

**INFORME DE ESTUDIO
PARA
EL PROYECTO DE EXPLOTACION
AGUAS SUBTERRANEAS DEL
ALTIPLANO VIZCACHAS
EN
LA REPUBLICA DEL PERU**

MARZO DE 1995

JICA LIBRARY



J 1132985 (1)

**AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DEL JAPON**

GRF

CR4

95-202

RY

**INFORME DE ESTUDIO
PARA
EL PROYECTO DE EXPLOTACION
AGUAS SUBTERRANEAS DEL
ALTIPLANO VIZCACHAS
EN
LA REPUBLICA DEL PERU**

MARZO DE 1995

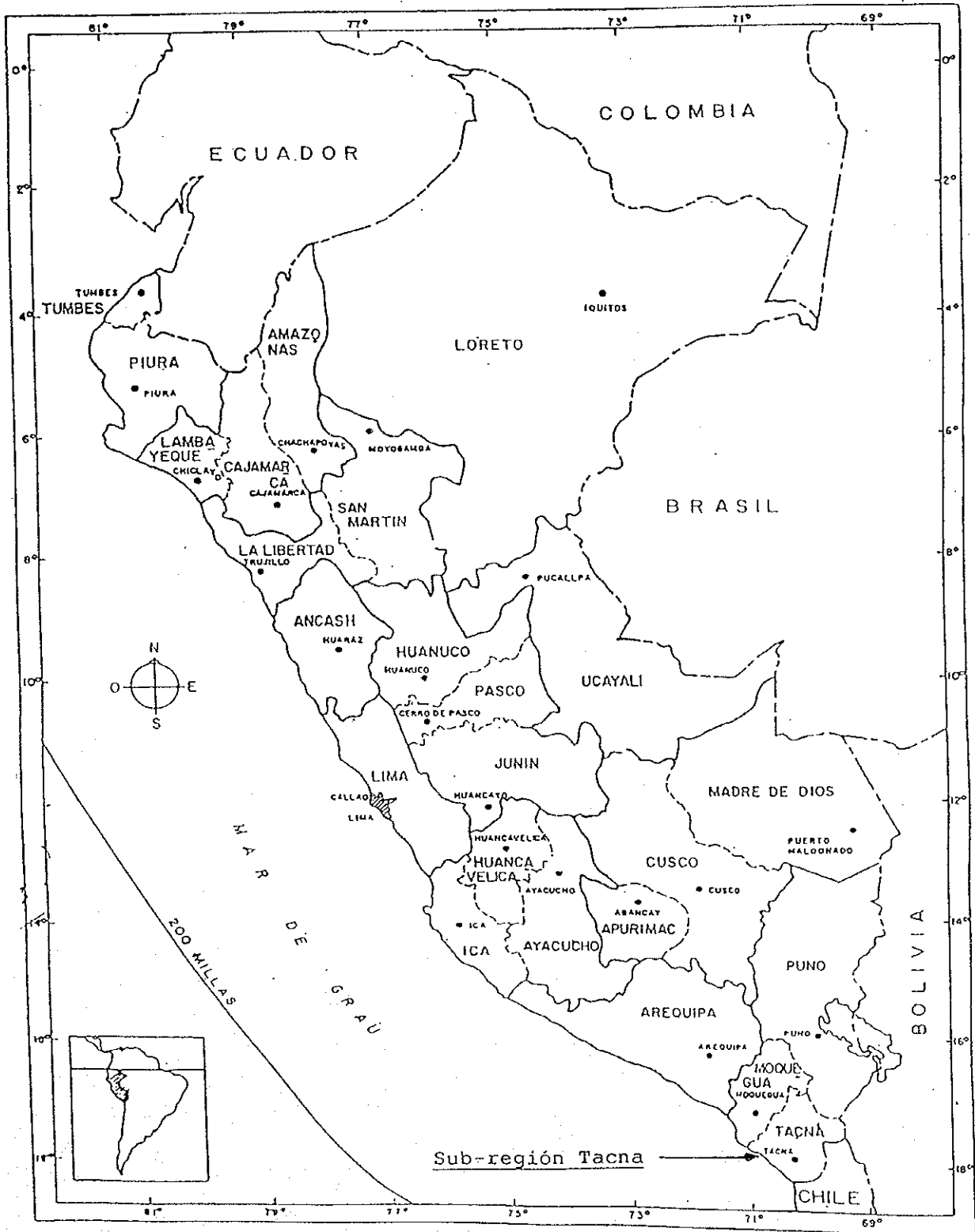
**AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DEL JAPON**

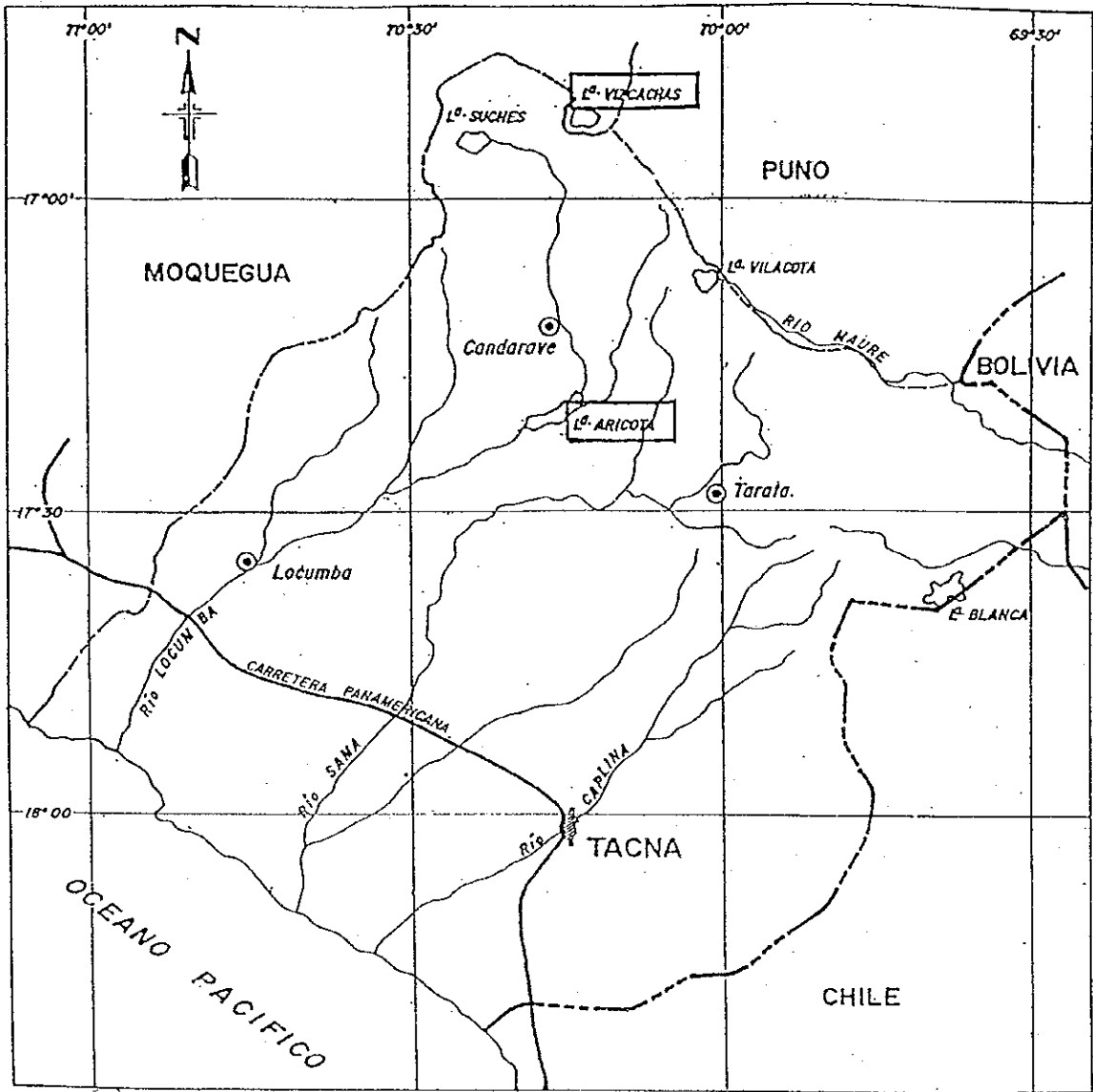


1132985 [1]






MAPA DE UBICACION DEL PROYECTO

REPUBLICA DEL PERU





LEYENDA

-  CAPITAL DE DEPARTAMENTO
-  CAPITAL DE PROVINCIA
-  LIMITE INTERNACIONAL
-  LIMITE DEPARTAMENTAL
-  CARRETERA PANAMERICANA

I N D I C E

	Página
CAPITULO 1. Antecedentes y objetivos del proyecto	1
1-1 Antecedentes	1
1-2 Objetivos	2
CAPITULO 2. Clima y topografía	7
2-1 Disposición topográfica	7
2-2 Geología	8
2-3 Clima	10
CAPITULO 3. Organismo y sistema de ejecución	12
3-1 Organización	12
3-2 Presupuesto	15
3-3 Personal	15
3-4 Contenido de la solicitud	17
CAPITULO 4. Revisión del contenido de la solicitud	18
4-1 Las premisas	18
4-2 Estudio sobre el contenido de la solicitud	24
4-3 Plan de introducción de maquinarias	27
CAPITULO 5. Efectos del Proyecto	30
CAPITULO 6. Temas a considerar y posibles riesgos	31

ANEXOS

1. Nombre y apellido y sección del encargado del estudio
2. Programa del estudio
3. Lista de los encargados relacionados con la contraparte
4. Otros datos (Corte transversal del pozo)
5. Lista de los datos de referencia

1. Antecedentes y Objetivos del Proyecto

1-1 Antecedentes

En 1986, el gobierno peruano planificó un proyecto de Afianzamiento Hídricos de la Laguna Aricota para evitar el agotamiento de sus aguas, obteniendo la cantidad suficiente para que sus dos centrales de generación hidroeléctrica ya existentes puedan funcionar plena y perfectamente (Figura 1). Este proyecto trata de explotar la derivación hídrica a la Laguna Aricota, y consiste de tres proyectos principales: (1) el proyecto de Derivación de la Laguna Vilacota, (2) el proyecto de Explotación de las Aguas Subterráneas del Altiplano Vizcachas, y (3) el proyecto de Derivación de Kovire. Estos se están ejecutando sucesivamente a través de la sección especial ejecutiva del Proyecto Especial Tacna (PET), organización regional dependiente del Instituto Nacional de Desarrollo (INADE).

