.2 Medidas de calidad de agua**

**Aireación**



**Figura 6.1.2 Medidas de calidad de agua**

**Sistema de eliminación de Hierro y Manganeso**

### **Prueba de calidad de agua**

En respecto a la calidad de agua potable, al comienzo de uso se deberá confirmar si cumple las normas mediante prueba de calidad de agua. Durante la fase de estudio, es necesario realizar estas pruebas para seleccionar las fuentes entre aguas superficiales o subterráneas, a ver cual es aprovechable y cual es económicamente conveniente.

Por esta razón, para implementar proyectos de suministro de agua potable, la entidad ejecutora deberá tener disponibilidad de dichas pruebas, o si no se debe encontrar un laboratorio cerca de ella a donde pueda encargarse el análisis.

En el departamento de Beni, en la ciudad de Trinidad donde se encuentra UNASBVI, el SEDES dispone de un laboratorio, por lo que deberá encargarse el análisis de agua a este básicamente, y la UNASBVI se encargará de adquirir equipos para prueba de calidad de agua in situ y utilizarlo principalmente en el estudio.

Por otro lado, en el departamento de Pando no existe algún medio para realizar esta clase de prueba, ni el SEDES tiene previsto instalar laboratorio. De manera que, se considera preciso establecer un laboratorio para verificar las características microbiológicas como coliformes, otras físicas como hierro, manganeso, nitrato-nitrógeno, etc. No obstante, en cuanto a los parámetros difíciles de analizar como metal pesado, se los realizará enviando a los laboratorios que hay en La Paz o Santa Cruz.

#### **6.1.4 Construcción de Pozos en los 2 Departamentos**

Los criterios de ejecución de la construcción de pozos son los siguientes:

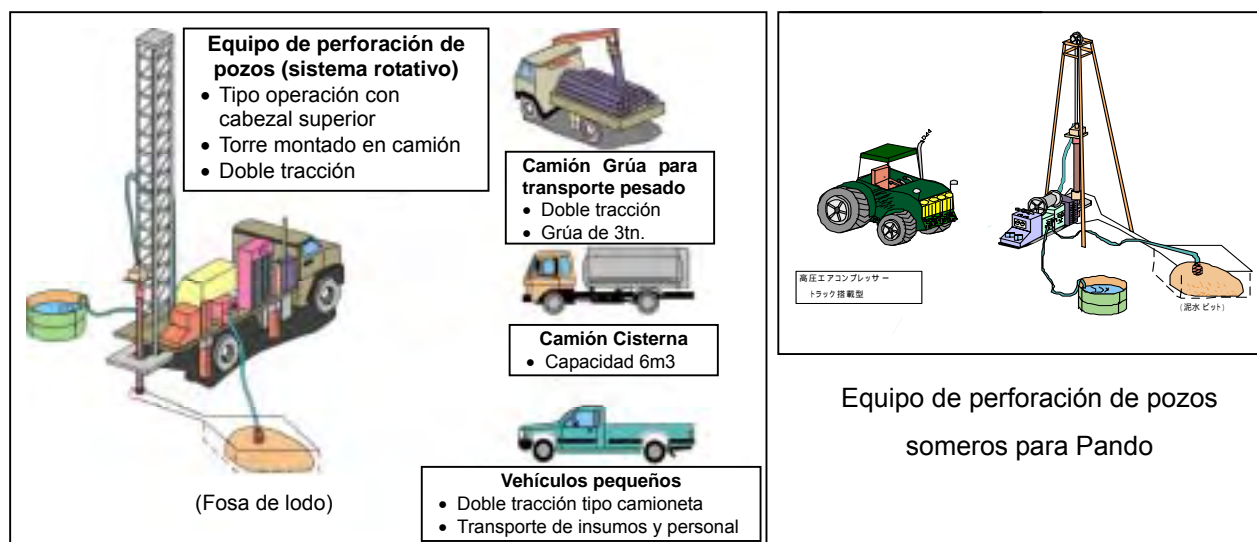
##### **(1) Departamento de Beni**

Las obras de pozos profundos están entre los 100 ~ 200m de profundidad, y las obras de construcción serán por administración directa de la UNASBVI Beni. Sin embargo, el número de obras por año es limitado, entre 10 y 15 pozos, por lo que se debe acudir a la ejecución de obras a través de contratistas privados para pozos de 50 ~ 60m de profundidad (diámetro de 4 pulgadas). En este departamento existen 2 empresas contratistas, además es posible la subcontratación de algunas empresas de Santa Cruz.

##### **(2) Departamento de Pando**

Mientras tanto, en el departamento de Pando no existen empresas de perforación de pozos, si no se programa y solicita un número definido de pozos (varios) el costo de movilización es relativamente alto, por lo que la ejecución de pozos de 50 ~ 100m de profundidad será por administración directa de la UNASBVI Pando. Por otro lado, en este departamento en varias comunidades pequeñas con población menor a 50 habitantes o donde es inaccesible por carretera y solo transitan por río, el agua se extrae con una roldana con cuerda y balde de las pozas excavadas manualmente, ya que el agua de río no es apta para el consumo humano. Sin embargo, para mejorar esta situación se construirán los pozos someros con bomba manual para asegurar el agua potable, tomando en cuenta que estas pozas no se pueden utilizar durante la época seca, la técnica de construcción es pobre y además ocurren varios accidentes.

Alrededor de 60 comunidades son accesibles únicamente por los ríos, donde hay alta demanda de pozos de 10 ~ 30m de profundidad. Por lo tanto, se introducirá equipo de perforación simple que permita transportarlo en botes, para atender a estas comunidades mediante las obras a ser ejecutadas directamente por la UNASBVI Pando. Este equipo, podrá servir para construir las obras en aquellas comunidades donde es difícil que camiones de alto tonelaje puedan transitar a pesar de que cuentan con el acceso terrestre.



Equipo de perforación de pozos profundos

**Figura 6.1.3 Equipos para la perforación de pozos**

**Comparación de obras por administración directa con obras en comisión de empresas privadas**

Se han comparado y examinado, para ejecutar las construcciones de pozos, los trabajos por administración directa de UNASBVI y obras en comisión de empresas privadas. Se dejan establecidas las especificaciones de pozos como condición, que el diámetro final (de revestimiento) sea 6 pulgadas, y que la profundidad de excavación es hasta 150m. En ninguno de los dos departamentos existen empresas privadas que disponen de perforadoras para insertar el tubo de revestimiento de este diámetro, por lo que en general encarga a las empresas de departamento vecino, Santa Cruz. El cálculo aproximado del costo de obra es el siguiente, suponiendo que se puede construir 12 pozos al año. (Se describe más detalle en el Informe de Apoyo)

Unidad: US\$

	Obras directas	Empresas privadas
Costo de obra por año (construcción de 12 pozos)	285,150	451,200
Diferencia	166,050	

En consecuencia, suponiendo que se contrata el personal para la división de desarrollo de aguas subterráneas, parte ejecutora dentro de UNASBVI, que se propone en el Capítulo 7 Sección 4 Plan de administración, operación y mantenimiento, todavía las obras por administración directa todavía lleva más ventaja. De manera que se considera necesario realizar las obras por administración directa para el avance rápido del plan quinquenal de suministro de agua potable.

Sin embargo, esta comparación se basa en que ambos departamentos consiga donación de las perforadoras y otros equipos relacionados de parte del gobierno nacional de Bolivia o de tercer país. Además se exigirá prevenir el costo para la revisión general de dichos equipos una vez cada 3 a 4 años,

por lo que se supone que se necesitará ayuda parcial para la renovación de equipos.

En Bolivia, al ejecutar la segunda fase del Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas (PROASU II), se ha establecido una unidad de desarrollo de aguas subterráneas en el departamento de Tarija. En el caso, después del estudio de diseño básico (BD), JICA había realizado un curso de capacitación sobre desarrollo de aguas subterráneas especialmente para la región, dirigida a los jefes de dicha unidad de 4 departamentos: Tarija (candidato a la jefatura), Chuquisaca, Oruro y Santa Cruz. Posteriormente, con el iniciativa del jefe quien participó al curso, se hizo la elección y luego la admisión de los técnicos. En Tarija, se quedaron en elegir principalmente entre los ingenieros relacionados con minería, y otros de las empresas privadas de perforación de pozos de otros departamentos. Se considera que el hecho de que el jefe de dicha unidad de Tarija ha comprendido bien las características y condiciones necesarias del personal para el desarrollo de aguas subterráneas y ha logrado exitosamente formar una organización, llevó al éxito del proyecto de desarrollo de aguas subterráneas. Por lo tanto, se espera que en los departamentos de Beni y Pando también se realice el curso de capacitación en Japón dirigido a los jefes de la unidad, previo a la ejecución de desarrollo de aguas subterráneas.

Sin embargo, el problema que se presentó fue el sistema de contratación, que el contrato de trabajo en la Prefectura es anual y la remuneración es relativamente baja que las empresas privadas, la razón por la que hubo varios casos en que se procedió hasta la elección pero no resultó en contratarlo, y demoró mucho más tiempo que lo previsto. En los departamentos de Beni y Pando, para establecer nueva unidad de desarrollo de aguas subterráneas, se precisará intentar el caso examinando muy bien sobre los aspectos de nómina y condiciones laborales.

#### **6.1.5 Medidas contra la inundación (Beni)**

Las zonas con terrazas aluviales formadas a lo largo y alrededores del río Mamoré en Beni, han sido afectadas por la inundación en 2007 y 2008. Los pobladores afectados han evacuado de emergencia a las ciudades o comunidades cercanas por algunos meses. Sin embargo, las comunidades receptoras tampoco tienen suficientes fuentes de agua potable, y se distribuye el agua antihigiénica de pozas, etc. Por esta razón, para seleccionar las comunidades del plan quinquenal, tendrán prioridad el mejoramiento del sistema de agua en las comunidades de base frente a los daños de anegamiento.

## **6.2 Plan de demanda de agua y los modelos de las instalaciones de suministro de agua**

### **6.2.1 Escala de población de comunidad de objeto**

Según el censo del año 2001, en el departamento de Beni un 64% de la población se encuentra en el rango de 100 a 499 habitantes, y un 18% de población es mayor a 500 habitantes. Mientras tanto en Pando un 66% se encuentra en el rango de 50 a 499 habitantes, de este estrato, la mayoría se encuentra entre 50 y 99 habitantes y un 20% es mayor a 500 habitantes.

Para proceder inmediatamente al suministro de agua en las áreas rurales de ambos departamentos, se prioriza las comunidades cuya población es mayor a 100 personas en Beni, y las de 50 habitantes en Pando. Sin embargo, este departamento cuenta con 110 comunidades cuya población es menor a 50 habitantes y el transporte para llegar es solo por río (vía acuática), por lo tanto, estas también se añaden al objeto del plan en consideración a la petición de UNASBVI por la premura del caso.

En el área de objeto se encuentran asentadas también comunidades dispersas donde las viviendas se encuentran ubicadas a lo largo de la carretera en una extensión de 5 a 10 Km. En caso de realizar proyecto en ellas, el rendimiento del proyecto será bajo, debido a que la inversión es grande por la cantidad de metros de tubería de transmisión que se debe tender en relación con la población pequeña. Por otro lado, en ambos departamentos está en ejecución el proyecto de concentración de comunidades, construyendo viviendas en la parte central de la comunidad dispersa, pretendiendo mejorar la infraestructura comunitaria como electrificación, escuelas, servicio de agua, etc. de manera eficiente. En el plan quinquenal, se ejecutarán prioritariamente los proyectos de agua en las comunidades donde se está realizando la concentración de viviendas.

### **6.2.2 Componentes básicos del plan de abastecimiento de agua y clasificación de modelos de los sistemas de agua**

#### **(1) Plan de demanda de agua**

##### **1) Población proyectada**

El censo de población en Bolivia no se ha actualizado, después del censo realizado en 1992 y 2001, por lo tanto, lo ejecutado en la fase 1 referente el inventario de los sistemas de agua y los levantamientos y estudios de comunidades de la fase 1 y fase 2 serán los resultados poblacionales obtenidos como base del año 2007. El año horizonte para el Plan será el 2017, se estimará la población correspondiente con índice de crecimientos en base a la población base.

El índice de crecimiento poblacional en el área rural según el censo de población realizada en los años 1992 y 2001, se muestra en la Cuadro 3.1.4 y 3.1.5. En el departamento de Beni es de 2,17% y Pando es de 1,36%. Ya que el crecimiento demográfico es causado por varios factores inestables, las directrices del Plan de Suministro de Agua emitidas por el Ministerio del Agua admiten adoptar el

índice de crecimiento de población representativo de la zona, entre los datos a nivel municipal o departamental en caso de que falten datos del área de estudio, y para tal caso adoptar el crecimiento mínimo, o sea 1%, en caso de que exista una tendencia de disminución según los datos actuales.

De acuerdo a esta situación, para el presente plan quinquenal se aplicará el 1,74% en Beni y 3.72% en Pando, que son los valores propuestos por el INE (versión 2006) para la proyección para el año 2010. (Ref.: Capítulo 3, 3.1 Situación general socio-económica, 3.1.1 Población)

## **(2) Plan de demanda de agua**

### **Cantidad de suministro de agua por unidad**

En cuanto a la demanda de agua en las comunidades del área de estudio, se aplicaran las unidades básicas de suministro de agua, basadas en la “Normas Básicas de Diseño de Sistemas de Suministro de Agua de la República de Bolivia (2004)” elaboradas por el Viceministro de Servicios Básicos del Ministerio del Agua, tal como se muestra en el Cuadro 6.2.1.

**Cuadro 6.2.1 Promedio de cantidad de agua suministrada por persona - día**

(Unidad: lit./persona/día)

<b>Población</b>	<b>Vertientes, pozos con bomba manual</b>	<b>Menor a 500</b>	<b>501 ~ 2000</b>	<b>2001 ~ 5000</b>	<b>5001 ~ 20000</b>
Cantidad agua Normas Básicas de Diseño Ministerio del Agua		70 ~ 90	70 ~ 110	90 ~ 120	120 ~ 180
<b>Cantidad de agua planificada</b>	<b>30</b>	<b>70</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>120</b>

### **Condiciones para determinar el volumen de agua suministrada**

Año proyectado: año 2017

Volumen de suministro de agua promedio por persona por día: según el Cuadro 6.3.1.