El proyecto (1) tiene como objeto reducir el desequilibrio existente entre la cantidad de agua de entrada y de salida de la Laguna Aricota, mediante la derivación de 400 litros de agua por segundo desde la Laguna Vilacota. Las obras se terminaron en marzo de 1994 (con el aporte del gobierno del Japón que proporcionó 245 millones de yenes no reembolsables correspondientes al año fiscal 1991) y comenzaron a derivar agua desde el 29 del mismo mes.

El proyecto (2) trata de evitar el agotamiento mediante la derivación de 700 l/s extrayendo aguas subterráneas del acuífero de los Andes (Altiplano Vizcachas). Este proyecto se ha puesto en marcha en 1993 con las perspectivas de completar las obras en el fin del año 1996. Hasta noviembre de 1994 se perforaron cinco pozos profundos (el proyecto prevé perforar 10 pozos). El gobierno peruano solicita la cooperación financiera no reembolsable del gobierno del Japón para completar este proyecto. (Figura 2)

El proyecto (3) es el principal, destinado a recuperar la cantidad de agua depositada en la Laguna Aricota y representa el núcleo del proyecto especial de financiamiento y ampliación de los recursos hídricos de Tacna, con el fin de obtener el agua suficiente para poder optimizar el funcionamiento de la central hidroeléctrica local (con una cantidad máxima de 3.600 l/s puede generar 35.000 KW). Se tiene planificado derivar el agua de ocho ríos diferentes que se originan en la Laguna Loriscota, situada en el límite oriental de la provincia de Puno, aumentando la cantidad de la extracción gradualmente hasta alcanzar los 3.660 l/s en total. En noviembre de 1994, se terminó el 87% de la construcción de la ruta Kovire, que es la parte más importante del proyecto (La longitud final de la ruta será de 8.400 m., de los cuales se han completado 7.300m.).

Con respecto al proyecto (2) , el proyecto de Explotación de las Aguas Subterráneas del Altiplano Vizcachas, para cuya realización se solicita la cooperación del gobierno del Japón, se encuentra en dificultades de obtener los recursos financieros para completarlo. A pesar de todo, se desea su pronta realización ya que es imprescindible evitar el agotamiento de la Laguna Aricota y el daño económico-social previsible a las ciudades de Tacna y Moquegua. Por consiguiente, con los antecedentes de que el gobierno del Japón ha cooperado anteriormente en la construcción de la central hidroeléctrica de la Laguna Aricota y en el proyecto de Derivación de la Laguna Vilacota, se vuelve a solicitar la cooperación financiera no reembolsable para adquirir la maquinaria y equipos necesarios para el proyecto actual.

1-2 Objetivos

El Proyecto de Explotación de las Aguas Subterráneas del Altiplano Vizcachas tiene como fin evitar el agotamiento de las aguas de la Laguna

Aricota mediante la explotación del acuífero de esta región, para derivar 700 l/s a la Laguna Aricota y mantener el nivel actual de generación de la central hidroeléctrica, abasteciendo la irrigación de la zona baja del río con un plazo limitado hasta que se complete el Proyecto de Derivación de Kovire (Figura 3).

AFIANZAMIENTO HIDRICO LAGUNA ARICOTA Y REGULACION RIO SAMA

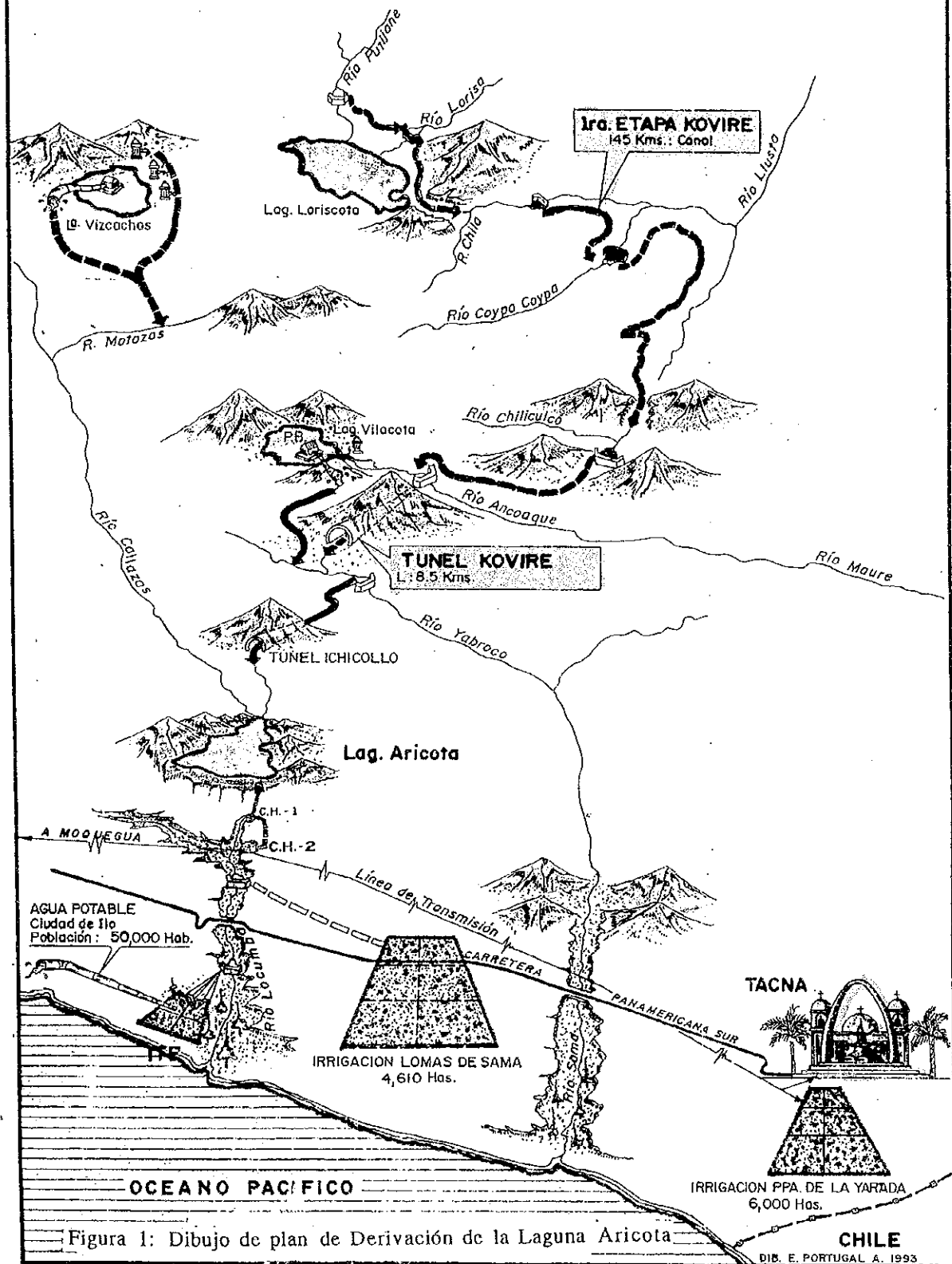
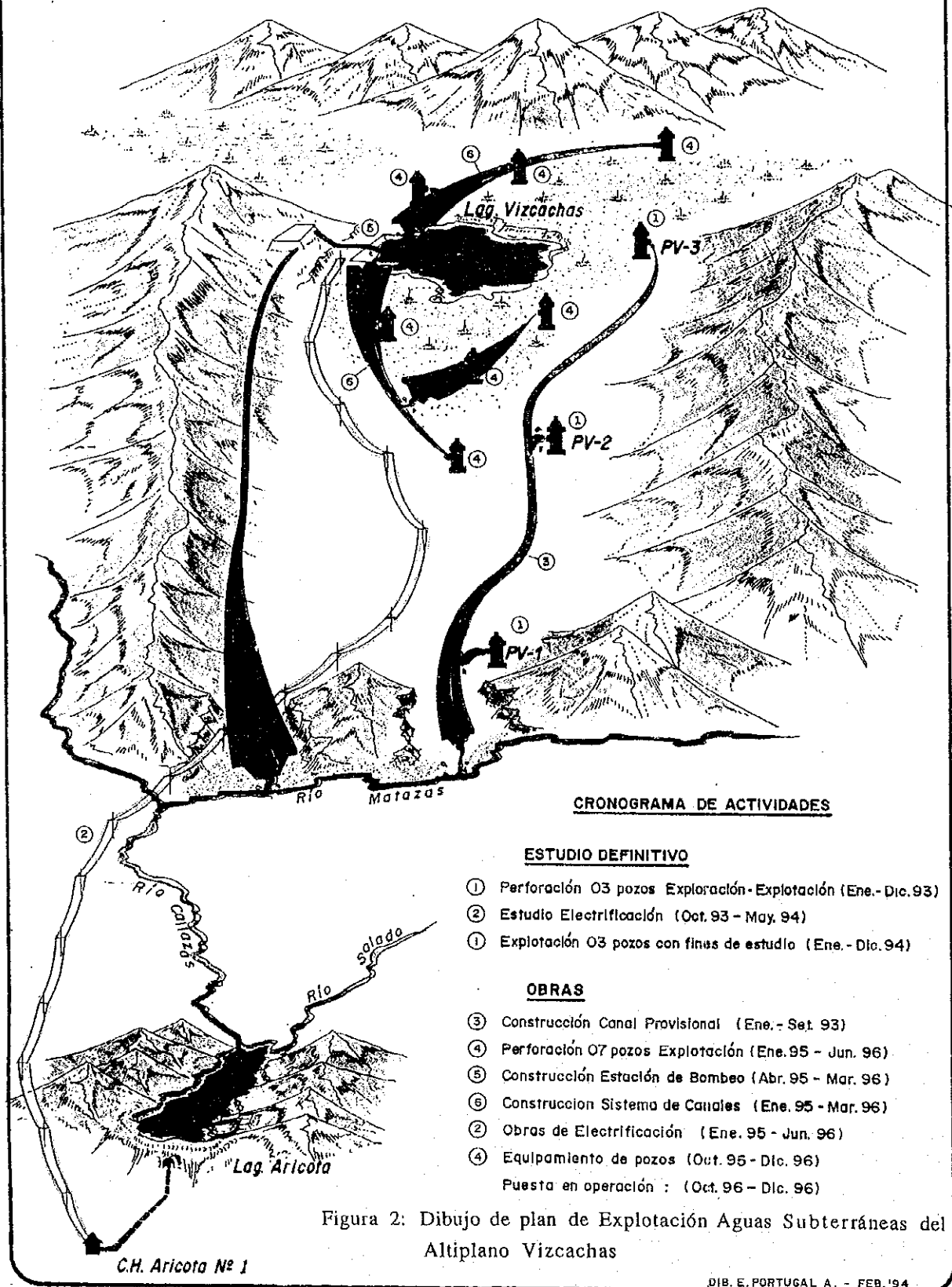


Figura 1: Dibujo de plan de Derivación de la Laguna Aricota

Explotación de Aguas Subterráneas Vizcachas



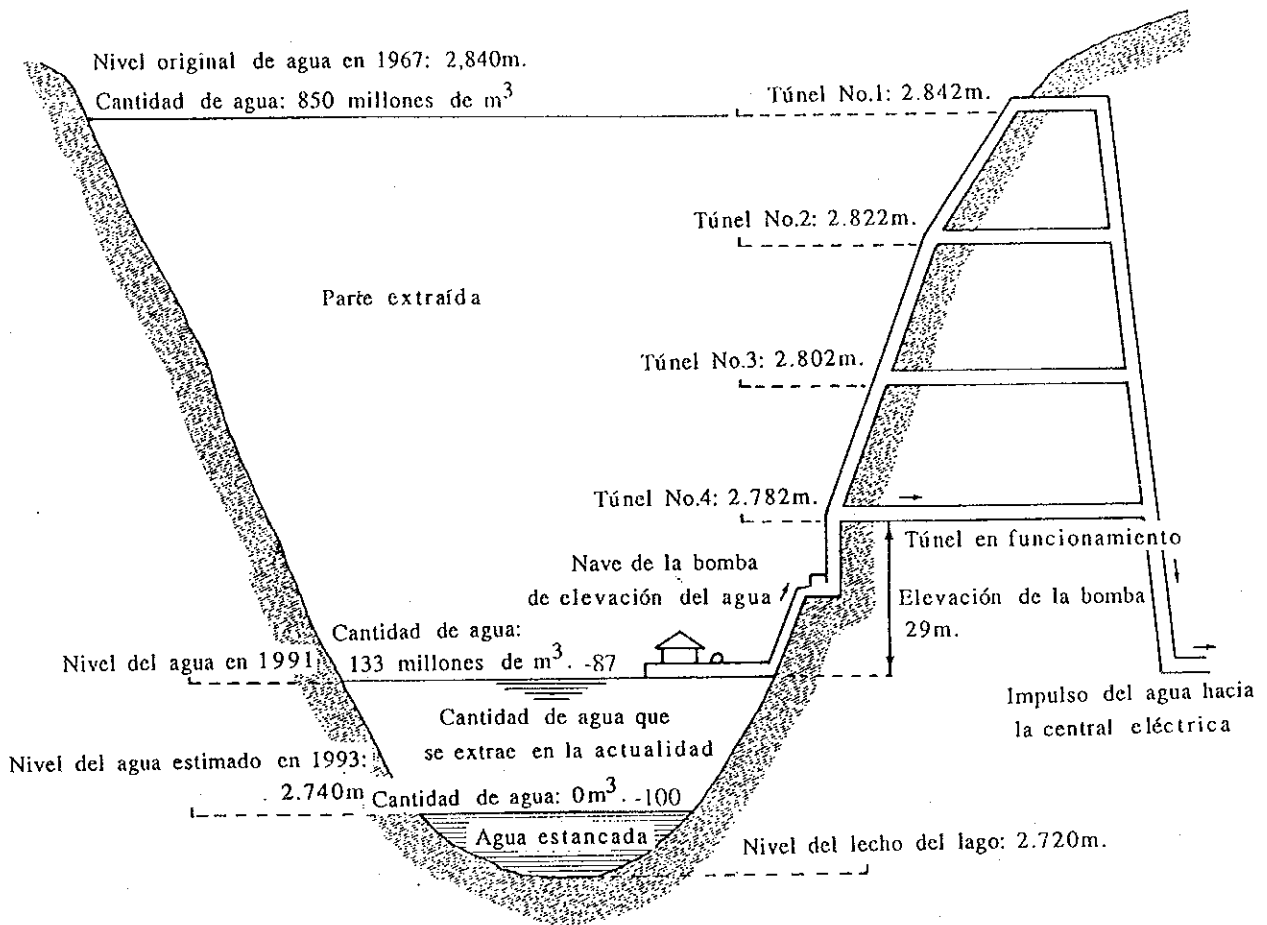
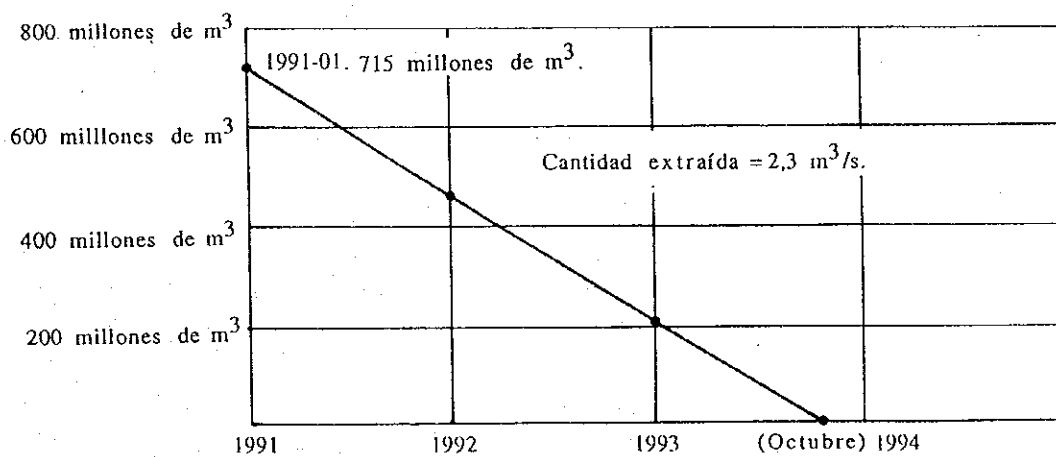


Figura 3: Fluctuación del nivel de agua y cantidad extraída de la Laguna Aricota.



Cantidad de agua entrada = Cantidad de agua entrada desde los ríos naturales + cantidad introducida por las obras de emergencia.

Figura 4: Estimación de la posibilidad de extraer agua de la Laguna Aricota.

2. Clima y topografía

2-1 Disposición topográfica

La zona en estudio abarca la Cordillera Occidental de los Andes y el Altiplano.

2-1-1 La Cordillera Occidental

La Cordillera Occidental ocupa una parte importante de los Andes y su lado oeste limita con el Altiplano. La cadena de montañas está orientada de noroeste a sureste, dentro de la cual se encuentran volcanes activos y apagados como el Tacora, Paucarani, Yucamani, Tutupaca, Ticsani, etc. Además, la Cordillera Occidental funciona como línea divisoria de las aguas en América del Sur. Los ríos del lado oeste de la Cordillera desembocan en el Océano Pacífico, mientras que los del lado este pasan por el Lago Titicaca, y llegan también al Amazonas, el que finalmente desemboca en el Océano Atlántico.

2-1-2 El Altiplano

El Altiplano está situado al sur de la Cordillera en el territorio del Perú abarcando las provincias de Tacna, Puno, Arequipa y la parte norte de Chile y Bolivia, quedando limitado al norte por el Collao. Consiste de dos disposiciones topográficas principales: la meseta y los volcanes de forma cónica.

2-1-3 El sistema hidrográfico

El sistema hidrográfico de la zona en estudio se desarrolla en forma radial a partir de los volcanes cónicos, y tiene formación de vegetación en la pampa. Todas las aguas superficiales de la época de las lluvias fluyen hacia la Laguna Vizcachas. Como esta laguna tiene forma

cerrada, sus aguas no salen de la cuenca, de manera que las aguas que entran en la cuenca desde los alrededores se conservan en la laguna y en el subsuelo.

2-2 Geología

2-2-1 Basamento

La base geológica de la zona del presente proyecto es de roca volcánica, encima de la cual presenta un estrato acuífero que consiste de roca clástica y sedimentos. La roca básica se compone de la traquita del estrato Botiflaca y de la toba del estrato Huaylillas.

Una serie de erupciones con forma de lente dejó capas con un espesor de 100 a 200 mm., se llama traquita de Botiflaca y constituye las planicies volcánicas ubicadas en el norte y sur de las minas de Cuajone. La erupción de traquita fue depositada sobre las rocas plegadas y los estratos erosionados del sistema Toquepala y están separadas por un conglomerado basal.

El estrato Huaylillas tiene color rosado-rojo y consiste de una toba firme de entre 50 y 300 mm. de espesor. En la pampa, al sudoeste del Valle Tacalaya, hay un afloramiento enorme de toba donde el estrato yace horizontalmente. En el valle del Río Titijones la toba llena las depresiones irregulares erosionadas al salir la traquita del estrato Botiflaca. En Tacna, Huaylillas, Pachia, Palca y Tarata, hay afloramientos enormes de toba de varios colores, blanco, rosado salmón y marrón chocolate, según su especie. En el Altiplano Vizcachas no se encuentran afloramientos del estrato de Huaylillas; no obstante, se piensa que este estrato está situado en el subsuelo a 100 metros de profundidad.

2-2-2 El sedimento glacial

En esta área hay gran cantidad de sedimento glacial. El sedimento de principios de la era glacial consiste de materiales morrénicos de extensión lateral y terminal, sedimento glacial de la planicie y sedimento de arcilla. La morrena consiste de arcilla, limo, arena fina y tosca, grava y guijarro y se encuentra sedimentado de la mitad para abajo de la ladera de los conos y cordillera volcánica. En las vertientes con declive suave está desarrollada la planicie como consecuencia de la erosión glacial, donde se encuentran enormes bloques de rocas perdidas.

Un sedimento glacial fino, la mayor parte del cual es arcilla, cubre casi toda la planicie cuyo origen proviene del deshielo de los glaciares. Aunque la morrena es de menor tamaño que las rocas del estrato Barroso, tienen una configuración que favorece la infiltración al subsuelo del agua de las lluvias, abasteciendo luego el almacenamiento de aguas subterráneas.