Volumen máximo de suministro por persona por día =  $K \times \text{Vol. l/p/d}$ ,  $K = 1.20$

Volumen máximo de suministro proyectado =  $\text{Vol. Max. Proyectado} \times \text{pobl. Proyectada}$

### **Plan de suministro de agua para enfrentar a las inundaciones**

En cuanto al volumen de suministro de agua para los casos de emergencias incluido inundaciones, se calcula como la suma de la cantidad ordinaria explicada arriba y 20 litros por persona por día multiplicado por el número estimado de refugiados.

## **3) Orientación del nivel de servicio de agua**

Para establecer el nivel de servicio de agua de acuerdo a la distribución de viviendas y la escala de población, es necesario considerar la condición de la distribución de viviendas (situación actual y plan futuro) y el nivel de servicio actual y futuro en cada comunidad. La tendencia que corresponde a cada caso se muestra en los Cuadros 6.2.2 y 6.2.3.



**Cuadro 6.2.2 Tendencia del tipo de comunidades en el Estudio de la Fase 1.**

	<b>Tipología de Comunidad</b>	<b>Método de intervención (Forma de Medidas)</b>
1	Comunidad concentrada	Según el tamaño de población, seleccionar el nivel de servicio del sistema de agua.
2	Comunidad semi-concentrada	Construcción de sistema de agua para la zona de viviendas concentradas en la comunidad.
3	Comunidad dispersa	Según el departamento, municipio y comunidad, conjuntamente a la ejecución del proyecto en comunidades concentradas, se realizará la construcción de sistemas de suministro de agua en las comunidades en conjunto como meta. (Inicialmente, introducir sistemas de agua a las escuelas y centros de salud).

**Cuadro 6.2.3 Escala de población y nivel de servicio**

<b>No.</b>	<b>Escala de Población</b>	<b>Nivel de servicio</b>	<b>Organizaciones comunales</b>
	Mayor a 500 personas	El servicio de suministro de agua domiciliario: se realiza todo el día, 24 horas de servicio continuo. Realizar la esterilización (purificación) con cloro y un sistema de inspección periódica de la Prefectura o Municipio.	Establecer el Comité de Agua, ejecución de la educación sanitaria e higiene, cobro de tarifa de servicio de agua, administración, operación y mantenimiento por los pobladores de la misma comunidad.
	100 ~ 500 personas	Ejecutar el servicio permanente de suministro de agua domiciliario y pileta pública. Realizar la esterilización (purificación) con cloro y un sistema de inspección periódica de la Prefectura o Municipio.	Establecer el Comité de Agua, ejecución de la educación sanitaria e higiene, cobro de tarifa de servicio de agua, administración, operación y mantenimiento por los pobladores de la misma comunidad.
	50 ~ 100 personas	Utilización de fuentes como las vertientes, bombas manuales y otras. Realizar la esterilización (purificación) con cloro y un sistema de inspección periódica de la Prefectura o Municipio.	Establecer el Comité de Agua, ejecución de la educación sanitaria e higiene, cobro de tarifa de servicio de agua, administración, operación y mantenimiento por los pobladores de misma comunidad.

### **6.2.3 Clasificar los modelos de instalaciones de suministro de agua**

Para establecer el Plan Quinquenal, se hizo un cálculo aproximado de los costos para la construcción del sistema de suministro de agua, suponiendo las instalaciones a ser examinadas en dicho Plan, a fin de obtener el costo estimado del proyecto.

#### **(1) Volumen de agua aprovechable de las fuentes**

##### **1) Arroyos y vertientes**

El plan se encuentra dentro del rango de volumen disponible como de acuerdo a lo siguiente: el volumen máximo a ser suministrado al día será aproximadamente de 50m<sup>3</sup> (0.57 lit./seg.) en caso de la mayoría de las comunidades que utilizan el agua de arroyos o vertiente en el departamento de Beni, con escala hasta 500 personas de población y en Pando de la misma manera, la escala de las comunidades que utilizan el agua de vertiente es hasta 200 personas.

## 2) Pozos

La capacidad estimada de bombeo de los pozos es como lo siguiente.

**Cuadro 6.2.4 Capacidad estimada de bombeo de los pozos**

<b>Tipo de pozos</b>	<b>Volumen planeado de bombeo (lit./seg.)</b>	<b>Volumen de bombeo al día (m<sup>3</sup>/día)</b>
Pozos profundos (20-40m)	1.0	29
Pozos profundos (50-100m)	2.5	72
Pozos profundos (100-200m)	5.0	144

En el caso de pozos profundos (100-200m) se supone que tienen suficiente capacidad de bombeo para abastecer a una población hasta de 1000 personas. Sin embargo, en caso de los pozos profundos (20-40m) y (50-100m), se establece como población beneficiaria de cada pozo hasta 200, y 500 personas, respectivamente. En caso de que por limitaciones de la capa freática obliguen a utilizar los pozos someros y también los pozos profundos (50-100m), a pesar de la escala de la comunidad, se ha realizado un calculo aproximado considerándolo como un complejo de varios modelos de sistema. Sin embargo, en la realidad se deberán examinar planes que se adecuen a las circunstancias reales, como por ejemplo, instalar un tanque elevado de mayor capacidad en la zona central de la ciudad para varios de fuente, o en su defecto mejorar la calidad de agua de ríos como fuente sustitutiva a través del sistema de tratamiento.

### **(2) Contenido y costo estimado de las instalaciones de suministro de agua como modelo**

El contenido supuesto y aproximación de cada instalación son como se muestra en el Cuadro 6.2.5. (Ver más detalle en el Informe complementario)

**Cuadro 6.2.5 Modelos de instalaciones de suministro de agua en el plan quinquenal (Borrador)**

Sistema de suministro de agua	Tipo de fuente	Sistema de toma de agua	Condiciones	Contenido de las instalaciones	Población estimada para la aproximación (personas)	Aproximación (x1,000 Bs.)	No. de modelo
Toma en aguas superficiales	Aguas superficiales / Vertientes	Caseta de toma de agua	La toma está en el curso más arriba de la comunidad. Distribuye el agua por gravedad.	Sedimentador, tubería de conducción, tanque de distribución, red de distribución, acometidas domiciliarias	200	Bs. 1,276	1
					500	Bs 1,597	2
					1000	Bs 2,258	3
Toma en vertientes (individual - varias casas)	Vertientes	Caseta de toma de agua	La toma está en tierra baja cerca de la comunidad. Acarrear el agua desde la toma.	Protección de fuente	50	Bs 23	4
Toma en vertientes (comunidad)	Vertientes	Caseta de toma de agua	La toma está en tierra baja cerca de la comunidad. Impulsa el agua con bomba accionada con generador hacia el tanque elevado a ser construido dentro de la comunidad.	Protección de fuente, bomba de impulsión, tanque elevado (sencillo), red de distribución, piletas públicas, (acometidas domiciliarias)	200	Bs 290	5
					500	Bs 565	6
Pozos someros (individual - varias casas)	Aguas subterráneas	Pozo somero	La profundidad de pozos es de 10 a 20m aprox. La calidad de agua es apta para consumo humano. Debe poder ubicar el ambiente que no permita la infiltración de contaminación.	Pozo + Bomba manual	50	Bs 39	7
Sistema de pozos profundos (20-40m)	Aguas subterráneas	Pozo somero	La profundidad de pozos es de 20 a 40m aprox. La calidad de agua es apta para consumo humano. Debe poder ubicar el ambiente que no permita la infiltración de contaminación.	Pozo + bomba sumergible con motor + caseta de operación (generador) + tanque elevado sencillo + red de distribución + piletas públicas	200	Bs 286	8
Sistema de pozos profundos (50-100m)	Aguas subterráneas	Pozo profundo	En caso de los pozos de 50 a 100m de profundidad	Pozo + bomba sumergible con motor + caseta de operación (generador) + tanque elevado sencillo + red de distribución + piletas públicas	50	Bs 92	9
					200	Bs 372	10
					500	Bs 372	11
Sistema de pozos profundos (100-200m)	Aguas subterráneas	Pozo profundo	En caso de los pozos de 100 a 150m de profundidad	Pozo + bomba sumergible con motor + caseta de operación (generador) + tanque elevado + red de distribución + piletas públicas (acometidas domiciliarias)	200	Bs 764	12
					500	Bs 907	13
					1000	Bs 1,518	14

El resumen de cada instalación de suministro de agua se puede observar en la Figura 6.2.1.

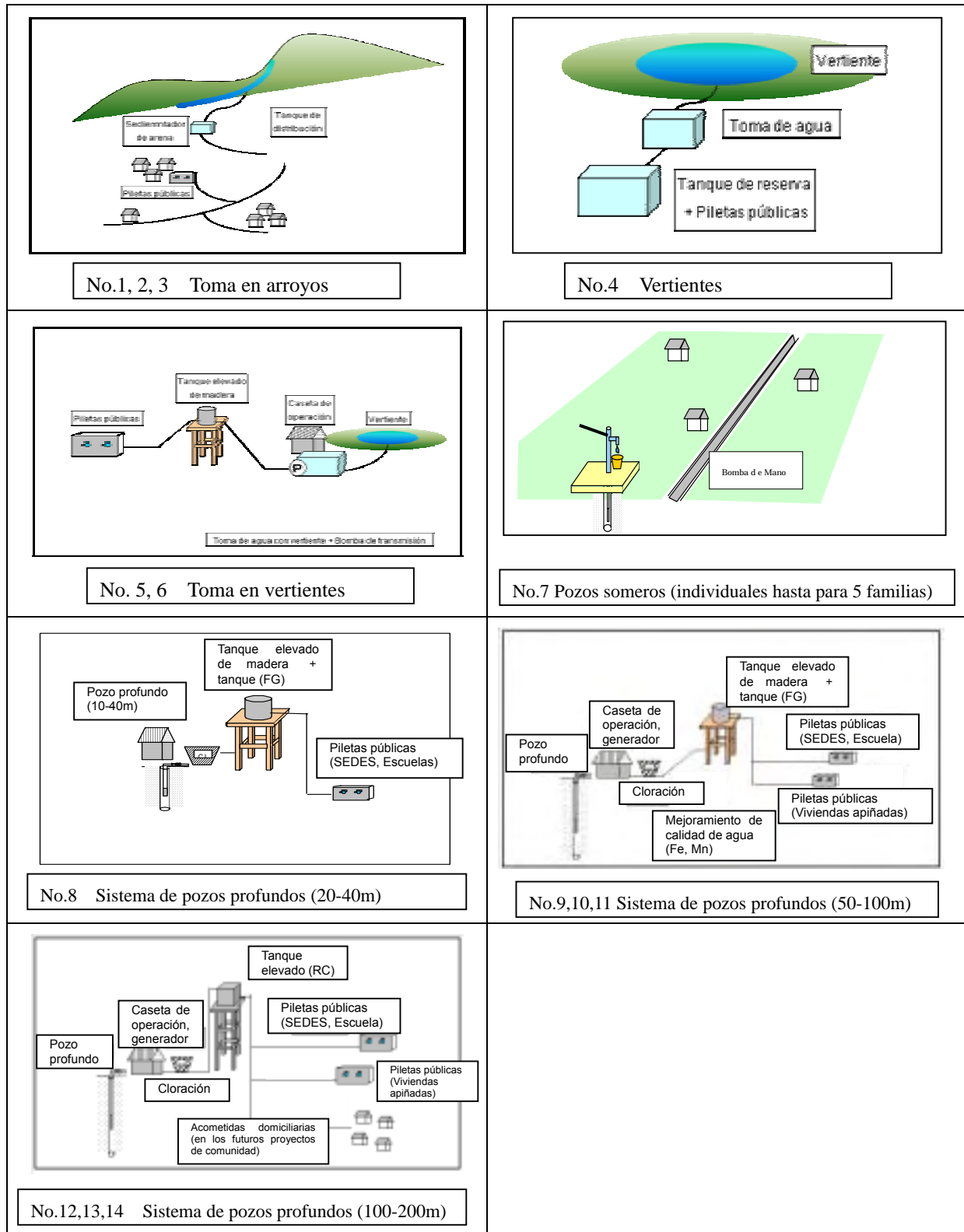


Figura 6.2.1 Imagen de los sistemas

### 6.3 Método de seleccionar las comunidades y la orden de prioridad

Hemos realizado la clasificación de las comunidades para ejecutar los proyectos de abastecimiento de agua, mediante la evaluación de la situación actual de las comunidades estudiadas. Las condiciones y procedimiento de selección se explican de la siguiente manera.

#### 6.3.1 Condiciones de selección

La selección de comunidades del plan quinquenal depende de las siguientes condiciones.

**Cuadro 6.3.1 Condiciones de selección de comunidades a beneficiar**

Ítem	Beni	Pando	
	Más de 100 habitantes	Más de 50	Menos de 50
Tipo de comunidad a ser seleccionada	Basicamente comunidades concentradas o semi-concentradas. Las comunidades dispersas tienen más prioridad especialmente cuando se realiza el proyecto de centralización por municipio.	Lo mismo que izquierda	Basicamente comunidades concentradas o semi-concentradas.
Acceso	Accesible por carretera	Lo mismo que izquierda	Accesible por vía acuática y vía terrestre
Situación de suministro de agua (cantidad y calidad de agua)	Falta el caudal. Tener alta posibilidad de contaminación por ganados u otros animales domésticos. La calidad de agua no es apta para consumo humano según la norma boliviana de agua. Problema de acceso (La distancia hasta la fuente es más de 500m, (o pendiente muy pronunciada)	Lo mismo que izquierda	Tener alta posibilidad de contaminación por ganados u otros animales domésticos. La calidad de agua no es apta para consumo humano según la norma boliviana de agua.
Apoyo de otras entidades	No contar con proyectos de asistencia	Lo mismo que izquierda	Lo mismo que izquierda
Organización comunitaria	Ser solvente. Actitud positiva para emprender proyecto.	Lo mismo que izquierda	Lo mismo que izquierda

#### 6.3.2 Selección de las comunidades

##### (1) Selección de las comunidades de objeto, flujo gram de la selección

La selección de comunidades se procede de la manera que se indica en la Figura 6.3.1. La situación de las comunidades se basa en los resultados del estudio de inventario de las instalaciones de suministro de agua, y del estudio detallado por recorrido.

##### 1) Puntos evaluados en el estudio de inventario de sistemas de agua

- Población de la comunidad
- Accesibilidad
- Tipo de fuente utilizada: pozo somero, pozo profundo, poza, río, lago, arroyo, etc.
- El representante de la comunidad considera que tiene deficiencia de cantidad de agua.
- El representante de la comunidad considera que tiene problemas en la calidad de agua (color, olor, etc.)
- En el Estudio se observaron problemas de turbiedad, color, etc.

## 2) Puntos evaluados en el estudio recorrido

- Tipo de comunidad: Concentrada, semi-concentrada, o dispersa
- Evaluación de fuente: Medición de caudal, análisis de calidad de agua
- Estado de rendimiento de las instalaciones existentes de agua

Se determinarán las comunidades de objeto (como borrador), considerando todos los resultados mencionados arriba. Estas comunidades van a ser reexaminadas tomando en cuenta los resultados de estudio obtenidos en la Fase II.

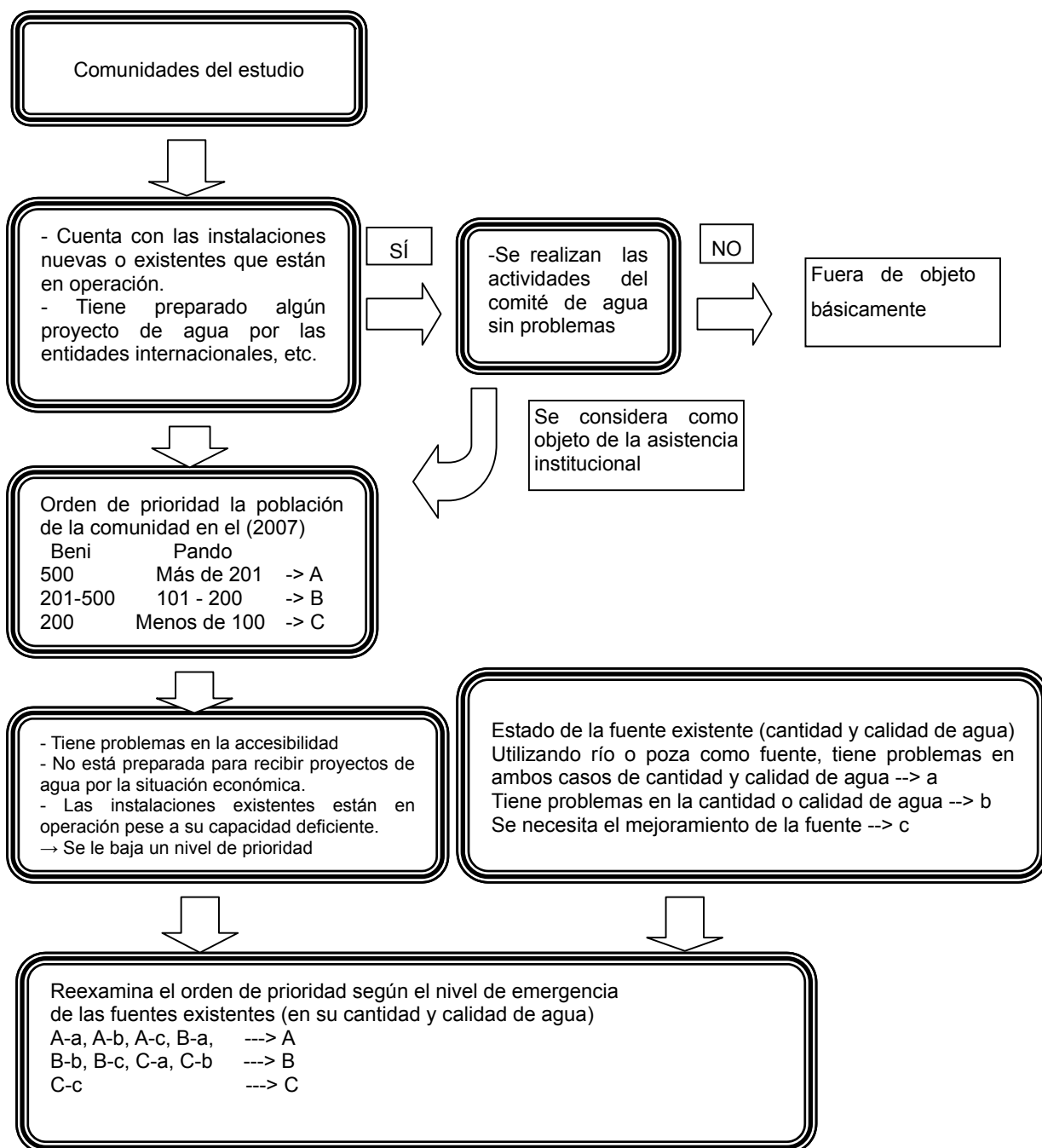


Figura 6.3.1 Flujograma de selección de las comunidades

## **(2) Resultado de selección de comunidades**

Después de las deliberaciones realizadas con ambas UNASBVI's de acuerdo al método de selección descrito arriba, ha sido determinado el número de comunidades tal como se indica en el cuadro de abajo. (Ver al Cuadro 6.3.2) Cabe mencionar, que durante esta deliberación ambos departamentos han entregado una lista adicional de las comunidades en las que se considera necesario el mejoramiento del sistema de agua, a pesar de que no han sido objeto del estudio en la Fase I.

**Cuadro 6.3.2 Número de comunidades seleccionadas de Beni y Pando**

	Beni	Pando
Comunidades seleccionadas	220	68
Comunidades a petición adicional	30	110

Cuadro 6.3.3(1) Lista de comunidades prioritarias del departamento de Beni

NO.	No. de Comunidad	Provincia	Municipio	Comunidad	Prioridad según Cantidad y Calidad de Agua	Población total en 2007	Tasa de Incremento (plan)	Población planificada o 2017	Tipo Fuente de agua por mapa	Dotación (l/di a/per)	Suministro de agua Max. diario(m3/ día)	No. de Modelo de sistema de agua potable	Costo de construcción total (x 1000 Bs.)
1	10	Cercado	Trinidad	Trinidad	A	677	0.0174	800	POP2	90	86.4	14	Bs 1,518
2	35	JoseBallivian	Reyes	Santa Rosita El Cozar	A	251	0.0174	300	POP2	70	25.2	12	Bs 764
3	37	JoseBallivian	Reyes	San Jose	A	545	0.0174	650	POP2	90	70.2	13	Bs 907
4	45	JoseBallivian	Rurrenabaque	Nuevos Horizontes	A	395	0.0174	470	Qubrada	70	39.5	2	Bs 1,597
5	57	JoseBallivian	Rurrenabaque	La Asunta	A	236	0.0174	280	Qubrada	70	23.5	1	Bs 1,275
6	60	JoseBallivian	SanBorja	Cara Cara	A	303	0.0174	360	Qubrada	70	30.2	2	Bs 1,597
7	61	JoseBallivian	SanBorja	El Carmen de Maniqui	A	316	0.0174	380	POP2	70	31.9	2	Bs 1,597
8	70	JoseBallivian	SanBorja	Maraca	A	891	0.0174	1060	Qubrada	90	114.5	3	Bs 2,258
9	71	JoseBallivian	SanBorja	Mision Fatima de Chimane	A	480	0.0174	570	POP2	90	61.6	13	Bs 907
10	79	JoseBallivian	SanBorja	Villa Fatima	A	313	0.0174	370	POP2	70	31.1	13	Bs 907
11	95	JoseBallivian	San Borja	El Palmar	A	446	0.0174	530	POP2	90	57.2	13	Bs 907
13	105	JoseBallivian	Santa Rosa	Australia	A	281	0.0174	330	POP2	70	27.7	12	Bs 764
14	123	Mamore	San Joaquin	San Joaquin	A	852	0.0174	1010	POP2	90	109.1	14	Bs 1,518
15	135	Marban	San Andres	Carmen del Dorado	A	208	0.0174	250	POP2	70	21.0	12	Bs 764
16	140	Marban	San Andres	Somopae	A	288	0.0174	340	POP2	70	28.6	12	Bs 764
17	148	Marban	San Andres	Santa Rosa	A	445	0.0174	530	POP2	90	57.2	13	Proyecto Piloto
18	150	Marban	San Andres	Villa Banzer	A	440	0.0174	520	POP2	90	56.2	13	Bs 907
19	165	Moxos	San Ignacio	Fatima	A	396	0.0174	470	POP2	70	39.5	13	Bs 907
20	171	Moxos	San Ignacio	Rancho Santa Clara	A	697	0.0174	830	POP2	90	89.6	14	Bs 1,518
21	176	Moxos	San Ignacio	Santa Rosa Apere	A	300	0.0174	360	POP2	70	30.2	13	Bs 907
22	183	Moxos	San Ignacio	Bermeo	A	203	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
23	194	Vaca Diez	Guayara	Rosario del Yata	A	1078	0.0174	1280	POP1	90	138.2	3	Bs 2,258
24	209	Vaca Diez	Riberalta	San Juan	A	342	0.0174	410	POP2	70	34.4	13	Bs 907
25	211	Vaca Diez	Riberalta	Wames	A	311	0.0174	370	POP2	70	31.1	13	Bs 907
26	216	Vaca Diez	Riberalta	Santa Maria	A	326	0.0174	390	POP2	70	32.8	13	Bs 907
27	230	Yacuma	Exaltacion	Alto Ivon	A	386	0.0174	460	POP2	70	38.6	13	Bs 907
28	231	Yacuma	Exaltacion	El Carmen del Iruenez	A	644	0.0174	770	POP2	90	83.2	14	Bs 1,518
30	3	Cercado	SanJavier	San Javier	B	491	0.0174	580	POP2	90	62.6	13	comunitario
31	4	Cercado	SanJavier	San Pedro Nuevo	B	282	0.0174	340	POP2	70	28.6	12	comunitario
32	5	Cercado	Trinidad	Casarabe	B	894	0.0174	1060	POP2	90	114.5	14	Bs 1,518
33	6	Cercado	Trinidad	Ibiato	B	404	0.0174	480	POP2	70	40.3	13	Bs 907
125	7	Cercado	Trinidad	Loma Suarez	B	817	0.0174	970	POP2	90	104.8	14	Tanque
34	8	Cercado	Trinidad	Puerto Varador	B	632	0.0174	750	POP2	90	81.0	14	Bs 1,518
35	9	Cercado	Trinidad	San Juan de Aguas Dulces	B	220	0.0174	260	POP2	70	21.8	12	Bs 764
36	11	Cercado	Trinidad	Villa Mayor Pedro Vaca Diez	B	329	0.0174	390	POP2	70	32.8	13	Bs 907
37	13	Itenez	Baures	Alta Gracia	B	342	0.0174	410	POP2	70	34.4	13	Bs 907
38	15	Itenez	Baures	Jaquaquiri	B	567	0.0174	670	POP2	90	72.4	13	Bs 907
127	17	Itenez	Baures	Remanzo	B	615	0.0174	730	POP2	90	78.8	14	Bs 1,518
39	20	Itenez	Huacaraje	Carmen del Itenez	B	1185	0.0174	1410	POP2	90	152.3	14	Bs 1,518
40	21	Itenez	Huacaraje	Huacaraje	B	2342	0.0174	2780	POP2	105	350.3	14	Bs 1,518
41	24	Itenez	Magdalena	Nueva Calama	B	402	0.0174	480	POP2	70	40.3	13	Bs 907
42	25	Itenez	Magdalena	Orobayaya	B	682	0.0174	810	POP2	90	87.5	14	Bs 1,518
43	30	JoseBallivian	Reyes	Candelaria	B	241	0.0174	290	POP2	70	24.4	12	Bs 764
44	32	JoseBallivian	Reyes	Puerto Cavinass	B	305	0.0174	360	POP2	70	30.2	13	Bs 907
45	33	JoseBallivian	Reyes	Ratije	B	286	0.0174	340	POP2	70	28.6	12	Bs 764
46	36	JoseBallivian	Reyes	Gualaguagua	B	200	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
47	40	JoseBallivian	Reyes	Baichuje	B	226	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
48	44	JoseBallivian	Rurrenabaque	San Bernardo	B	165	0.0174	200	Qubrada	70	16.8	1	Bs 1,275
49	46	JoseBallivian	Rurrenabaque	Piedras Blancas	B	273	0.0174	320	Qubrada	70	26.9	1	Bs 1,275
50	47	JoseBallivian	Rurrenabaque	PuertoYumani	B	324	0.0174	390	Qubrada	70	32.8	2	Bs 1,597
51	48	JoseBallivian	Rurrenabaque	Villa del Carmen	B	338	0.0174	400	Qubrada	70	33.6	2	Bs 1,597
52	49	JoseBallivian	Rurrenabaque	Playa Ancha	B	184	0.0174	220	Qubrada	70	18.5	1	Bs 1,275
53	53	JoseBallivian	Rurrenabaque	Alto Colorado	B	202	0.0174	240	Qubrada	70	20.2	1	Bs 1,275
54	55	JoseBallivian	Rurrenabaque	Ticala Linares	B	373	0.0174	440	Qubrada	70	37.0	2	Bs 1,597
55	59	JoseBallivian	Rurrenabaque	San Silvestre	B	110	0.0174	130	Qubrada	70	10.9	1	Bs 1,275
56	62	JoseBallivian	SanBorja	Cedral	B	320	0.0174	380	POP2	70	31.9	13	Bs 907
57	63	JoseBallivian	SanBorja	Charal	B	228	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
58	64	JoseBallivian	SanBorja	El Triunfo	B	288	0.0174	340	Qubrada	70	28.6	1	Bs 1,275
59	68	JoseBallivian	SanBorja	La Embocada	B	257	0.0174	310	Qubrada	70	26.0	1	comunitario
60	72	JoseBallivian	SanBorja	Monda	B	360	0.0174	430	POP2	70	36.1	13	Bs 907
61	76	JoseBallivian	SanBorja	San Miguel de Charapina	B	198	0.0174	240	Qubrada	70	20.2	1	Bs 1,275
62	77	JoseBallivian	SanBorja	San Miguel de Martirio	B	253	0.0174	300	Qubrada	70	25.2	1	Bs 1,275
63	78	JoseBallivian	SanBorja	Tacuara de Mattos	B	277	0.0174	330	POP2	70	27.7	12	Bs 764
64	82	JoseBallivian	SanBorja	Yacumita	B	171	0.0174	200	Qubrada	70	16.8	1	Bs 1,275
65	87	JoseBallivian	San Borja	Villa Borijana	B	187	0.0174	220	Qubrada	70	18.5	1	comunitario
66	88	JoseBallivian	San Borja	El Palmar	B	179	0.0174	210	Qubrada	70	17.6	1	Bs 1,275
67	91	JoseBallivian	San Borja	Alta Gracia	B	192	0.0174	230	POP2	70	19.3	12	Bs 764
68	97	JoseBallivian	San Borja	Asunta	B	159	0.0174	190	POP2	70	16.0	12	Bs 764
69	98	JoseBallivian	San Borja	San Antonio	B	164	0.0174	190	POP2	70	16.0	12	Bs 764
70	100	JoseBallivian	San Borja	Amproca	B	146	0.0174	170	Qubrada	70	14.3	12	Bs 764
71	104	JoseBallivian	San Borja	Chaco Brasil	B	185	0.0174	220	POP2	70	18.5	12	Bs 764
72	106	JoseBallivian	Santa Rosa	El Candado	B	460	0.0174	550	POP2	90	59.4	13	comunitario
73	108	JoseBallivian	Santa Rosa	El Cerrito	B	346	0.0174	410	POP2	70	34.4	13	Bs 907
74	112	JoseBallivian	Santa Rosa	Picalfiores	B	171	0.0174	200	POP2	70	16.8	12	Bs 764
75	113	JoseBallivian	Santa Rosa	Puerto Teresa del Yata	B	302	0.0174	360	POP2	70	30.2	13	comunitario
76	114	JoseBallivian	Santa Rosa	Palma Flor	B	245	0.0174	290	POP2	70	24.4	12	Bs 764
77	118	JoseBallivian	Santa Rosa	San Cristobal	B	227	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
78	124	Mamore	San Joaquin	7 Esquinas	B	195	0.0174	230	POP2	70	19.3	12	Bs 764
79	125	Mamore	San Joaquin	Monte Azul	B	136	0.0174	160	POP2	70	13.4	12	Bs 764
80	127	Mamore	San Ramon	El Calmen de Guacayane	B	181	0.0174	220	POP2	70	18.5	12	Bs 764
81	132	Marban	Loreto	Gundonovia	B	205	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
82	134	Marban	Loreto	San Antonio de Loros	B	167	0.0174	200	POP2	70	16.8	12	Bs 764
83	136	Marban	San Andres	4 de Julio	B	220	0.0174	260	POP2	70	21.8	12	Bs 764