El sedimento de arcilla en la pampa del altiplano desempeña el importantísimo papel de conservar las aguas subterráneas, captando y protegiendo a las capas acuíferas con ese estrato de arcilla.

2-2-3 El cauce de los ríos

A lo largo de los ríos principales de la región quedan sedimentos de arcilla, limo, arena y grava transportado por el caudal de los ríos. Los ríos que fluyen en la zona del presente proyecto desaguan en las lagunas y cuencas entre las montañas, dejando sedimento de tipo abanico aluvial con un espesor menor de 20m.

2-3 Clima

La región donde se ubica el proyecto está a gran altura sobre el nivel del mar (entre 4.400 y 4.600m. sobre el nivel del mar) y a 16,5 grados de latitud sur (latitud muy baja), por lo tanto la temperatura del área es generalmente variable. A lo largo del año normalmente la temperatura es baja, con una marca mínima entre los 10 y 12 grados bajo cero en la noche, mientras que la máxima se produce entre los 15 y 20 grados de día. Por otra parte, la tierra se congela en invierno.

Se puede decir que la razón principal por la que la temperatura baja en esta zona es que el calor se pierde drásticamente hacia la atmósfera por efectos del enfriamiento radial causado por la altura sobre el nivel del mar y el aire escaso en el Altiplano. La pérdida del calor ocurre aún durante el verano cuando las horas de sol son largas.

La humedad relativa es generalmente baja de día, marcando entre 20 y 40% de humedad. Sin embargo, aumenta durante la noche, llegando a veces hasta la saturación del aire, causando esto escarcha en el suelo y en las plantas.

La temperatura desciende a su mínimo en el invierno, mientras que la humedad llega a su máximo durante el verano, en la temporada de las lluvias como resultado del aire tropical húmedo proveniente del este. Sin embargo, la temperatura baja mucho aún en el verano, especialmente en la tarde, como consecuencia de la presencia de nubes, viento y el aire húmedo.

2-3-1 Las precipitaciones

Entre los datos de precipitaciones anuales obtenidos durante 24 años por la estación meteorológica del Altiplano, que está colindante con la Laguna Vizcachas, el mínimo de lluvias se produjo en 1983 con 140 mm., mientras que el máximo fue de 543 mm. en 1984. El promedio es

de 388 mm. Los meses que presentan más precipitaciones son diciembre, enero, febrero y marzo, mientras que los que marcan menos lluvias son junio, julio y agosto.

3. El régimen de ejecución

3-1 Organización

La organización ejecutora del proyecto es Proyecto Especial de Tacna (PET), una de las organizaciones locales dependientes del Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), el cual a su vez está bajo la jurisdicción directa del Presidente de la Nación. Aunque PET es una organización que se maneja en forma independiente en lo relacionado a la técnica, sus finanzas y su administración, puede pedir a INADE toda la colaboración que necesite. La organización se presenta en forma de organigrama del Instituto de Desarrollo Nacional y de PET. (Figuras 1 y 2).

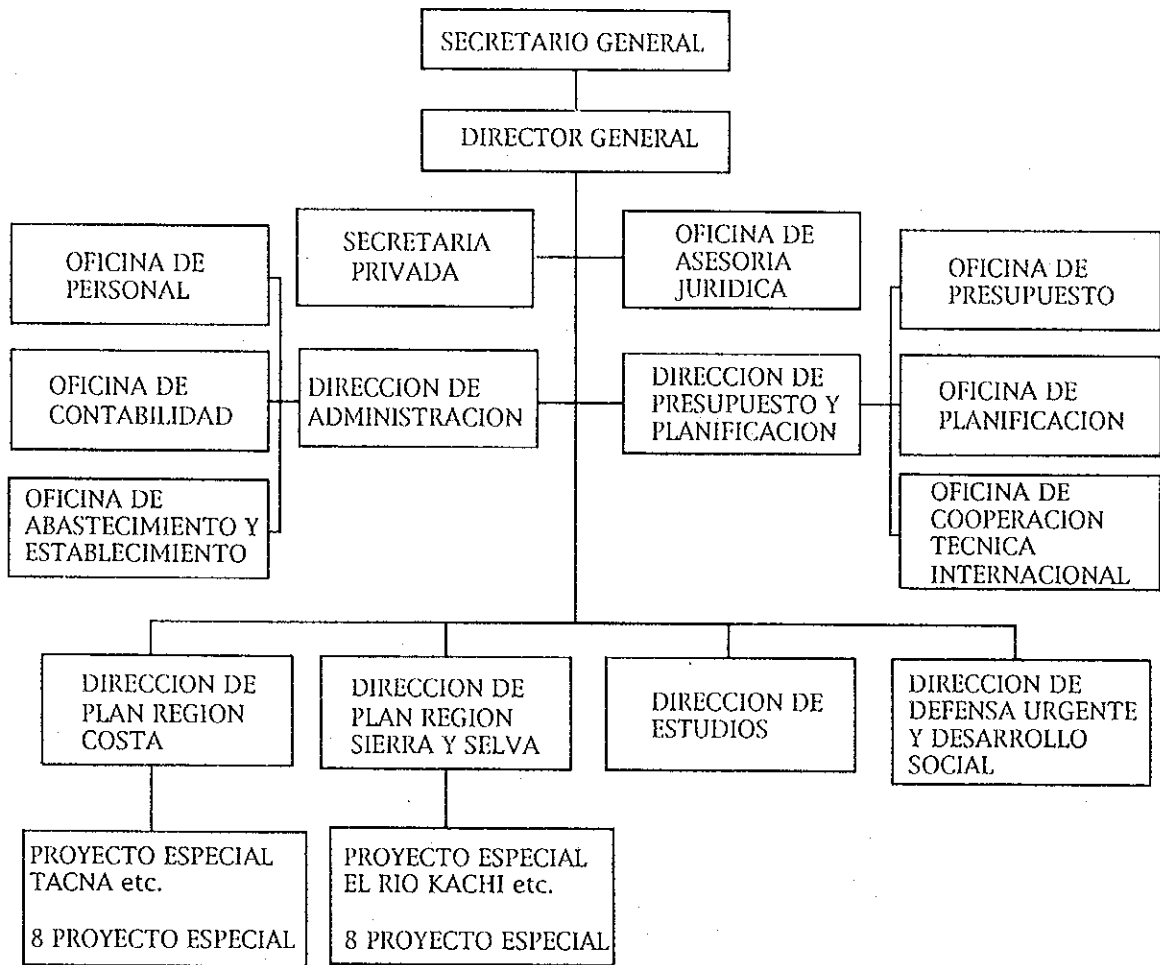


Figura 1: Organigrama del Instituto de Desarrollo Nacional

(Fuente: Datos proporcionados por INADE en diciembre de 1994 "Boletín conmemorativo 10mo. Aniversario")

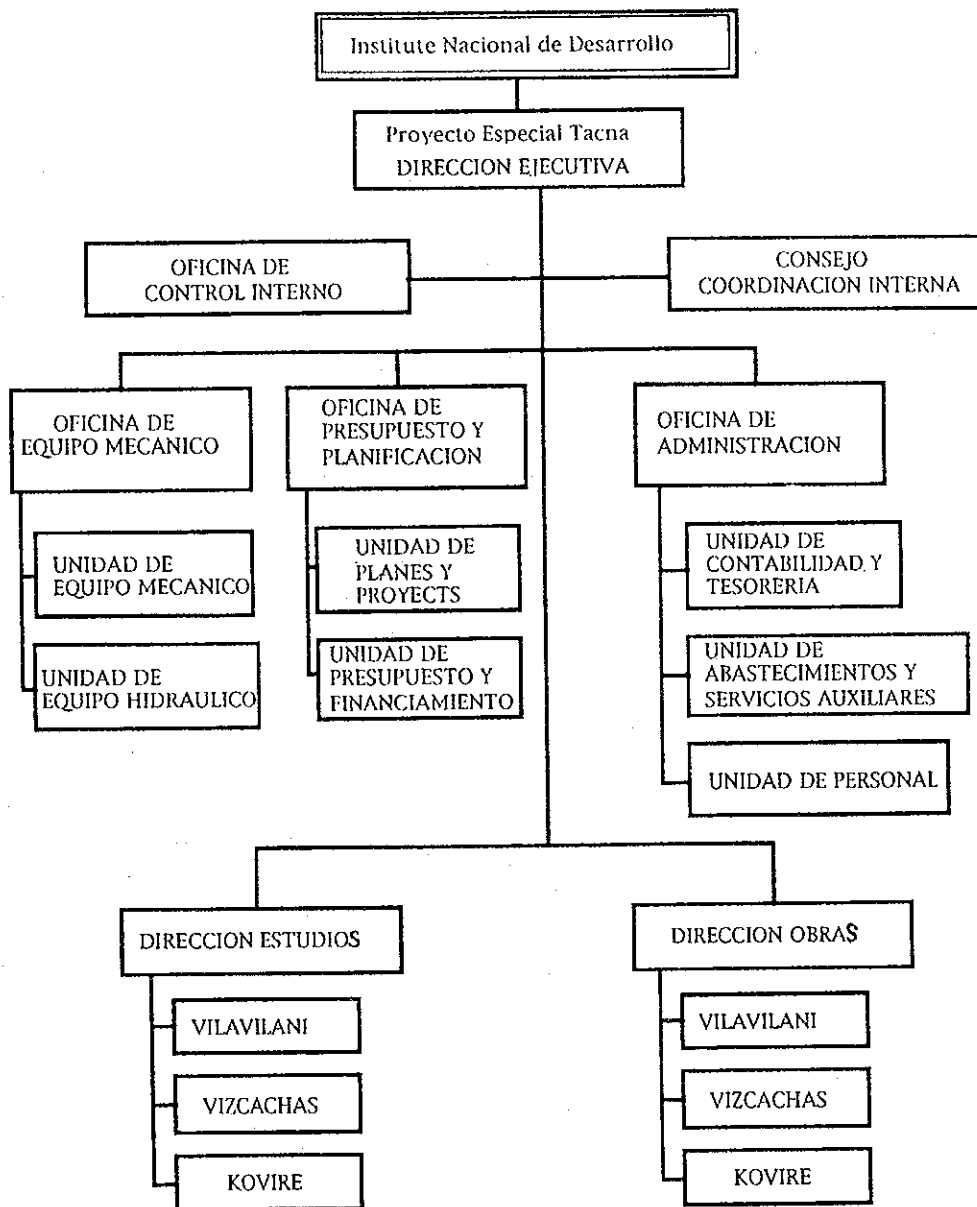


Figura 2: Organigrama de la Sección Especial del Proyecto de Tacna
(Fuente: Datos proporcionados por PET en diciembre de 1994).