Cuadro 6.3.3(1) Lista de comunidades prioritarias del departamento de Beni

84	137	Marban	San Andres	Elvira	B	405	0.0174	480	POP2	70	40.3	13	Bs 907
85	138	Marban	San Andres	Miraflores	B	194	0.0174	230	POP2	70	19.3	12	Bs 764
86	139	Marban	San Andres	Naranjitos	B	328	0.0174	390	POP2	70	32.8	13	Bs 907
87	141	Marban	San Andres	Union Y Fe	B	245	0.0174	290	POP2	70	24.4	12	Bs 764
88	147	Marban	San Andres	San Juan de Mocovi	B	157	0.0174	190	POP2	70	16.0	12	Bs 764
89	149	Marban	San Andres	Villa Alba	B	304	0.0174	360	POP2	70	30.2	13	Bs 907
90	158	Marban	San Andres	Primavera	B	146	0.0174	170	POP2	70	14.3	12	Bs 764
91	160	Marban	San Andres	Nueva Palestina	B	175	0.0174	210	POP2	70	17.6	12	Bs 764
92	164	Moxos	San Ignacio	Las Mercedes	B	302	0.0174	360	POP2	70	30.2	13	Bs 907
93	167	Moxos	San Ignacio	Monte Grande	B	268	0.0174	320	POP2	70	26.9	12	Bs 764
94	168	Moxos	San Ignacio	San Ambrocio	B	220	0.0174	260	POP2	70	21.8	12	Bs 764
95	169	Moxos	San Ignacio	San Antonio de Imose	B	255	0.0174	300	POP2	70	25.2	12	Bs 764
183	170	Moxos	San Ignacio	San Francisco	B	728	0.0174	870	POP2	90	94.0	14	Bs 1,518
96	172	Moxos	San Ignacio	San Jose del Cabitu	B	467	0.0174	550	POP2	90	59.4	13	Bs 907
184	173	Moxos	San Ignacio	San Lorenzo de Moxos	B	1137	0.0174	1350	POP2	90	145.8	14	Bs 1,518
97	175	Moxos	San Ignacio	Santa Rita	B	246	0.0174	290	POP2	70	24.4	12	Bs 764
98	179	Moxos	San Ignacio	Villa Esperanza	B	206	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
99	180	Moxos	San Ignacio	La Argentina	B	231	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
100	181	Moxos	San Ignacio	Nueva Natividad	B	203	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
101	185	Moxos	San Ignacio	Trinidadito	B	141	0.0174	170	POP2	70	14.3	12	Bs 764
190	187	Vaca Diez	Guayara	Cachue la Eseranza	B	1364	0.0174	1620	POP1	90	175.0	3	Bs 2,258
102	188	Vaca Diez	Guayara	14 De Septiembre	B	244	0.0174	290	POP1	70	24.4	10	Bs 372
103	189	Vaca Diez	Guayara	1ro De Mayo	B	210	0.0174	250	POP1	70	21.0	10	Bs 372
104	190	Vaca Diez	Guayara	Firmeza	B	218	0.0174	260	POP1	70	21.8	10	comunitario
105	192	Vaca Diez	Guayara	San Augustin	B	221	0.0174	260	POP1	70	21.8	10	Bs 372
106	193	Vaca Diez	Guayara	Santa Fe	B	203	0.0174	240	POP1	70	20.2	10	Bs 372
107	197	Vaca Diez	Guayara	Santa Anita	B	213	0.0174	250	POP1	70	21.0	10	Bs 372
108	202	Vaca Diez	Riberalta	Alto Ivon	B	371	0.0174	440	POP1	70	37.0	11	Bs 372
109	204	Vaca Diez	Riberalta	Ivarenda	B	321	0.0174	380	POP1	70	31.9	11	Bs 372
110	205	Vaca Diez	Riberalta	Popechi	B	250	0.0174	300	POP1	70	25.2	10	Bs 372
111	207	Vaca Diez	Riberalta	San Antonio	B	237	0.0174	280	POP1	70	23.5	10	comunitario
112	208	Vaca Diez	Riberalta	San Francisco	B	286	0.0174	340	POP1	70	28.6	10	Bs 372
113	210	Vaca Diez	Riberalta	Tumichucua	B	554	0.0174	660	POP1	90	71.3	11	Bs 372
114	212	Vaca Diez	Riberalta	Florida	B	256	0.0174	300	POP1	70	25.2	10	Bs 372
115	215	Vaca Diez	Riberalta	Pena Amarilla	B	333	0.0174	400	POP1	70	33.6	11	Bs 372
116	222	Vaca Diez	Riberalta	Antofagasta	B	184	0.0174	220	POP1	70	18.5	10	Bs 372
117	226	Vaca Diez	Riberalta	Nazareth	B	214	0.0174	250	POP1	70	21.0	10	Bs 372
118	233	Yacuma	Exaltacion	Paraiso	B	254	0.0174	300	POP2	70	25.2	12	Bs 764
119	236	Yacuma	Exaltacion	Coquinal	B	583	0.0174	690	POP2	90	74.5	13	Bs 907
120	239	Yacuma	Exaltacion	Santa Rosa del Tado	B	215	0.0174	260	POP2	70	21.8	12	Bs 764
121	242	Yacuma	Exaltacion	18 De Noviembre	B	294	0.0174	350	POP2	70	29.4	13	Bs 907
122	246	Yacuma	Santa Ana	San Joaquin del Maquina	B	432	0.0174	510	POP2	90	55.1	13	Bs 907
123	248	Yacuma	Santa Ana	Santa Ana de Yacuma	B	1046	0.0174	1240	POP2	90	133.9	14	Bs 1,518
124	249	Yacuma	Santa Ana	Carmen del Matto	B	256	0.0174	300	POP2	70	25.2	12	Bs 764
29	250	Yacuma	Santa Ana	Puerto San Borja	B	156	0.0174	190	POP2	70	16.0	12	Proyecto Piloto
12	251	Cercado	Trinidad	Puerto Almacan	B	125	0.0174	150	POP2	70	12.6	12	Bs 764
126	16	Itenez	Baures	Puerto Villazon	C	300	0.0174	360		70	30.2	13	Bs 907
128	18	Itenez	Baures	El Cairo	C	342	0.0174	410		70	34.4	13	Bs 907
129	19	Itenez	Baures	Mategua	C	129	0.0174	150		70	12.6	12	Bs 764
130	22	Itenez	Magdalena	Buena Vista	C	203	0.0174	240		70	20.2	12	Bs 764
131	23	Itenez	Magdalena	Cayoba	C	234	0.0174	280		70	23.5	12	Bs 764
132	26	Itenez	Magdalena	San Borja	C	193	0.0174	230		70	19.3	12	Bs 764
133	27	Itenez	Magdalena	Versalles	C	162	0.0174	190		70	16.0	12	Bs 764
134	31	JoseBallivian	Reyes	Carmen Alto	C	221	0.0174	260	POP2	70	21.8	12	Bs 764
135	34	JoseBallivian	Reyes	San Marcos	C	201	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
136	38	JoseBallivian	Reyes	San Pedro	C	232	0.0174	280	POP2	70	23.5	12	Bs 764
137	39	JoseBallivian	Reyes	San Miguel De Soraida	C	223	0.0174	260	POP2	70	21.8	12	Bs 764
138	41	JoseBallivian	Reyes	Villa Coacabana	C	191	0.0174	230	Qubrada	70	19.3	1	Bs 1,275
139	42	JoseBallivian	Reyes	SanMiguel RioViejo	C	127	0.0174	150	Qubrada	70	12.6	1	Bs 1,275
140	43	JoseBallivian	Rurrenabaque	Cauchal	C	221	0.0174	260	Qubrada	70	21.8	1	Bs 1,275
141	50	JoseBallivian	Rurrenabaque	Uncallamaya	C	134	0.0174	160	Qubrada	70	13.4	1	Bs 1,275
142	51	JoseBallivian	Rurrenabaque	San Juan	C	125	0.0174	150	POP2	70	12.6	12	Bs 764
143	52	JoseBallivian	Rurrenabaque	San Martin	C	128	0.0174	150	Qubrada	70	12.6	1	Bs 1,275
144	54	JoseBallivian	Rurrenabaque	Colonia Canan	C	150	0.0174	180	POP2	70	15.1	12	Bs 764
145	56	JoseBallivian	Rurrenabaque	Carmen Soledad	C	147	0.0174	170	POP2	70	14.3	12	Bs 764
146	58	JoseBallivian	Rurrenabaque	Colorado Bajo	C	128	0.0174	150	Qubrada	70	12.6	1	Bs 1,275
147	65	JoseBallivian	SanBorja	Galilea	C	347	0.0174	410	POP2	70	34.4	13	Bs 907
148	66	JoseBallivian	SanBorja	San Jose de Yaranda	C	297	0.0174	350	Qubrada	70	29.4	2	Bs 1,597
149	67	JoseBallivian	SanBorja	Junrreno	C	265	0.0174	310	POP2	70	26.0	12	Bs 764
150	69	JoseBallivian	SanBorja	Las Habras	C	270	0.0174	320	POP2	70	26.9	12	Bs 764
151	73	JoseBallivian	SanBorja	Villa Arboritos Villa Aroma	C	268	0.0174	320	POP2	70	26.9	12	Bs 764
152	74	JoseBallivian	SanBorja	Pueblo Nuevo	C	240	0.0174	290	POP2	70	24.4	12	Bs 764
153	75	JoseBallivian	SanBorja	Charaton	C	225	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
154	80	JoseBallivian	SanBorja	Villa Gonzales	C	193	0.0174	230	POP2	70	19.3	12	Bs 764
155	81	JoseBallivian	SanBorja	Villa Ingavi	C	300	0.0174	360	Qubrada	70	30.2	2	Bs 1,597
156	85	JoseBallivian	San Borja	Santa Elena Del Caripo	C	272	0.0174	320	POP2	70	26.9	12	Bs 764
157	86	JoseBallivian	San Borja	Tierra Santa	C	229	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
158	89	JoseBallivian	San Borja	SanJuan	C	139	0.0174	170	Qubrada	70	14.3	1	Bs 1,275
159	90	JoseBallivian	San Borja	21 De Septiembre	C	131	0.0174	160	Qubrada	70	13.4	1	Bs 1,275
160	92	JoseBallivian	San Borja	San Pedro	C	154	0.0174	180	POP2	70	15.1	12	Bs 764
161	93	JoseBallivian	San Borja	Oriente	C	163	0.0174	190	POP2	70	16.0	12	Bs 764
162	96	JoseBallivian	San Borja	Tacuara del Matto	C	104	0.0174	120	Qubrada	70	10.1	1	Bs 1,275
163	99	JoseBallivian	San Borja	La Cruz	C	221	0.0174	260	Qubrada	70	21.8	1	Bs 1,275
164	101	JoseBallivian	San Borja	Villa Pucara	C	99	0.0174	120	Qubrada	70	10.1	1	Bs 1,275
165	102	JoseBallivian	San Borja	Libertad Unida	C	136	0.0174	160	Qubrada	70	13.4	1	Bs 1,275
166	103	JoseBallivian	San Borja	21 de Abril	C	109	0.0174	130	Qubrada	70	10.9	1	Bs 1,275
167	107	JoseBallivian	Santa Rosa	El Rosario	C	320	0.0174	380	POP2	70	31.9	13	Bs 907
168	110	JoseBallivian	Santa Rosa	Espiritu	C	259	0.0174	310	POP2	70	26.0	12	Bs 764
169	115	JoseBallivian	Santa Rosa	Puerto Yata	C	205	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
170	116	JoseBallivian	Santa Rosa	Awaisal	C	241	0.0174	290	POP2	70	24.4	12	Bs 764