3-2 Presupuesto

Los presupuestos del Proyecto Especial de Tacna y del presente proyecto (Proyecto de Explotación de Aguas Subterráneas del Altiplano Vizcachas) desde el año 1991 a 1996 son los indicados en el Cuadro 1. Dentro de estos presupuestos no figuran incluidos los fondos otorgados por las organizaciones de asistencia de países extranjeros. Los costos de mantenimiento de la maquinaria y de los equipos necesarios en este proyecto están cubiertos por el presupuesto hasta que terminen las obras. Posteriormente, estarán a cargo de INADE.

Cuadro 1. Presupuesto del Proyecto Especial de Tacna

Año Fiscal	Presupuesto global		Presupuesto del presente proyecto	
	Mil dólares EE.UU.	Mil yenes	Mil dólares EE.UU.	Mil yenes
1991	14.267,57		1.160,12	
1992	18.434,27		1.318,12	
1993	20.444,76		1.201,63	
1994	30.485,65	3.018,079	2.000,00	198.000
1995	33.442,72	3.310,829	2.019,45	199.926
1996	---	---	2.000,00	198.000
Total			9.700,00	

Nota: La tasa de cambio a partir del año 1994:

2,13 nuevos soles = 1 dólar EE.UU. = 99 yenes.

Datos citados en la solicitud, documento presentado por PET en diciembre de 1994.

3-3 Personal

El número de personas involucradas en este Proyecto Especial de Tacna hasta noviembre de 1994 es de 64, incluyendo al Secretario General y 24 ingenieros. Por otra parte, la cantidad de obreros con contrato temporal en las oficinas y en las obras es de 279 personas en total. En los Cuadros 2 y 3

se indican más detalles, entre ellos la cantidad de empleados y de ingenieros en el Proyecto Especial de Tacna y cada oficina.

Cuadro 2: Cantidad de empleados por cada sección

Nombre de la sección	Cantidad de empleados	Cantidad de contratados
Dirección Ejecutiva (director, jefe de sección, abogado, secretario)	14	
Oficina de Control Interno	3	
Oficina de Presupuesto y Planificación	4	
Oficina de Administración	13	
Unidad de Equipo Mecánico	3	
Dirección de Estudios	6	
Dirección de Obras	6	
Subtotal	49	
Oficina de obras de Vilavilani	9	152
Oficina de obras de Vizcachas	4	77
Oficina de obras de Kovire	15	50
Total	64	279

Nota: La oficina de obras y la sección de coordinación de la Laguna Vilacota fueron cerradas al terminarse el proyecto de extracción de agua, habiendo quedado solamente 4 contratados como personal de operación de la maquinaria y de mantenimiento.

Cuadro 3: Detalle sobre los técnicos

Título	Cantidad	Título	Cantidad	Título	Cantidad
Ing. Civil	5	Ing. Geólogo	5	Ing. Agrícola	4
Ing. Electromecánico	3	Ing. Minas	2	Ing. Geofísico	2
Otros	3				

Nota; En la oficina de obras de Vizcachas hay 4 técnicos de geología, electricidad/maquinaria, agricultura y geología física, uno por cada especialidad.

3-4 Contenido de la solicitud

La maquinaria y los equipos solicitados para este proyecto es la siguiente.

Cuadro 4: Descripción de la Maquinaria y los equipos solicitados.

No.	Descripción	Especificaciones	cantidad
1	Máquina de perforación para pozos	Gran diámetro (10"-26") de circulación directa tipo mixto, rotativa y de percusión a cable con capacidad de perforación hasta 400 mts. de prof. equipados con todos sus accesorios	1
2	Grúa Telescópica sobre un camión	25 toneladas	1
3	Equipo de bombeo para pozos profundos	Q=100 Lts/S. y H=80-90 mts., equipado con tablero eléctrico y accesorios hidráulicos de descarga	10
4	Equipo de bombeo de eje horizontal	Q=300 Lts/S. y H=30 mts., equipado con tablero eléctrico y accesorios	2
5	Tubería A	10 pulg. de diámetro clase 150 con terminal en bridas, con pernos tuercas y empaquetaduras	1.100 m
	Tubería B	12 pulg. de diámetro clase 150 con terminal en bridas, con pernos tuercas y empaquetaduras	2.600 m
6	Camión remolcador	Clase 40 toneladas, con plataforma especial para transporte de maquinaria pesada	1
7	Bomba de eje vertical	Para prueba de bombeo pozos profundos de 150-200 Lts/S. 80-90 mts. de elevación, equipado con tablero eléctrico y accesorios	1
8	Generador	Para bomba de eje vertical, 440V, 60Hz, 3 ϕ	1
9	Computadora	Tipo Notebook con impresora instalada, Tipo 486DX	3
10	Equipo analizar de agua	Tipo portátil para medir la temperatura, conductividad, pH	1
11	Sonda para medir la conductividad de agua de los pozos	Medir la temperatura, conductividad,	1
12	Diógrafo de electricidad	Potencial eléctrico, resistencia relativa, rayos gamma naturales, medición de temperatura	1

4. Revisión del contenido de la solicitud

4-1 Las premisas

Acercas del número de pozos, PET tiene la intención de perforar diez pozos y bombear agua de cada uno en forma de rotación para evitar el bombeo excesivo de un pozo en particular, lo cual se espera que también servirá para poner en marcha en el futuro un proyecto de explotación de recursos hidrográficos con mayores posibilidades de aprovechar las aguas subterráneas cuando se haya escasez de agua. Sin embargo, al poner en ejecución el proyecto presente, es necesario aclarar las premisas mencionadas a continuación y estudiar las medidas adecuadas.

4-1-1 Evaluación de los pozos existentes

Los pozos perforados por PET en el Altiplano Vizcachas desde 1973 están detallados en el Cuadro 4-1. Como indica el cuadro, PET ha perforado 6 pozos hasta ahora. Sin embargo, del pozo TP-7 perforado en 1973 el agua sigue manando sin necesidad de extraerla (pozo artesiano).

Las características de los pozos son las siguientes:

- (1) La profundidad de los pozos perforados está entre los 200 y 300 m., excepto el pozo TP-7, que es de 655 m.
- (2) La estructura de los pozos en su mayoría es de infiltración entera (all screen) para aumentar la cantidad de bombeo, con el diseño de derivar agua de todo el estrato acuífero.
- (3) PET llevó a cabo el programa de entubado sin hacer un examen del estrato de aguas subterráneas y antes de instalar el entubado y el tubo colador.
- (4) Los pozos tienen una estructura doble, utilizando dos tuberías de diferentes diámetros, 414 mm. y 276 mm.; esto significa que no

pudieron perforar con el diámetro más grande en el lugar más profundo.

- (5) Excepto en el pozo TP-7, el nivel estático del agua está entre los 6 y 32 m. de la superficie de la tierra.
- (6) Sin embargo, el nivel dinámico del agua está en la banda más amplia de oscilación, entre los 16 y 61 m. comparando con el nivel estático, lo cual significa una mayor diversidad en la cantidad de bombeo entre los pozos.
- (7) El examen del bombeo se realizó en cada etapa de grados, continuación y recuperación. No obstante, el resultado del examen del bombeo en grados es incompleto por causa de la falta de potencia en las bombas que posee PET.
- (8) Por lo tanto, el examen de bombeo de continuación se ha hecho en el nivel de mayor seguridad para la cantidad máxima del caudal de elevación (en general, el caudal crítico está entre el 70 y 80%).
- (9) La cantidad total de bombeo de los seis pozos existentes, incluyendo el pozo artesiano TP-7, es de 580 l/s. Esta cantidad significa 120 l/s menos que la meta fijada en 700 l/s.
- (10) No obstante, la extracción de los pozos PV-2 y PV-3 produce una derivación en nivel más seguro que los otros pozos, como se puede observar en el Cuadro 4-1. De esa manera, si se aumentara la cantidad de bombeo de estos dos pozos en 45 % sería posible derivar 350 l/s. más, llevando el total de los seis pozos a 688 l/s. También sería posible llegar a derivar 696 l/s en total si la capacidad de extracción de cada pozo fuera incrementada en 20 %. Todo esto significa que para la realización de este proyecto, es imprescindible calcular en principio la cantidad máxima de bombeo.

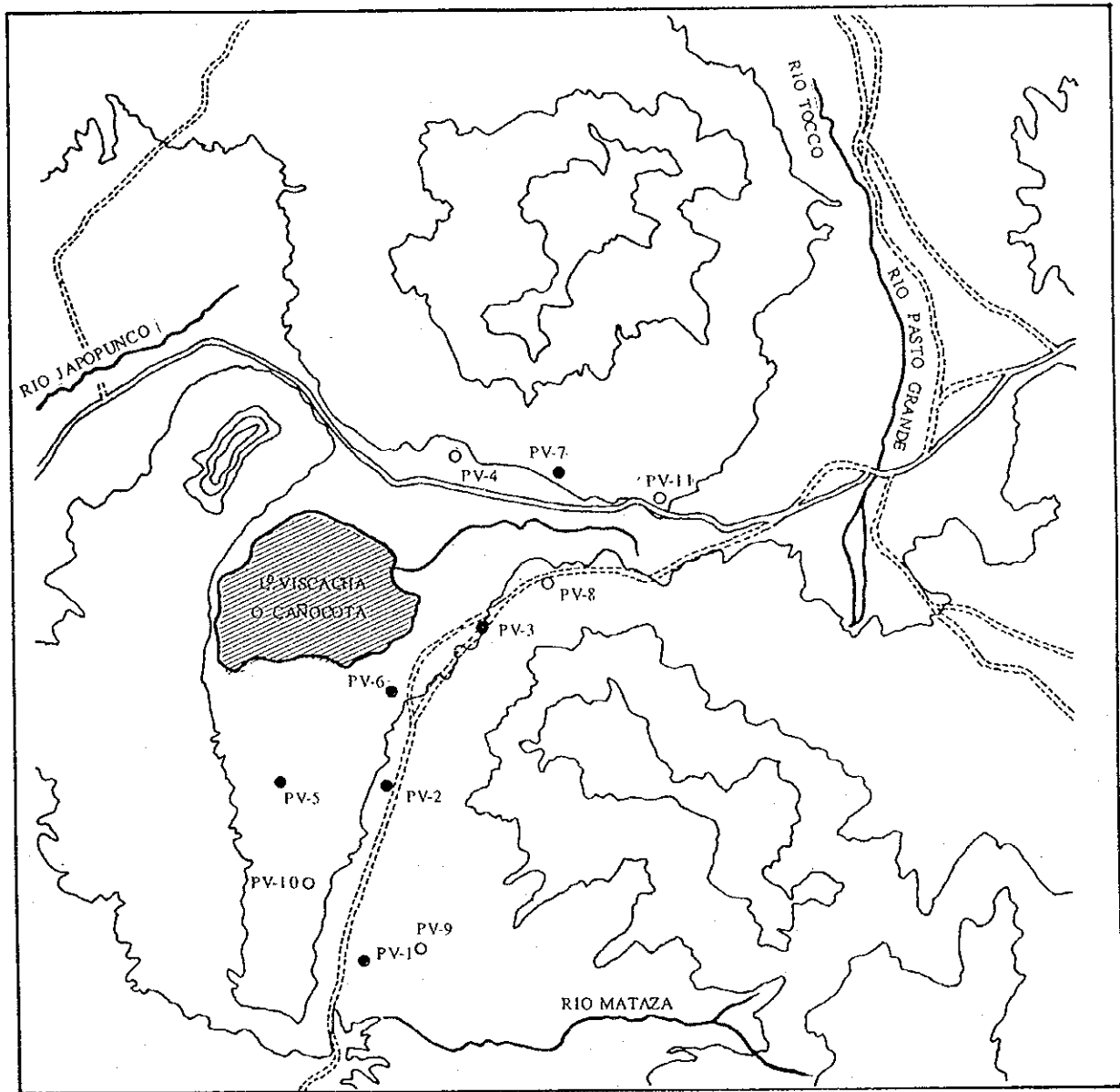


Figura 5: Distribución de los pozos existentes y de los nuevos pozos a ser
construídos.

- : Pozos existentes
- : Pozos a ser construídos

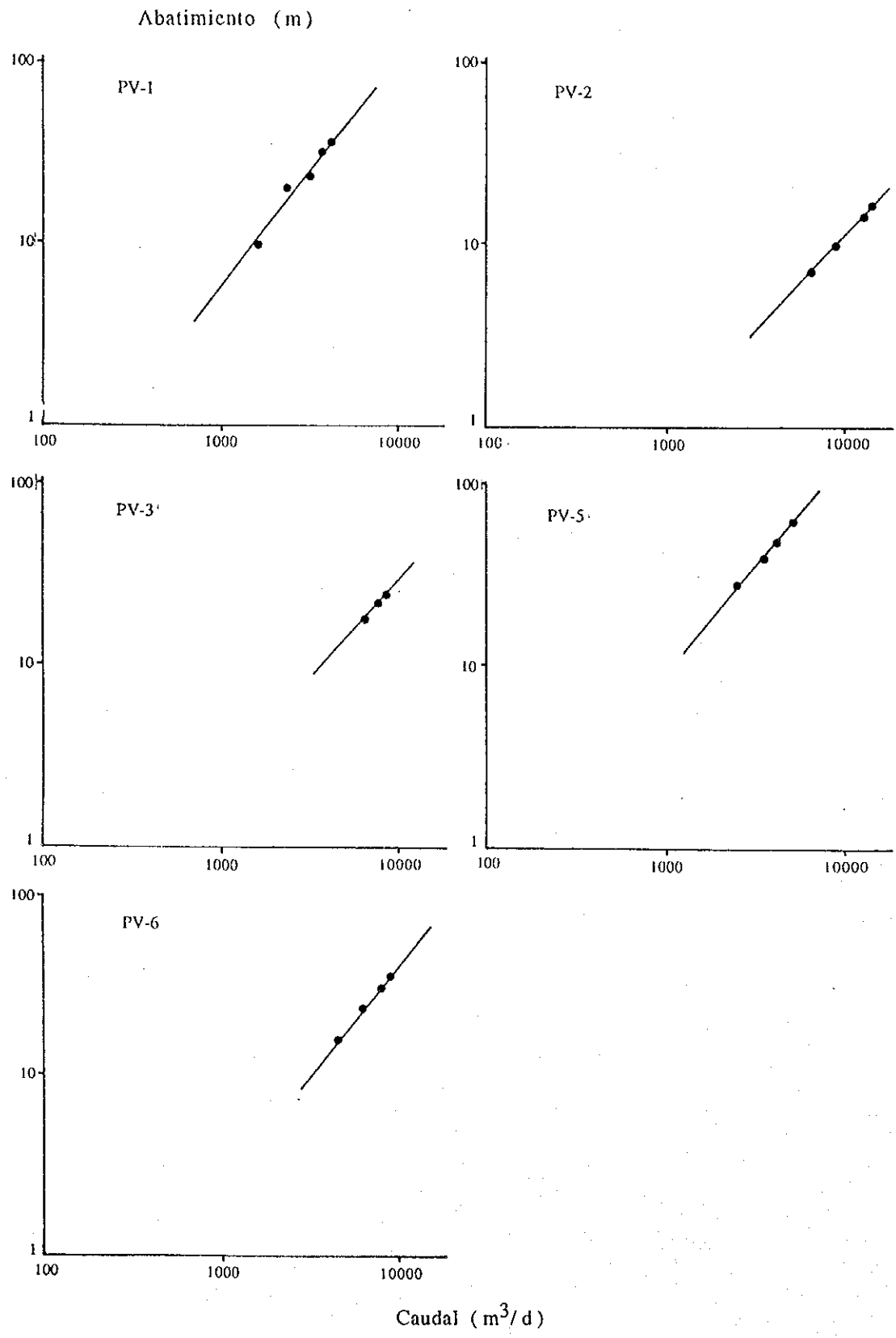


Figura 6: Resultado de las pruebas de caudales escalonados.

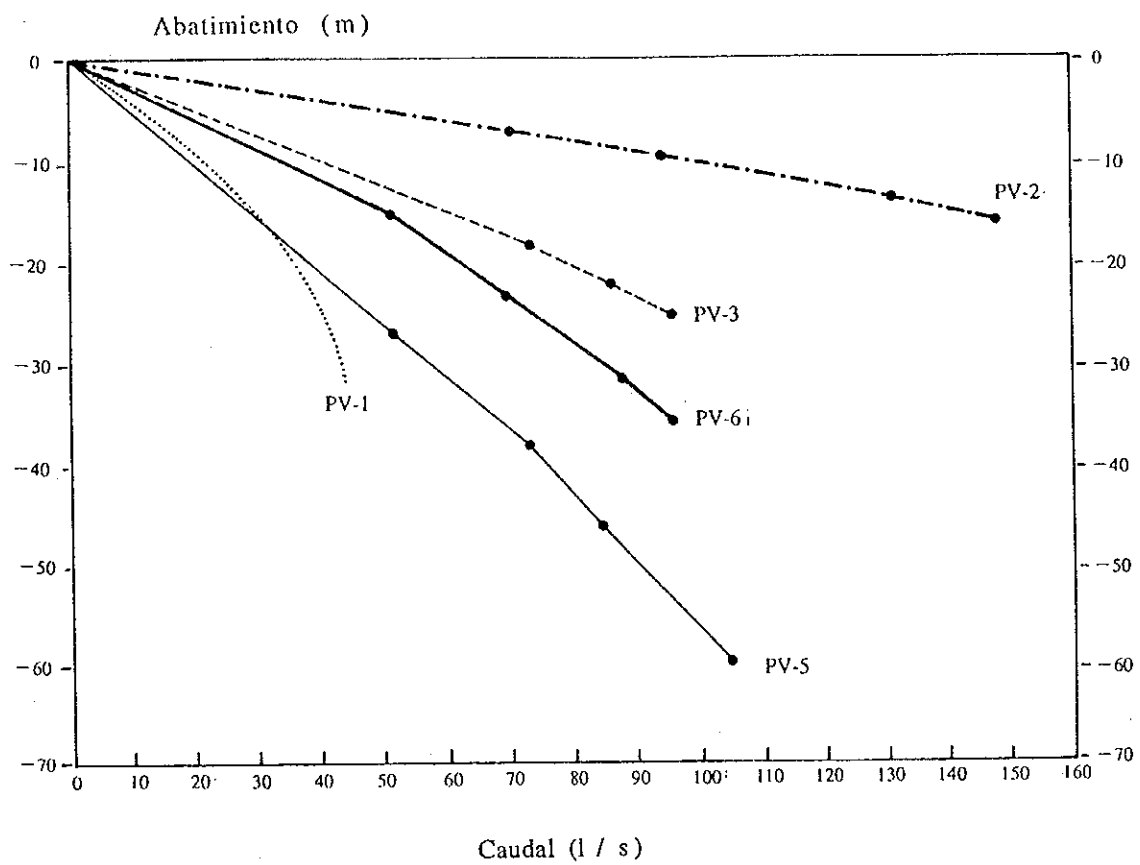


Figura 7: Resultado de las pruebas de caudales continuas

Cuadro 4-1 Características de los pozos perforados

No. de pozo	PV-1	PV-2	PV-3	PV-5	PV-6	PV-7
Partida						
Profundidad de perforación (m)	260	245	308	308	217	655
Profundidad del pozo (m)	250	245	300	300	213	475
Profundidad de infiltración (m)	4~186 189~250	12~208 208~245	10~140 160~300	30~200 205~300	30~213	29~96 96~334
Diámetro de perforación (mm)	552	483/322	529/414	552/414	552/414	552/276
Diámetro del pozo (mm)	414/276	414/276	414/276	414/276	414/276	431/276
Nivel estático (m)	9.67	6.89	18.71	32.32	15.57	Artesiano
Nivel dinámico (m)	35.86	16.62	25.76	60.90	36.31	+10.7
Diferencia del nivel acuífero (m)	26.19	9.73	7.05	33.58	20.74	+10.7
Cantidad de bombeo (l/s)	49	149	95	105	97	87
Año del fin de obras	1993	1992	1992	1993	1993	1973

4-1-2 Las premisas

(1) En el informe del estudio realizado hasta ahora, la tecnología de PET es altamente evaluada. Sin embargo, desde el punto de vista de que la tecnología necesita tener una capacidad general, es decir, no sólo de recursos humanos sino también materiales. Y a PET le faltan los recursos materiales, o sea, los equipos y maquinaria necesarios. Por ejemplo, PET no tiene bomba grande con motor sumergible, con capacidad de 150 a 200 l/s, la cual se considera necesaria para la ejecución del examen de bombeo en este proyecto. La bomba con la cuenta actualmente tiene una capacidad de 100 a 130 l/s. Por lo tanto, los datos obtenidos en el examen de bombeo carecen de credibilidad,

por lo que el resultado del estudio realizado a nivel de seguridad ha causado un cálculo de diseño excesivo. En consecuencia, al realizar este proyecto, es importante anteponer la obtención del equipo requerido para el examen de los pozos a los equipos solicitados por PET.