Cuadro 6.3.3(1) Lista de comunidades prioritarias del departamento de Beni

171	117	JoseBallivian	Santa Rosa	Tacuara	C	150	0.0174	180	POP2	70	15.1	12	Bs 764
172	119	JoseBallivian	Santa Rosa	El Encercado	C	158	0.0174	190	POP2	70	16.0	12	Bs 764
173	120	Mamore	Puerto Siles	Alejandro	C	199	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
174	128	Mamore	San Ramon	Buena Vista de Machupo	C	170	0.0174	200	POP2	70	16.8	12	Bs 764
175	142	Marban	San Andres	La Isiga	C	256	0.0174	300	POP2	70	25.2	12	Bs 764
176	151	Marban	San Andres	Villa San Pedro	C	188	0.0174	220	POP2	70	18.5	12	Bs 764
177	153	Marban	San Andres	Estrella de Belen	C	21	0.0174	20	POP2	70	1.7		#N/A
178	155	Marban	San Andres	Nueva Aurora	C	155	0.0174	180	POP2	70	15.1	12	Bs 764
179	156	Marban	San Andres	Tajibote	C	18	0.0174	20	POP2	70	1.7		#N/A
180	162	Marban	San Andres	Poza Honda	C	146	0.0174	170	POP2	70	14.3	12	Bs 764
181	163	Marban	San Andres	Caimanes	C	187	0.0174	220	POP2	70	18.5	12	Bs 764
182	166	Moxos	San Ignacio	Los Puentes	C	398	0.0174	470	POP2	70	39.5	13	Bs 907
185	174	Moxos	San Ignacio	San Miguel del Apere	C	34	0.0174	40	POP2	70	3.4		#N/A
186	178	Moxos	San Ignacio	Oromomo	C	176	0.0174	210	POP2	70	17.6	12	Bs 764
187	182	Moxos	San Ignacio	Puerto San Lorenzo	C	193	0.0174	230	POP2	70	19.3	12	Bs 764
188	184	Moxos	San Ignacio	Natividad del Retiro	C	199	0.0174	240	POP2	70	20.2	12	Bs 764
189	186	Vaca Diez	Guayara	Barranco Colorado	C	206	0.0174	240	POP1	70	20.2	10	Bs 372
191	191	Vaca Diez	Guayara	La Union	C	278	0.0174	330	POP1	70	27.7	11	Bs 372
192	195	Vaca Diez	Guayara	Villa Bella	C	408	0.0174	480	POP1	70	40.3	11	Bs 372
193	196	Vaca Diez	Guayara	San Miguel	C	190	0.0174	230	POP1	70	19.3	10	Bs 372
194	198	Vaca Diez	Guayara	San Lorenzo Rio Mamore	C	175	0.0174	210	POP1	70	17.6	10	Bs 372
195	199	Vaca Diez	Guayara	Santa Lucia	C	182	0.0174	220	POP1	70	18.5	10	Bs 372
196	200	Vaca Diez	Guayara	Cachuela Mamore	C	136	0.0174	160	POP1	70	13.4	10	Bs 372
197	203	Vaca Diez	Riberalta	Buena Vista	C	306	0.0174	360	POP1	70	30.2	10	Bs 372
198	206	Vaca Diez	Riberalta	Puerto Roman	C	355	0.0174	420	POP1	70	35.3	10	Bs 372
199	213	Vaca Diez	Riberalta	Ivon(Candelaria)	C	150	0.0174	180	POP1	70	15.1	10	Bs 372
200	219	Vaca Diez	Riberalta	El Recreo	C	128	0.0174	150	POP1	70	12.6	10	Bs 372
201	220	Vaca Diez	Riberalta	Berlin	C	112	0.0174	130	POP1	70	10.9	10	Bs 372
202	221	Vaca Diez	Riberalta	Santa Fe	C	132	0.0174	160	POP1	70	13.4	10	Bs 372
203	224	Vaca Diez	Riberalta	Santa Maria	C	157	0.0174	190	POP1	70	16.0	10	Bs 372
204	225	Vaca Diez	Riberalta	Palmira	C	184	0.0174	220	POP1	70	18.5	10	Bs 372
205	227	Vaca Diez	Riberalta	Siglo Xx	C	133	0.0174	160	POP1	70	13.4	10	Bs 372
206	228	Vaca Diez	Riberalta	La Eseranza VeinteSeis	C	124	0.0174	150	POP1	70	12.6	10	Bs 372
207	229	Vaca Diez	Riberalta	Buen Destino	C	197	0.0174	230	POP1	70	19.3	10	Bs 372
208	232	Yacuma	Exaltacion	Las Abras	C	249	0.0174	300	POP1	70	25.2	10	Bs 372
209	234	Yacuma	Exaltacion	San Carlos	C	274	0.0174	330	POP2	70	27.7	12	Bs 764
210	235	Yacuma	Exaltacion	San Juan	C	371	0.0174	440	POP2	70	37.0	13	Bs 907
211	240	Yacuma	Exaltacion	20 De Enero	C	284	0.0174	340	POP2	70	28.6	12	Bs 764
212	241	Yacuma	Exaltacion	Rancho Ginebra	C	183	0.0174	220	POP2	70	18.5	12	Bs 764
213	243	Yacuma	Exaltacion	Miraflores	C	229	0.0174	270	POP2	70	22.7	12	Bs 764
214	244	Yacuma	Exaltacion	Las Maravillas	C	161	0.0174	190	POP2	70	16.0	12	Bs 764
215	2	Cercado	SanJavier	Monte Azul	D	500	0.0174	590	POP2	90	63.7	13	Bs 907
216	28	Itenez	Magdalena	La Salud	D	155	0.0174	180		70	15.1		#N/A
217	29	Itenez	Magdalena	Puerto Chavez	D	142	0.0174	170		70	14.3		#N/A
218	201	Vaca Diez	Riberalta	12 de Octubre	D	317	0.0174	380	POP1	70	31.9	11	Bs 372
219	214	Vaca Diez	Riberalta	La Esperanza	D	408	0.0174	480	POP1	70	40.3	11	Bs 372
220	223	Vaca Diez	Riberalta	Alto Ivon	D	479	0.0174	570	POP1	90	61.6	11	Bs 372

Cuadro 6.3.3(2) Lista de comunidades prioritarias del departamento de Pando

NO.	No. de Comunidad	Provincia	Municipio	Comunidad	Prioridad total	Población total en 2007	Tasa de Incremento (plan)	Población planificada 2017	Tipo Fuente de agua (por Mapa)	Dotación (l/día/per)	Suministro de agua Max. diario (m3/d ay)	No. Modelo de sistema de agua	Costo de construcción total (x 1000 Bs.)
1	16	Nicolas Suarez	Bolpebra	Mukden	A	365	0.0372	530	POP1	90	57.2	11	Bs 372
2	20	Nicolas Suarez	Bolpebra	Veracruz	A	249	0.0372	360	POP1	70	30.2	11	Bs 372
3	24	Nicolas Suarez	Cobija	Bajo Virtudes	A	109	0.0372	160	POP1	70	13.4	11	Bs 372
4	34	Nicolas Suarez	Cobija	Avaroa	A	300	0.0372	430	POP1	70	36.1	11	Bs 372
5	46	Nicolas Suarez	Porvenir	San José	A	245	0.0372	350	POP1	70	29.4	11	Bs 372
6	50	Manuripi	Filadelfia	Filadelfia	A	310	0.0372	450	POP1	70	37.8	11	Bs 372
7	57	Manuripi	Filadelfia	Curichon	A	240	0.0372	350	POP1	70	29.4	11	Bs 372
8	58	Manuripi	Filadelfia	Luz de America	A	300	0.0372	430	POP1	70	36.1	11	Bs 372
9	65	Manuripi	Puerto Rico	Puerto Rico	A	2103	0.0372	3030	POP1	105	381.8	11	Bs 372
10	88	Madre Diso	San Lorenzo	Naranjal	A	217	0.0372	310	POP1	70	26.0	10	Bs 372
11	101	Madre Diso	San Lorenzo	Sinai	A	225	0.0372	320	POP1	70	26.9	10	Bs 372
12	105	Madre Diso	Gonzalo Moleno	Gonzalo Moleno	A	970	0.0372	1400	POP1	90	151.2	10	Bs 372
13	125	Federico Roman	Villa Nueva	Loma Alta	A	600	0.0372	860	POP1	90	92.9	11	Bs 372
14	127	Federico Roman	Villa Nueva	Santa Crucito	A	295	0.0372	430	POP1	70	36.1	11	Bs 372
15	129	Federico Roman	Nueva Esperanza	Arca de Israel	A	224	0.0372	320	POP1	70	26.9	10	Bs 372
16	132	Federico Roman	Villa Nueva	Santa Fe	A	230	0.0372	330	POP1	70	27.7	10	Bs 372
17	133	Federico Roman	Santos Mercado	Reserva	A	307	0.0372	440	POP1	70	37.0	11	Bs 372
18	136	Abuna	Humaita	Humaita	A	280	0.0372	400	POP1	70	33.6	11	Bs 372
19	6	Nicolas Suarez	Bella Flor	Villa El Carmen	B	130	0.0372	190	Vertiente	30	6.8	5	Bs 289
20	7	Nicolas Suarez	Bella Flor	Santa Rita	B	160	0.0372	230	Vertiente	30	8.3	5	Bs 289
63	10	Nicolas Suarez	Bella Flor	Nueva Vida	B	80	0.0372	120	Vertiente	30	4.3	5	Bs 289
21	12	Nicolas Suarez	Bella Flor	Karamanu	B	60	0.0372	90	Vertiente	30	3.2	5	Bs 289
22	13	Nicolas Suarez	Bella Flor	San Antonio	B	134	0.0372	190	Vertiente	70	16.0	5	Bs 289
23	18	Nicolas Suarez	Bolpebra	Nareuda	B	190	0.0372	270	POP1	70	22.7	10	Bs 372
24	19	Nicolas Suarez	Bolpebra	Bioceanica	B	140	0.0372	200	POP1	70	16.8	10	Bs 372
25	21	Nicolas Suarez	Bolpebra	Canaán	B	87	0.0372	130	Vertiente	30	4.7	4	Bs 22
26	22	Nicolas Suarez	Bolpebra	Tres Arroyos	B	50	0.0372	70	POP1	30	2.5	9	Bs 183
27	25	Nicolas Suarez	Cobija	Villa Rosario (Barzola)	B	165	0.0372	240	POP1	30	8.6	10	Bs 372
28	26	Nicolas Suarez	Cobija	Alto Bahía	B	120	0.0372	170	POP1	30	6.1	10	Bs 372
29	32	Nicolas Suarez	Cobija	Sujal	B	180	0.0372	260	POP1	70	21.8	10	Bs 372
30	40	Nicolas Suarez	Porvenir	Villa Marieta	B	55	0.0372	80	Vertiente	30	2.9	4	Bs 22
31	47	Nicolas Suarez	Porvenir	Agua Rica	B	73	0.0372	110	Vertiente	30	4.0	4	Bs 22
32	53	Manuripi	Filadelfia	Empresía	B	125	0.0372	180	Vertiente	70	15.1	5	Bs 289
33	55	Manuripi	Filadelfia	Florida	B	140	0.0372	200	POP1	70	16.8	10	Bs 372
34	56	Manuripi	Filadelfia	Purísima	B	50	0.0372	70	Vertiente	30	2.5	4	Bs 22
35	59	Manuripi	Filadelfia	Buyuyo	B	148	0.0372	210	POP1	70	17.6	10	Bs 372
36	60	Manuripi	Filadelfia	Petronila	B	150	0.0372	220	POP1	70	18.5	10	Bs 372
37	64	Manuripi	Filadelfia	Espiritu	B	130	0.0372	190	POP1	70	16.0	10	Bs 372
38	74	Manuripi	Puerto Rico	Puerto Madre de Dios	B	93	0.0372	130	POP1	30	4.7	9	Bs 183
39	76	Manuripi	Puerto Rico	Deslinde	B	32	0.0372	50	POP1	30	1.8	9	Bs 183
40	79	Manuripi	San Pedro	Tres Estrellas	B	191	0.0372	280	POP1	70	23.5	10	Bs 372
41	82	Manuripi	San Pedro	El Pallar	B	90	0.0372	130	POP1	70	10.9	10	Bs 372