- (2) En cuanto a los equipos para el examen de los pozos, se necesitan la bomba grande con motor sumergible, el indicador de nivel acuífero para observación automática, la máquina conservadora de datos, una entalladura triangular o cuadrada y un generador de electricidad.
- (3) La ventaja que se puede obtener al proveer el indicador de nivel acuífero para observación automática y la máquina conservadora de datos es poder registrar consecutivamente los datos de cambios del nivel acuífero a escala milimétrica, lo cual servirá en el caso de bombear pozos de diámetro grande como son los del proyecto actual, para presentar datos claros y poder determinar la cantidad de bombeo, descartando el antiguo método de simulacro.
- (4) PET tiene planeado obtener fuerza motriz por tensión inversa de la electricidad de Laguna Aricota. Pero las obras de instalación de la transmisión eléctrica necesitarán mucho tiempo y enormes costos, por lo que se cree necesario investigar cuidadosamente el plan de construcción para establecimiento del bombeo, teniendo en cuenta el plan de instalación de la transmisión eléctrica.

4-2 Estudio sobre el contenido de la solicitud.

Para la ejecución del proyecto es necesario disponer de la maquinaria adecuada, como una perforadora de pozos, maquinaria de construcción, equipos de bombas, tubería, etc. Sin embargo, y conforme al análisis realizado a la documentación presentada por PET, se considera necesario revisar las condiciones de la maquinaria y los equipos.

(1) Máquina de perforación para pozo

Para elevar el agua subterránea de los 10 pozos, de acuerdo a lo solicitado por PET, es necesario construir nuevamente por lo menos 5 pozos. Sin embargo, PET ha fijado la cantidad de pozos sin considerar suficientemente la capacidad de los mismos. Por lo tanto, es posible que el resultado de las pruebas, en el caso de la realización de las mismas, demuestren que la cantidad de pozos existentes sean suficientes para cubrir las necesidades.

La máquina que PET solicita en esta ocasión es de un costo de 300 millones de yenes, por tratarse de una de las máquinas con mayor diámetro y con capacidad para perforación de 400m (el precio incluye determinados accesorios). Por lo tanto, sería mejor prorrogar la toma de una decisión para introducir o no la máquina de precio elevado, hasta que no se aclare definitivamente la cantidad de pozos requeridos. Aún en el caso de que fuera necesario perforar uno o dos pozos más, es aconsejable consultar antes con los perforadores de la zona.

(2) Grúa telescópica sobre un camión

Se está solicitando un camión con grúa de 25 toneladas de capacidad. Sin embargo, como no está bien aclarado su uso, es aconsejable estudiar nuevamente el objeto de su requerimiento.

(3) Equipo de bombeo para pozos profundos

Se solicitan 10 unidades de equipos de bombeo para pozos profundos. Dicha cantidad debe ser estudiada nuevamente y ser fijada después de la prueba de elevación. Asimismo, como el caudal de elevación de los pozos existentes varía de un pozo a otro, teniendo desde 49 l/s de PV1 hasta 149 l/s de PV-2, es necesario determinar las especificaciones de las bombas solicitadas según la capacidad de cada pozo (actualmente es de 100 l/s, 10

unidades).

Aunque PET no ha solicitado tubería de revestimiento o cribas, es deseable disponer de estos una vez determinada la cantidad de pozos que se requieren. No obstante, también es importante estudiar la posibilidad de adquirir estos elementos dentro del Perú

(4) Equipo de bombeo de eje horizontal

Este equipo de bombeo es indispensable para conducir el agua subterránea extraída y recogida en la Laguna Vizcachas por la tubería. La cantidad solicitada es de 2 unidades, aunque es necesario estudiar nuevamente la cantidad requerida y sus especificaciones después de revisar el proyecto de conducción del agua.

(5) Tubería

Hay dos tipos de tubería, una de 10" y otra de 12" de diámetro, cuya longitud de construcción está planificada en 1.100m. y 2.600m. respectivamente.

(6) Camión remolcador

Este camión ha sido solicitado con el objeto de mover la maquinaria de construcción, la perforadora de pozos, las topadoras, etc. siendo necesario confirmar su uso, ya que el tipo de camión remolcador solicitado es de gran tamaño, 40 toneladas.

(7) Bomba de eje vertical

Esta bomba ha sido solicitada para realizar pruebas de elevación del agua, por lo tanto, no es necesaria si no hay construcción de nuevos pozos. Asimismo, se requiere determinar su necesidad una vez que se haya definido la cantidad de pozos a perforar.

(8) Generador

Este equipo también ha sido solicitado para la realización de pruebas de elevación de agua, pero se prevé una demora en las obras de instalación de las líneas transmisoras. Por lo tanto será necesario considerar la posibilidad de disponer de las unidades correspondientes, para cubrir todos los equipos de bombeo (tipo sumergible y de nivel).

(9) Computadora

Se solicitan 3 computadoras de tipo Notebook con impresora instalada. Es deseable disponer de las mismas para poder analizar el nivel del agua subterránea y la calidad del agua.

(10) Equipo analizador de agua

Tipo portátil para medir la temperatura, el grado de conducción, el pH, etc. Es un equipo muy necesario.

(11) Sonda para medir la conductividad de agua de los pozos

Existe otro tipo de sonda con que se puede medir a la vez el nivel del agua subterránea, la temperatura del agua y el grado de conducción. Es deseable introducir este tipo de sonda.

(12) Diágrafo de electricidad

PET ha elaborado hasta ahora un programa de entubado sin realizar una diagrafía de electricidad. Cuanto más profundo es un pozo, más importante es la precisión del análisis de profundidad del acuífero. Por lo tanto, es preciso disponer de esta máquina.

4-3 Plan de introducción de maquinaria y equipos

Respecto al tema de la provisión de máquinas y equipos necesarios

para la realización de este proyecto, hay dos planes prácticos para el desarrollo del mismo.

(1) Caso I

El caso I, plan de adquisición de maquinaria y equipos, se trata re-evaluar los pozos existentes, con el fin de obtener datos con los que se pueda planear la adquisición posterior de la maquinaria y los equipos necesarios.

Cuadro 4-1 Plan sobre la adquisición de maquinaria y equipos (Caso 1)

	Descripción	Especificaciones	Cantidad
1.	Bomba sumergible	150 - 200l /s, nivel de elevación 90 m	2
2.	Generador	440V, trifásico, 60 Hz.	2
3.	Medidor autoregistrador del nivel del agua	Con sensor y registrador de datos, medición simultánea del nivel del agua, temperatura y tasa de conducción eléctrica	6
4.	Computadora	PC tipo Notebook, con impresora instalada, tipo 486DX	3

(2) Caso II

En este Caso se preparan las máquinas y los equipos para la evaluación del Caso I y de la extracción de agua de los pozos, en vista del carácter urgente que tiene la ejecución del proyecto. En este Caso, es necesario realizar al mismo tiempo un estudio sobre el plan de transmisión de energía eléctrica de la fuerza motriz procedente de la central hidroeléctrica de la Laguna Aricota.

Cuadro 4-2 Plan sobre la adquisición de maquinaria y equipos (Caso II)

	Descripción	Especificaciones	Cantidad
1.	Grúa telescópica sobre un camión	tipo 25 toneladas	1
2.	Equipo de bombeo para pozos profundos	100 - 200 l/s, nivel de elevación 90m.	6
3.	Equipo de bombeo de eje horizontal	300 l/s, elevación de 30m.	2
4.	Tubería Tipo A Tipo B	10" 12"	1,100m 2,600m
5.	Camión remolcador	Tipo 40 toneladas	1
6.	Diágrafo de electricidad	Potencial eléctrico, resistencia relativa, rayos gamma naturales, medición de la temperatura	1
7.	Materiales para la instalación de transmisión eléctrica	Desde la Central Hidroeléctrica de la Laguna Aricota hasta la Laguna Vizcachas	1 juego

5. Efectos del Proyecto

Este proyecto forma parte del programa nacional de desarrollo con el fin de evitar el agotamiento de las reservas de agua en la Laguna Aricota y para aumentar la cantidad de agua depositada en dicha laguna, que es fuente de energía eléctrica, de agua potable y de irrigación en la región sureña de Tacna, Perú. Por lo tanto, la importancia y la urgencia de aplicación de este programa son sumamente grandes. Los efectos que se espera obtener con este proyecto son los siguientes:

- (1) Asegurar el agua de riego para el terreno agrario de 3.500 Ha. que se extiende sobre las cuencas de los ríos Locumba e Ite.
- (2) Garantizar la irrigación de la zona de La Yarada, que es suministrada con 98 bombas en marcha continua con la energía eléctrica generada por el agua de la Laguna Aricota.
- (3) Evitar el agotamiento de las aguas de la Laguna Aricota y mejoramiento de su calidad.
- (4) Mantener la cantidad de electricidad generada por la usina hidroeléctrica, actualmente de 10.500 KW.
- (5) Asegurar el agua potable para los ciudadanos de Tacna e Ilo.

6. Temas a considerar y posibles riesgos

Este proyecto consiste en: (1) la explotación del agua subterránea y (2) producción de energía eléctrica (transmisión, transformación y distribución de la electricidad) . En esta oportunidad la investigación tiene el objetivo de estudiar los lineamientos generales del proyecto, sobre todo con respecto a (1), realizando los estudios necesarios para determinar los items, la cantidad y las especificaciones de los materiales requeridos.