Cuadro 6.3.3(2) Lista de comunidades prioritarias del departamento de Pando

NO.	No. de Comunidad	Provincia	Municipio	Comunidad	Prioridad total	Población total en 2007	Tasa de Incremento (plan)	Población planificada 2017	Tipo Fuente de agua (por Mapa)	Dotación (l/día/per)	Suministro de agua Max. diario (m <sup>3</sup> /d ay)	No. Modelo de sistema de agua	Costo de construcción total (x 1000 Bs.)
42	85	Madre Diso	San Lorenzo	Trinidadcito	B	345	0.0372	500	POP1	70	42.0	11	Bs 372
43	86	Madre Diso	San Lorenzo	Exsalcación	B	136	0.0372	200	POP1	70	16.8	10	Bs 372
44	89	Madre Diso	San Lorenzo	Palestina	B	225	0.0372	320	POP1	70	26.9	10	Bs 372
45	90	Madre Diso	San Lorenzo	Puerto Copacabana	B	184	0.0372	270	POP1	70	22.7	10	Bs 372
46	92	Madre Diso	San Lorenzo	Santa Elena	B	150	0.0372	220	POP1	70	18.5	10	Bs 372
47	96	Madre Diso	San Lorenzo	Iberia	B	170	0.0372	240	POP1	70	20.2	10	Bs 372
48	97	Madre Diso	San Lorenzo	San Lorenzo	B	67	0.0372	100	POP1	30	3.6	9	Bs 183
49	99	Madre Diso	San Lorenzo	Vista Alegre	B	190	0.0372	270	POP1	70	22.7	10	Bs 372
50	102	Madre Diso	San Lorenzo	Loreto	B	111	0.0372	160	POP1	70	13.4	10	Bs 372
51	107	Madre Diso	San Lorenzo	Galilea	B	290	0.0372	420	POP1	70	35.3	11	Bs 372
52	124	Madre Diso	El Sena	Las Mercedes	B	127	0.0372	180	POP1	70	15.1	10	Bs 372
53	140	Abuna	Humaita	San Javier	B	115	0.0372	170	POP1	70	14.3	10	Bs 372
54	143	Abuna	Santa Rosa del Abuna	Las Abejas	B	80	0.0372	120	Vertiente	30	4.3	4	Bs 22
55	152	Pando	Bella Flor	Florida	B	36	0.0372	50	Vertiente	30	1.8	4	Bs 22
56	153	Pando	Santa Rosa del Abuna	1º de Mayo	B	192	0.0372	280	Vertiente	70	23.5	5	Bs 289
57	155	Pando	Puerto Rico	Los Mandarin	B	127	0.0372	180	POP1	70	15.1	10	Bs 372
58	156	Pando	El Sena	El Tury	B	51	0.0372	70	POP1	30	2.5	9	Bs 183
59	157	Pando	Santos Mercado	Santa Tereza	B	118	0.0372	170	POP1	70	14.3	10	Bs 372
60	159	Pando	Nueva Esperanza	Puerto Consuelo	B	165	0.0372	240	POP1	70	20.2	10	Bs 372
61	1	Nicolas Suarez	Bella Flor	Villa Amazonica	C	98	0.0372	140	POP1	70	11.8	10	Bs 372
62	8	Nicolas Suarez	Bella Flor	Santa Maria	C	60	0.0372	90	Vertiente	30	3.2	4	Bs 22
64	30	Nicolas Suarez	Cobija	Mejillones	C	97	0.0372	140	POP1	70	11.8	10	Bs 372
65	80	Manuripi	San Pedro	Cayusal	C	80	0.0372	120	POP1	30	4.3	9	Bs 183
66	91	Madre Diso	San Lorenzo	San Martin	C	56	0.0372	80	POP1	30	2.9	9	Bs 183
67	98	Madre Diso	San Lorenzo	Viña del Rio	C	129	0.0372	190	POP1	70	16.0	10	Bs 372
68	100	Madre Diso	San Lorenzo	Lituania	C	50	0.0372	70	POP1	30	2.5	9	Bs 183
69	122	Madre Diso	El Sena	Canada	C	70	0.0372	100	POP1	30	3.6	9	Bs 183
70	123	Madre Diso	El Sena	Villa Cotoca	C	65	0.0372	90	POP1	30	3.2	9	Bs 183
71	126	Federico Roman	Villa Nueva	Enarevena	C	74	0.0372	110	POP1	30	4.0	9	Bs 183
72	128	Federico Roman	Villa Nueva	Bella Brisa	C	180	0.0372	260	POP1	70	21.8	10	Bs 372
73	158	Pando	Santos Mercado	San Jose	C	88	0.0372	130	POP1	70	10.9	10	Bs 372

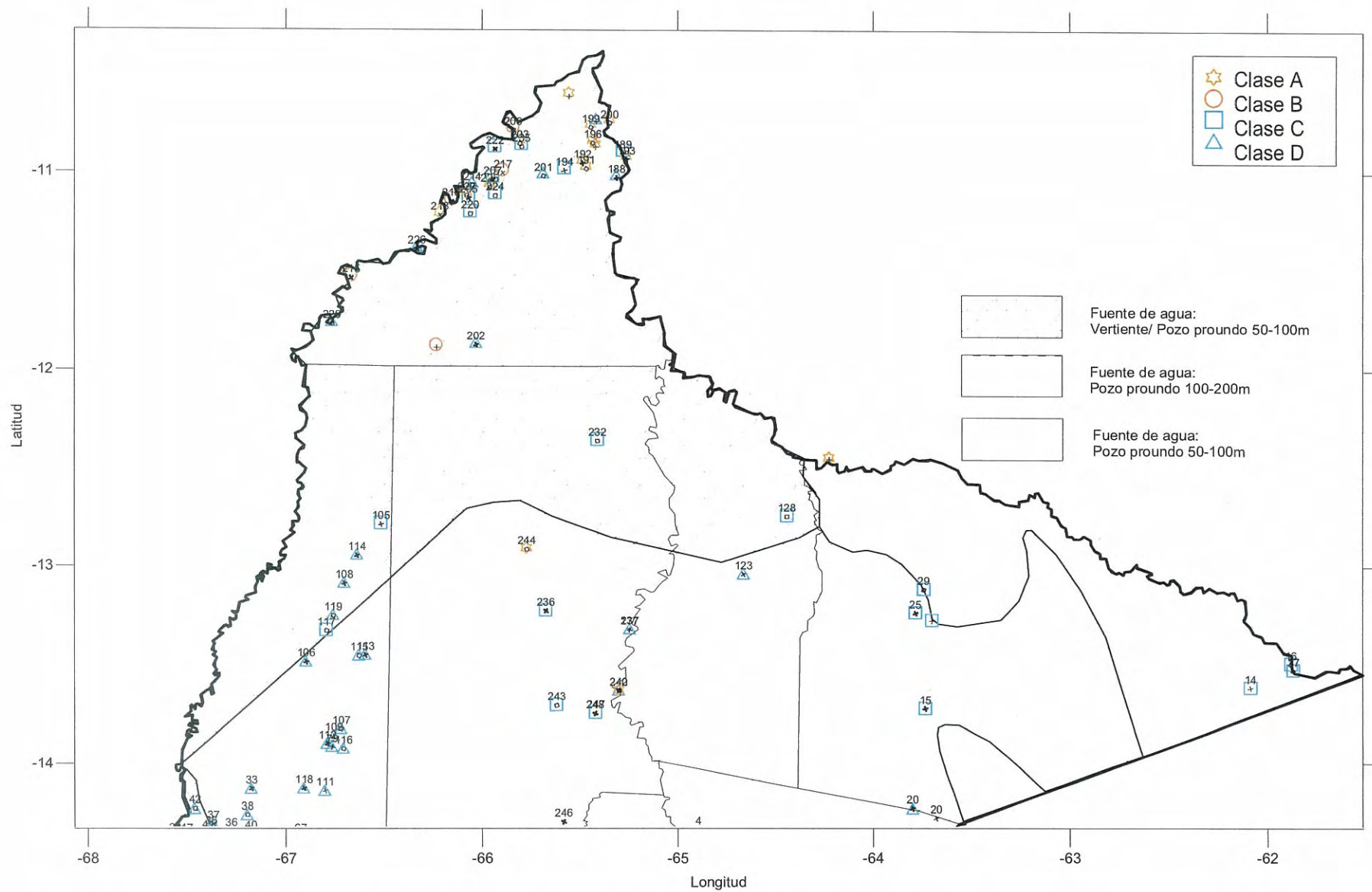


Figura 6.3.2 (1) Ubicación de las comunidades seleccionadas (Beni)

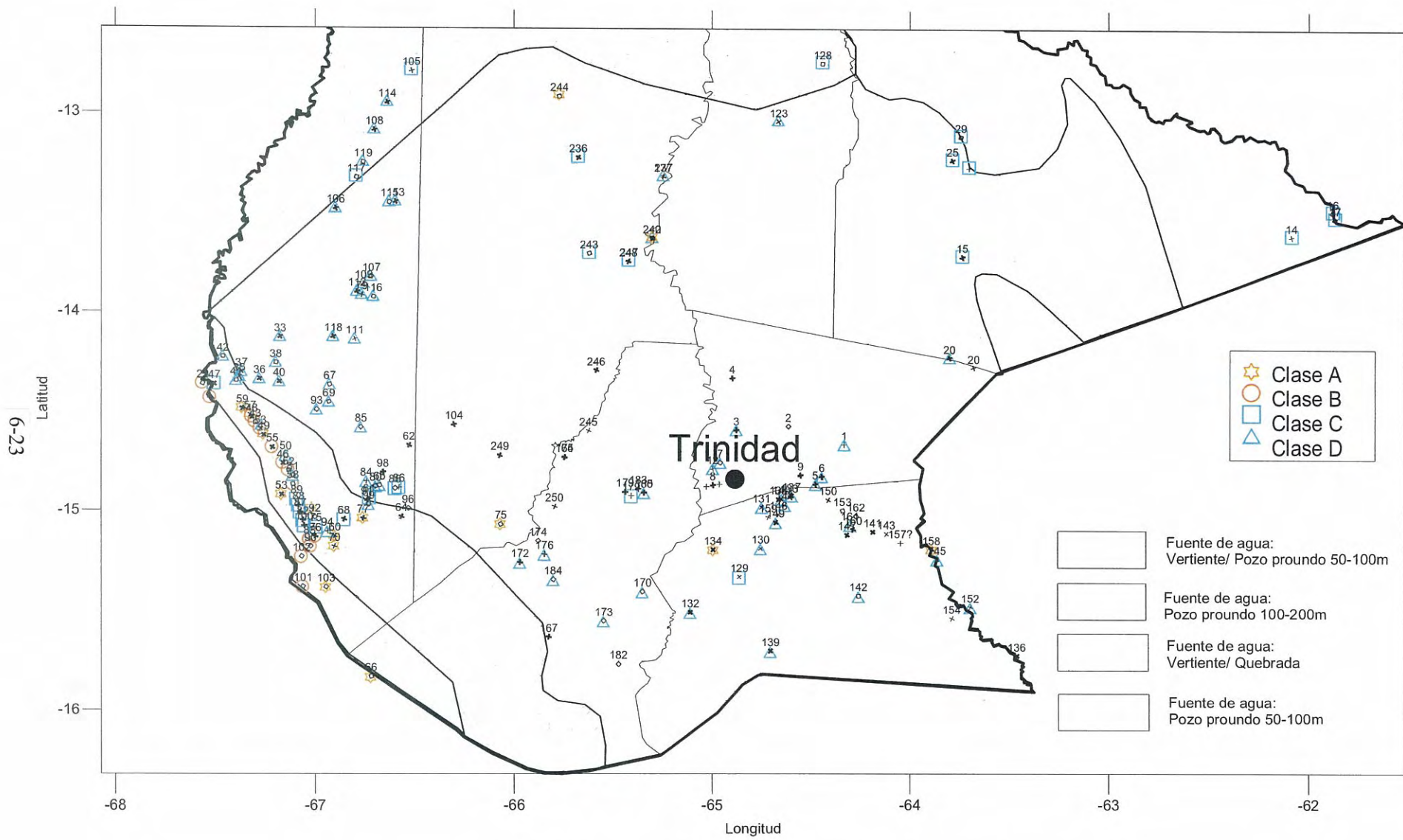


Figura 6.3.2 (1) Ubicación de las comunidades seleccionadas (Beni)



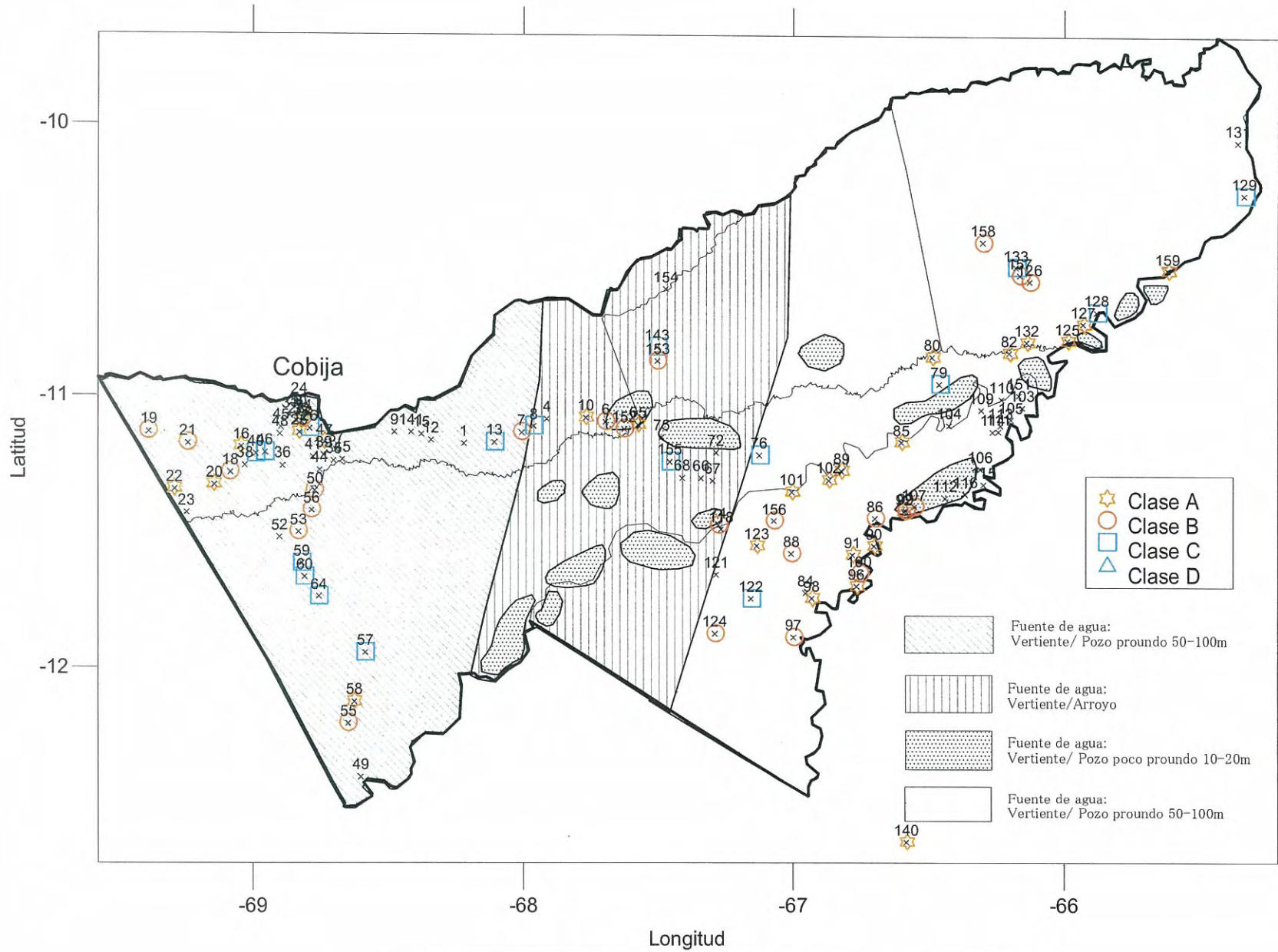


Figura 6.3.2 (2) Ubicación de las comunidades seleccionadas (Pando)

### **6.3.3 Selección de las comunidades para el plan quinquenal**

La selección de las comunidades para el plan quinquenal se basa en los siguientes principios:

- (1) Para que la ejecución del plan quinquenal será conveniente un desplazamiento regional a nivel departamental, en las obras de la primera etapa se deberá seleccionar las comunidades que puedan involucrar el mayor número posible de provincias o municipios. Naturalmente, considerando el programa de trabajos y los gastos económicos, se obtendría mayor rendimiento si se enfocan los trabajos de perforación de pozos en cada provincia o cada municipio, permitiendo disminuir el costo de transporte de la perforadora y otros equipos complementarios pertinentes. Sin embargo, se espera el desarrollo de enlace entre Prefectura y Municipio en los proyectos de agua, con la finalidad de lograr un conocimiento a nivel departamental, municipal y comunitario de que las UNASBVI's de cada departamento, ejecutan trabajos directamente con equipos de perforación con propios, razón por la cual durante los primeros 5 años deberá programar las comunidades de diferentes regiones y municipios pese a que los costos de transporte para la movilización y desmovilización de los equipos sea mayor.
  
- (2) En el departamento de Beni, se deberá dar prioridad a las comunidades con medidas contra inundaciones. Ya que se puede trabajar durante la época de lluvias especialmente en las zonas y comunidades cercanas a Trinidad, por estas circunstancias, prioritariamente se realizará la construcción de pozos para los refugiados al inicio de plan quinquenal.
  
- (3) Se definirán las comunidades del plan quinquenal de acuerdo a las condiciones mencionadas arriba y tomando en cuenta el orden de prioridad, A, B o C. Como lo expresado anteriormente, en el departamento de Pando hay varias comunidades accesibles únicamente por río, u otras que a pesar de contar con caminos son intransitables con vehículos pesados como camionetas o camiones se alto tonelaje, de manera que para seleccionar estas comunidades como objeto del plan se deberá examinar la posibilidad de seleccionar maquinas de construcción de pozos diseñadas especialmente para las carreteras de mala condición a parte de las perforadoras comunes.



## 6.4 Cobertura de suministro de agua en las áreas de objeto y las metas futuras

### 6.4.1 Plan Nacional de Agua y Saneamiento 2001-2010 y resultado del censo del 2001

Actualmente, en Bolivia el Plan Nacional del sector de agua a nivel nacional cuenta con el “Plan Nacional de Agua y Saneamiento 2001-2010”, documento que contempla las metas de cobertura hasta el 2010: para alcanzar en el área urbana la cobertura de suministro de agua del 94% y la de alcantarillado y saneamiento del 89%, y en el área rural elevar la cobertura de suministro de agua al 82%, y la de saneamiento al 66%.

Según lo que informa este plan, la situación de suministro de agua en Beni y Pando es la siguiente: indica que la población beneficiada con el servicio de agua en las áreas rurales en ambos departamentos es 21,895 (20%) y 4,681(8%), respectivamente.

**Cuadro 6.4.1 Situación de suministro de agua en el 2000**

	Áreas urbanas	Áreas rurales	Total
Beni: Población	251,619	<b>110,355</b>	361,974
Beneficiarios del servicio	213,728(85%)	<b>21,895(20%)</b>	65%
Pando: Población	14,776	<b>62,164</b>	76,940
Beneficiarios del servicio	13,298(90%)	<b>4,681(8%)</b>	23%

Fuente: “Plan Nacional de Agua y Saneamiento 2001-2010”

Por otra parte, el Cuadro 6.4.2 indica las fuentes de agua utilizadas en ambos departamentos según el censo del 2001. Tomando en cuenta el resultados del estudio sobre las instalaciones existentes de suministro de agua, para la conexión de tubería y piletas públicas se utilizan los pozos o aguas superficiales como fuente de agua, obteniendo la cobertura de suministro de agua del 9.2% en Beni, y 13.5% en Pando. Mientras tanto, la mayoría de los pozos perforados con los equipos de perforación manual alcanzan profundidades entre 20 a 30 m implementados con el sistema de bomba manual, y como se ha mencionado en el Capítulo 4, éstas fuentes en su gran mayoría han sido abandonadas o no se utilizan como fuentes de agua para tomar. Suponiendo que en este caso el servicio de agua cubra un 10%, y resumiendo los de más criterios, se podría estimar la cobertura general de suministro de agua en un 13% en Beni y 16% en Pando.

**Cuadro 6.4.2 Número de casas según las fuentes de agua que utilizan en Beni y Pando**

Fuente de agua	Beni	(%)	Pando	(%)
Conexión de tubería	<b>1244</b>	<b>6.3</b>	<b>690</b>	<b>11.6</b>
Pileta pública	<b>563</b>	<b>2.9</b>	<b>110</b>	<b>1.9</b>
Camión cisterna	13	0.1	2	0.0
Noria	2420	12.3	256	4.3
Pozo perforado con equipo	<b>6950</b>	<b>35.2</b>	<b>1534</b>	<b>25.8</b>
Río, vertiente	5943	30.2	2712	45.7
Lago	2141	10.9	487	8.2
Otros	435	2.2	145	2.4
Total número de familia	19709	-	5936	-
Número de comunidades	837	-	364	-

Fuente: Censo 2001

## 6.4.2 Cobertura del servicio de suministro de agua según el presente estudio

La cobertura del servicio de agua en las comunidades investigadas en el estudio es tal como se indica en el Cuadro 6.4.3. Se han contado como comunidades con servicio de agua las comunidades donde se han realizado últimamente proyectos de abastecimiento de agua ejecutados por la UNASBVI, FIS, PRASPANDO, o terceros como Venezuela, y ONG. (Sin embargo, no todas las familias tienen conectado el sistema de agua.)

**Cuadro 6.4.3 Cobertura de servicio de suministro de agua en las comunidades investigadas**

	<b>Beni</b>	<b>Pando</b>
Número de comunidades estudiadas	197	114
Número de casas	19,521	6,571
Población	92,074	29,400
Número de comunidades con el servicio de agua	21	14
Población beneficiada con el servicio de agua	28,586	9472
Cobertura de servicio de agua	31%	32%

Fuente: Resultado del estudio de inventario de 2007

## 6.4.3 Población proyectada de las áreas de objeto y cálculo aproximado del plan quinquenal

### (1) Población proyectada de las áreas de objeto

Está calculada la tasa de crecimiento demográfico en las áreas rurales hasta 2010 de acuerdo al censo realizado en 1992 y 2001 (Ref. Capítulo 3, artículo 3.1). Ambos departamentos reciben inmigrantes desde otros departamentos del país (del altiplano y valles), y especialmente en Pando hay muchos inmigrantes que ingresan desde Brasil.

El cuadro de abajo muestra un cálculo demográfico de ambos departamentos hasta 2027, utilizando la tasa de crecimiento indicado por INE hasta 2010, para Beni el 1.74% fijo y para Pando disminuyendo gradualmente hasta 1.78%.

**Cuadro 6.4.4 Cálculo de la población de Beni y Pando**

<b>Año</b>	<b>Beni</b>		<b>Pando</b>	
	<b>Población</b>	<b>Tasa de crecimiento</b>	<b>Población</b>	<b>Tasa de crecimiento</b>
2001	362,521	2.94	52,525	3.48
2005	406,982	-	66,689	-
2006	414,758	1.91	69,541	4.28
2007	422,434	1.85	72,427	4.15
2008	430,038	1.80	75,331	4.01
2009	437,606	1.76	78,247	3.87
2010	445,221	1.74	81,157	3.72
2011	452,968	1.74	84,068	3.59
2012	460,849	1.74	86,965	3.45
2017	502,363	1.74	100,943	3.03
2022	547,616	1.74	113,242	2.33
2027	596,946	1.74	123,676	1.78

Fuente: Datos estadísticos de INE 2006

Suponiendo que en las áreas rurales, excepto las ciudades como Trinidad, Riberalta y Cobija, lleguen aproximadamente a un 40% en Beni y 60% en Pando, se puede calcular como 200 mil y 60 mil habitantes, respectivamente, como la población objeto del presente proyecto en el 2017, que es el año objeto .

## (2) Cálculo aproximado del plan quinquenal

Con el objeto de mejorar la situación de suministro de agua en ambos departamentos, se establecerá un plan quinquenal en el presente estudio, realizando la investigación in situ en 400 comunidades seleccionadas en el estudio preliminar de JICA, y seleccionando las prioritarias entre ellas.

En cuanto a las comunidades que fueron difíciles de llegar a pesar de estar incluidas en el de estudio, y otras que ubican fuera del objetivo del estudio, esta vez las UNASBVI's de ambos departamentos se encargarán de investigar las condiciones de suministro de agua de estas, ejecutando el plan quinquenal a la vez, para posteriormente incluirlas en el segundo plan quinquenal en adelante.

Por otro lado, ambas UNASBVI's tienen planificado ejecutar desde ahora en el plan quinquenal los siguientes proyectos de abastecimiento de agua. (Ver más detalle en el Capítulo 7 Plan quinquenal)

**Cuadro 6.4.5 Plan quinquenal para abastecimiento de agua**

Año		2008	2009	2010	2011	2012
Beni	Número de obras a ser ejecutadas por PP y UNASBVI	2	-	-	-	-
	Número de obras fuente en aguas superficiales	0	2	4	3	3
	Número de obras: Pozos profundos (Empresas privadas)	0	3	2	2	2
	Número de obras: Pozos profundos (Ejecución directa)	0		4	10	10
	<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
Pando	Número de obras a ser ejecutadas por PP y UNASBVI	-	-	-	-	-
	Número de obras fuente en vertientes	1	5	4	2	2
	Número de obras: Pozos profundos (Ejecución directa)	2	0	4	10	10
	Número de obras: Pozos someros (Ejecución directa)	-	-	-	10	10
	<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>22</b>

\*Población de comunidad para las obras de pozos someros: 50 personas

Aún no está clara la situación del suministro de agua en las comunidades que no eran objeto del presente estudio, y de aquí en adelante se aclarará el proceso de fortalecer la colaboración que debe existir entre las UNASBVI's y todos los municipios. Si contamos sólo las comunidades confirmadas su situación actual en el presente estudio, la cobertura del servicio de agua sería como se indica en los cuadros de abajo. No obstante, estos se refieren a los proyectos realizados con la iniciativa de las UNASVI's, por lo que se supone que la cobertura real sea un poco mejor tomando en cuenta que los municipios y comunidades por su propia iniciativa también llevan a cabo los proyectos de las instalaciones de suministro de agua con las fuentes de arroyos y vertientes

**Cuadro 6.4.6 Cobertura de servicio de suministro de agua en Beni en general**

	Comunidades dentro del departamento	Población de comunidad	Comunidades estudiadas	Comunidades con servicio de agua	Población beneficiada con servicio de agua	Cobertura de servicio de agua
Censo 2001	837	113,369	-	-	-	-
Cálculo del 2007	-	Aprox. 170mil	199	21	28,586	Aprox. 17%
Cálculo del 2012	-	Aprox. 184 mil		47	55,656	Aprox. 30.2%
Cálculo del 2017	-	Aprox. 200 mil	-	-	-	-

**Cuadro 6.4.7 Cobertura de servicio de suministro de agua en Pando en general**

	Comunidades dentro del departamento	Población de comunidad	Comunidades estudiadas	Comunidades con servicio de agua	Población beneficiada con servicio de agua	Cobertura de servicio de agua
Censo 2001	364	20,820	-	-	-	-
Cálculo del 2007	-	43,000	114	14	9,472	Aprox. 22%
Cálculo del 2012	-	52,000		40	24,392	Aprox. 46.9%
Cálculo del 2017	-	72,000	-	-	-	-

## 6.5 Colaboración entre Prefectura y Municipios, y desarrollo de capacidad

### (1) Mejorar la capacidad de la UNASBVI

Ambas UNASBVI's de los respectivos departamentos, actualmente tienen capacidad para implementar proyectos de suministro de agua en las áreas rurales, pero de ahora en adelante es necesario incrementar la cobertura de suministro de agua en la región rural a través de la ejecución de proyectos de manera efectiva y eficiente de acuerdo al plan quinquenal. Para lograrlo esta tarea, se precisa solucionar problemas estructurales actuales y mejorar la capacidad integral, como por ejemplo: técnica de explotación de aguas subterráneas, técnica de servicios de agua, establecimiento y administración de CAPyS, administración de proyectos incluida la gestión logística, colaboración con otras prefecturas, municipios y comunidades, etc. Se resume en la tabla de abajo, los problemas actuales de las UNASBVI's y las líneas futuras a implementar, deliberadas en la conferencia nacional de UNASBVI's celebrada en octubre de 2007. Todo el contenido indicado en la tabla es aplicable a las UNASBVI's de ambos departamentos, por lo que es necesario ponerlo en práctica para mejorar la capacidad institucional.

**Cuadro 6.5.1 Problemas y lineamientos resumidos en la conferencia nacional de las UNASBVI's**

Problemas actuales de las UNASBVI's	Líneas futuras que debe tomar las UNASBVI's
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los técnicos capacitados renuncian porque no hay ITEM (empleo seguro de contrato), o los despiden. Es necesario valorarlos debidamente. Hay pocos técnicos.</li> <li>• No tienen conservado los manuales técnico y mecánico, y otras informaciones. Se han perdido los datos técnicos e informaciones sociales. De manera que no se sabe la situación actual relacionada con las fuentes de agua y saneamiento.</li> <li>• Sobre la explotación de nuevas fuentes de agua, las expectativas de prefectura y del gobierno central son incoherentes.</li> <li>• Es importante tener una visión sobre el desarrollo de capacidad. Respecto a los materiales y maquinaria, se precisa el personal capaz de resolver el problema de administración, operación y mantenimiento de ellos.</li> <li>• No está clara la política de UNASBVI's en cuanto a las construcciones de pozos.</li> <li>• Carecen de coordinación entre Prefectura y UNASBVI, por lo que no avanzan los proyectos adecuadamente.</li> <li>• Hay pocas construcciones de pozos. Falta la habilidad técnica necesaria para la construcción.</li> <li>• Falta el financiamiento para la ejecución de proyecto del sector. Además, surgen competencias entre prefecturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se precisa colaboración entre los 9 departamentos nacionales para ejecutar la política</li> <li>• Impulsar la cooperación interdepartamental (En Administración y control de materiales, capacitación de personas competentes, etc.)</li> <li>• Para agilizar la ejecución de proyectos, es necesario dar atribuciones presupuestarias y administrativas a UNASBVI.</li> <li>• Capacitar y contratar el personal que es importante para mejorar la situación actual del sector.</li> <li>• Realizar la reforma técnica para el suministro de agua segura.</li> <li>• Ejecutar proyectos apropiados de suministro de agua potable en las áreas rurales donde hace falta el agua potable.</li> <li>• Llegar a un acuerdo con Municipio para fortalecer la implementación de proyectos futuros.</li> <li>• Se necesita un complejo con las funciones de almacenar las partes de perforadoras y materiales fungibles, administrar y distribuir ellos en conjunto, firmando un convenio entre todos los departamentos.</li> <li>• Las informaciones del sector para dar a las comunidades son insuficientes.</li> <li>• Examinar un sistema para asegurar la ejecución presupuestaria por el Municipio.</li> <li>• Dedicar suficiente tiempo para asegurar la confianza del pueblo.</li> <li>• Recopilar los datos de pozos</li> <li>• Controlar las informaciones. Asegurar la transparencia.</li> <li>• Asegurar el presupuesto para monitoreo y evaluación.</li> <li>• Ofrecer asistencias a la propuesta basada en las solicitudes surgidas por la necesidad y demanda.</li> <li>• Respetar el convenio y reglamento referentes al medio ambiente.</li> </ul>

Con respecto a las actividades para mejorar la capacidad organizativa, existe límite si las UNASBVI's de ambos departamentos quieren llevar a cabo independientemente, por lo que se precisa realizar las actividades coordinadamente a nivel nacional. En el proyecto Agua es Salud y Vida (ASVI), que está en ejecución con la cooperación de JICA, incluyen dentro su programación actividades para mejorar la capacidad organizativa y operativa de cada UNASBVI a nivel nacional, de manera que, en el presente proyecto, se realizará el mejoramiento de capacidad organizativa, la que se llevará a cabo a través de ASVI.

El ASVI se encuentra en la ejecución de su Fase II en los 9 departamentos nacionales, incluido Beni y Pando. En la siguiente tabla se resumen los resultados y su detalle de la Fase I, que ha finalizado a principios de la presente gestión. Los departamentos de Beni y Pando han estado fuera en la primera fase, por lo que no han participado en los talleres ni seminarios celebrados para lograr los resultados. Sin embargo, ya que el contenido de estos resultados coincide con el tema de mejoramiento de capacidad, que se necesita para realizar el plan quinquenal, se deberá solicitar al ASVI que realice un seminario designado a ambos departamentos.

**Cuadro 6.5.2 Resultados del ASVI Fase I y el contenido**

Resultados	Contenido
Mejoramiento de la institucionalidad y la capacidad de los departamentos	Aumento de presupuesto para los proyectos de suministro de agua Distribución adecuada del personal Fortalecimiento de enlace entre Prefectura y Municipio.
Avance de la colaboración con otros donantes	Mejoramiento de los sistemas de agua mediante el proyecto PROAGUAS del BID y UNICEF Reuniones periódicas organizadas por la Prefectura, con las universidades, donantes, ONG's, etc.
Ejecución del modelo de desarrollo comunitario productivo (DESCOM-P)	Transferencia técnica a CAPyS sobre la operación y mantenimiento del sistema de agua. Difusión de la educación de higiene. Establecimiento del sistema sostenible de operación y mantenimiento a través de revitalizar las actividades económicas.
Transferencia técnica de operación y mantenimiento	Seminarios técnicos para los técnicos de UNASBVI Seminarios técnicos para los técnicos de Municipio

Actualmente el ASVI esta avanzando en su segunda fase, teniendo como base los resultados de la primera fase. En el siguiente cuadro se extractan los resultados de la Fase II y las actividades relacionadas directamente con las UNASBV's de Beni y Pando, consistiendo en la Matriz del Diseño del Proyecto (MDP) del mismo proyecto. La construcción del sistema cooperativo entre Prefectura (UNASBVI), Municipio y Comunidad es uno de los principales resultados, lo que en el presente proyecto también se pretende lograr de la misma manera en colaboración con el ASVI Fase II. Por otra parte, tiene programado abrir cursos de capacitación para mejorar el nivel técnico de los miembros de la UNASBVI de acuerdo a la demanda, de manera que es necesario aportar con la participación positiva desde la selección de los temas que van a tratar en dichos cursos. Los miembros de las UNASBVI's de Beni y Pando han participado anteriormente en las reuniones y seminarios organizados por el ASVI Fase II, y seguirán participando para lograr el objetivo de mejorar la capacidad.

**Cuadro 6.5.3 Resultados del ASVI Fase II y sus principales actividades**

Resultados	Actividades
Fortalecimiento funcional del Centro Tecnológico ASVI	Convocar a la conferencia periódica cada semestre (Foro Nacional de Agua) Organizar comités técnicos para cada uno de los 3 temas: curso de capacitación, asistencia para municipios etc. e investigaciones. Construir un sistema para decidir los temas de cursos, método de asistencia, los temas de estudio etc., a través del consejo del agua a nivel departamental y nacional.
Establecer el sistema de de capacitación para VAB, las UNASBVI's de 9 prefecturas, municipios y EPSAs	Comité de curso de capacitación establece los temas del curso para llevar a cabo los seminarios. Seleccionar instructores para enseñar la pedagogía en el curso. Administrar los cursos de acuerdo a la demanda. Elaborar los materiales y maquinarias necesarios para la capacitación. Ofrecer la asistencia para las actividades que los participantes realizan posteriormente. Informar públicamente sobre seminarios que organiza JICA en Japón y en los demás países y apoyar a los candidatos apropiados para que se suscriban. Convocar seminario para compartir el contenido dictado en el curso.

<p>Construir y mantener un sistema cooperativo entre Prefectura, Municipio y Comunidad desde la perforación de pozos y el diseño de las instalaciones de agua. Establecer un sistema en que las 9 prefecturas puedan verificar la situación de operación y mantenimiento de las instalaciones de suministro de agua y la calidad de agua en los municipios, comunidades y en CAPyS, realizar actividades productivas, y tomar medidas de emergencia</p>	<p>Construir y continuar con el sistema de cooperación desde Prefectura hacia Municipio y Comunidad</p> <p>Establecer un sistema para que Prefecturas dispongan de técnicos encargados del sector para cada municipio, que ambas partes verifiquen la situación de operación y mantenimiento de las instalaciones de agua, y que puedan tomar medidas en caso de emergencia.</p> <p>Realizar talleres de capacitación para los técnicos municipales.</p> <p>Crear una base de datos con formato unificado sobre las instalaciones de suministro de agua con fuentes de agua explotada por cada Prefectura.</p> <p>Prefectura impulsa las actividades productivas de acuerdo a las necesidades.</p> <p>Prefectura ofrece un espacio para compartir las informaciones entre todas las comunidades.</p> <p>Prefectura ofrece el servicio de análisis de agua periódica para las comunidades. (Organizar el servicio en Santa cruz y Oruro primero para luego expandir a los de más departamentos)</p> <p>Formar una base de dato a nivel departamental sobre las instalaciones de suministro de agua construidas por otras organizaciones.</p> <p>Ministerio de Agua resume y publica los datos de 9 prefecturas.</p>
<p>Centro Tecnológico que realiza estudios e investigaciones para la innovación de técnica apropiada regional.</p>	<p>Comité investigativo estudia sobre las necesidades del sector y establece plan de estudio.</p> <p>De acuerdo a las necesidades de estudio, explotar nuevas técnicas.</p> <p>Realizar estudio de proyecto piloto sobre estas técnicas mencionadas, en las regiones prioritarias.</p> <p>Compartir los resultados de estudio entre las autoridades pertinentes. Elaborar informe.</p>
<p>Fortalecer el consejo de agua a nivel departamental y nacional</p>	<p>Elaborar reglamentos institucionales y una lista de miembro de consejo de agua departamental, encabezando cada UNASBVI como jefe sectorial.</p> <p>UNASBVI de cada departamento elabora y actualiza los documentos generales de actividades que realizan las organizaciones relacionadas, y coordinan entre ellas.</p> <p>Convocar reunión periódica para intercambiar las informaciones sobre las actividades del Centro Tecnológico.</p>

## (2) Mejorar la capacidad de Municipio

En ambos departamentos de Beni y Pando, existen municipios que ya disponen de técnico especializado en servicio de agua o en desarrollo comunitario y otros que no. Sin embargo, para avanzar con el plan quinquenal se requiere el mejoramiento de las instalaciones de agua como una función municipal, por lo que de ahora en adelante, los municipios deberán organizar las UTIM y disponer del personal encargado para cada sector, instalaciones de agua y desarrollo comunitario. No obstante, ya que se supone que sea bajo el nivel técnico de los nuevos encargados municipales, la UNASBVI convocará a un seminario técnico para la capacitación. Además, para que la ejecución de proyectos sea efectiva y eficaz, pretende compartir las informaciones publicando los datos relacionados sobre los proyectos de cada municipio. A pesar de que se determina el contenido del seminario de acuerdo a la demanda de los municipios, los principales temas por el momento serían los siguientes.

Capacitación técnica : - Diseño de las instalaciones de agua, técnica de supervisión de obras  
- Técnica de operación y mantenimiento de instalación de agua

- Formación de CAPyS y su administración
- Compartir las informaciones:
- Presentación y análisis de los proyectos exitosos
  - Presentación y análisis de causas de los proyectos fracasados
  - Esquema de ejecución de proyectos y presupuesto

### **(3) Mejorar la capacidad de Comunidad (CAPyS)**

En la ejecución de proyectos de suministro de agua en las áreas rurales, los CAPyS se encargan de la operación y mantenimiento de los sistemas. De manera que, se realizará la capacitación técnica sobre las instalaciones e institucionalidad por medio de los talleres, y posteriormente la UNASBVI, organizará cursos sobre el tema encargado y el espacio físico necesario para compartir informaciones que logren mejorar la capacidad de los Municipios. Por otro lado, en las áreas estudiadas, pese a que hay agua disponible, existen ciertos casos en que el agua no es apta para el consumo humano debido a la cuestión de higiene, aspecto que ha sido observado durante la ejecución de este estudio, por cuanto, hace mucha falta la conciencia y cultura sobre el agua segura, considerándose imprescindible, la implementación de actividades continuas para el mejoramiento de higiene. Con respecto al mejoramiento de capacidad sobre el tema, se mencionará más adelante en el Capítulo 7.7.5 plan de mejoramiento sanitario.

### **(4) Colaboración entre Departamento, Municipio y Comunidad en el proyecto de suministro de agua**

Es indispensable la colaboración entre estas unidades para realizar proyectos del sector, por lo que se espera construir un sistema de cooperación horizontal por medio del ASVI Fase II. Sin embargo, las UNASBVI's no tienen suficiente información sobre la situación de suministro de agua en las comunidades rurales a nivel departamental, debido a que el área de objeto es amplia, las condiciones de las carreteras son malas y hay problemas de comunicación.

Es importante examinar las buenas relaciones efectivas a nivel de los encargados correspondientes de UNASBVI y de cada municipio. Para realizar el plan quinquenal son importantes las gestiones para la asignación de presupuesto y la disponibilidad de personal técnico necesario, razón por la que los encargados de UNASBVI y de todos los municipios, deberán compartir las informaciones sobre la situación de las comunidades a ser proyectadas y establecer y aclarar la asignación de las obligaciones y responsabilidades relacionadas con la explotación de fuentes y construcción de instalaciones. De ahora en adelante sobre el mejoramiento, operación y mantenimiento de sistemas de agua en áreas rurales, se repartirán los trabajos de la siguiente manera: las instalaciones de fuente de agua a cargo de las Prefecturas, las instalaciones de suministro de agua y asistencia técnica hacia las comunidades a cargo de los respectivos Municipios, y la operación y mantenimiento de los sistemas por las Comunidades. Sin embargo, hay municipios que no tienen suficiente experiencia ni conocimiento sobre esta clase de proyectos, por lo que se precisará indispensablemente la asistencia técnica de parte de UNASBVI.