Perú es un país básicamente agrícola y minero, por lo tanto, posee tecnología a nivel mundial con respecto a la excavación de túneles, estudios geológicos, geofísicos y los relacionados con perforación de suelos. El gobierno del Perú solicita para este proyecto, la cooperación del gobierno japonés solamente en lo que concierne al suministro de maquinaria, teniendo planificado ejecutar las obras por su propia cuenta. Esto será posible juzgando por la tecnología que posee Perú y por la calidad y cantidad de técnicos incorporados a la sección especial del proyecto de Tacna, como agente ejecutor del mismo.

Sin embargo, es preciso recordar que todavía quedan riesgos y varios puntos a considerar dentro de este proyecto.

- (1) Determinar la cantidad de pozos necesarios, teniendo presentes los datos obtenidos sobre los pozos existentes.
- (2) Para realizar el estudio sobre la capacidad de los pozos mencionados arriba, es necesario que Japón suministre los siguientes equipos: equipo de bombeo sumergible de tamaño grande, un generador de energía eléctrica y un medidor autoregistrador del nivel del agua.
- (3) Es posible que se reduzca la cantidad prevista de pozos a perforar, en el caso de utilizar los pozos existentes en su máxima capacidad. En este caso, no es necesario que Japón suministre perforadores de alta capacidad,

dejando las obras a cargo de los perforadores ya existentes.

- (4) No se prevén problemas en el mantenimiento de la gestión, en el sistema de control y mantenimiento de la maquinaria del proyecto, desde el punto de vista del personal y presupuesto. La preocupación reside en la posible falta de comunicación debido a la distancia entre la agencia encargada de la ejecución del proyecto, la Agencia de Desarrollo Nacional en Lima y la ciudad de Tacna, sede del proyecto especial en Tacna, como también por la distancia que separa la oficina de las obras de Vizcachas. Es importante que exista suficiente contacto entre las partes correspondientes.
- (5) El sistema actual de PET puede atender suficientemente las obras de perforación de los pozos. Sin embargo, es necesario preparar la colaboración técnica de las otras partes (secciones de estudio, otras oficinas de las obras) en el caso de ocurrir anomalías.
- (6) Se han realizado estudios y análisis minuciosos con respecto al equilibrio del agua subterránea en el Altiplano Vizcachas, y de acuerdo al resultado de los mismos no se observan grandes problemas en el programa de extracción. Sin embargo, es deseable hacer observaciones de la extracción del agua, (la cantidad de la misma y la evolución de la situación del agua subterránea) para hacer otros estudios sobre la cantidad a extraerse.
- (7) Al perforar los pozos productivos, siempre hay que hacer un registro electrográfico a través del orificio de observación, para poder determinar datos definitivos. Mediante este procedimiento se puede aumentar la precisión en determinar la ubicación de los pozos productivos, ya que se puede averiguar la falta de homogeneidad en las condiciones geológicas, agregando un sondeo geofísico a los estudios geológicos tradicionales.
- (8) Es de desear que se puedan realizar cuanto antes los estudios sobre la maquinaria relacionada con la energía eléctrica, que en esta ocasión ha quedado fuera de la cobertura de estos estudios, con el fin de completar el

programa de extracción de agua en los pozos perforados.

A NEXOS

1. Nombre y apellido y sección del encargado del estudio
2. Programa del estudio
3. Lista de los encargados relacioandos con la contraparte
4. Otros datos (Corte transversal del pozo)
5. Lista de los datos de referencia

1. Nombre y apellido y sección del encargado del estudio

- 1) Sr. Hideo HOSOKAWA Sistema de Cooperación Internacional del Japón
(Planificador de equipos y materiales I)
- 2) Sr. Tetsuo ISHIBASHI Sistema de Cooperación Internacional del Japón
Planificador de equipos y materiales II)

2. Programa del estudio

	Fecha	Itinerario	Hospedaje
1	5/12/94 (Lun)	Tokio (RG833) 19:00 →	Sobre el avión
2	6/12/94 (Mar)	→ Lima 00:30 Visita de cortesía a la Oficina de JICA	Lima
3	7/12/94 (Mier)	Visita de cortesía al PET/Deliberación	Lima
4	8/12/94 (Juev)	Deliberación con PET	Lima
5	9/12/94 (Vier)	Deliberación con JICA Revisión de datos recolectados	Lima
6	10/12/94 (Sáb)	Deliberación con PET	Lima
7	11/12/94 (Domi)	Reunión interna de la misión Revisión de datos recolectados	Lima
8	12/12/94 (Lun)	Deliberación con PET Visita de cortesía a la Embajada del Japón	Lima
9	13/12/94 (Mar)	Deliberación con PET	Lima
10	14/12/94 (Mier)	Visita de cortesía al INADE Deliberación con PET	Lima
11	15/12/94 (Juev)	Deliberación con PET Reunión interna de la misión Revisión de datos recolectados	Lima
12	16/12/94 (Vier)	Deliberación con PET	Lima
13	17/12/94 (Sáb)	Deliberación con PET	Lima
14	18/12/94 (Domi)	Reunión interna de la misión Revisión de datos recolectados	Lima
15	19/12/94 (Lun)	Deliberación con INADE y PET sobre la Minuta Revisión de datos recolectados Visita de cortesía a la Embajada del Japón	Lima
16	20/12/94 (Mar)	Firma de la Minuta	Lima
17	21/12/94 (Mier)	Informe a la Embajada del Japón y JICA	Lima
18	22/12/94 (Juev)	Lima (AM961) 13:30 → Ciudad de México 19:00	Ciudad de México
19	23/12/94 (Vier)	Ciudad de México (JL011) 09:10 →	Sobre el avión
20	24/12/94 (Sáb)	→Tokio 16:55	

3. Lista de los encargados relacionados con la contraparte

○ Instituto Nacional de Desarrollo (INADE)

Dr. Alberto Yamamoto Miyakawa	Jefe de INADE
Ing. Plinio Gutierrez del Pozo	Gerente de Estudios

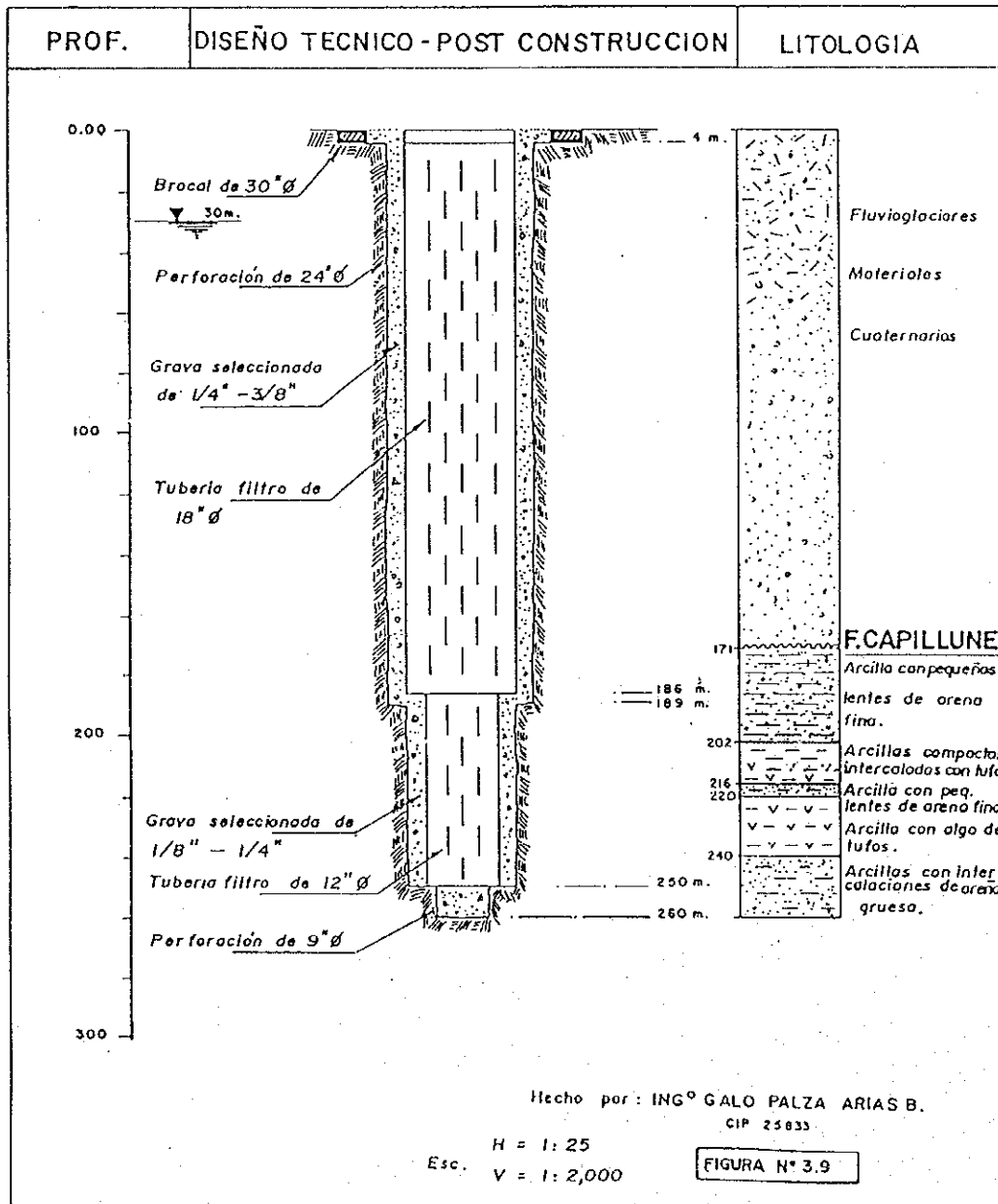
○ Proyecto Especial TACNA (PET)

Ing. Juan Sevilla Gildemeister	Director Ejecutivo
Ing. Eduardo Abraham C. Velarde	Responsable del Area de Hidrología
Ing. Corpus Manrique Núñez	Responsable Proyecto Vizcachas
Ing. Hugo Aegarra Franco	Ing. Mecánico Electricista
Dr. Nicolás Echevarría Morales	Asesor Espectos Hidrogeología

4. Otros datos (Corte transversal del pozo)

PROYECTO : "EXPLORACION AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA VIZCACHAS"
 SUB PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO

POZO PV-1



DIB. A.D.V.

PROYECTO : "EXPLOTACION AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA VIZCACHAS"
 SUB PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO

POZO PV-2

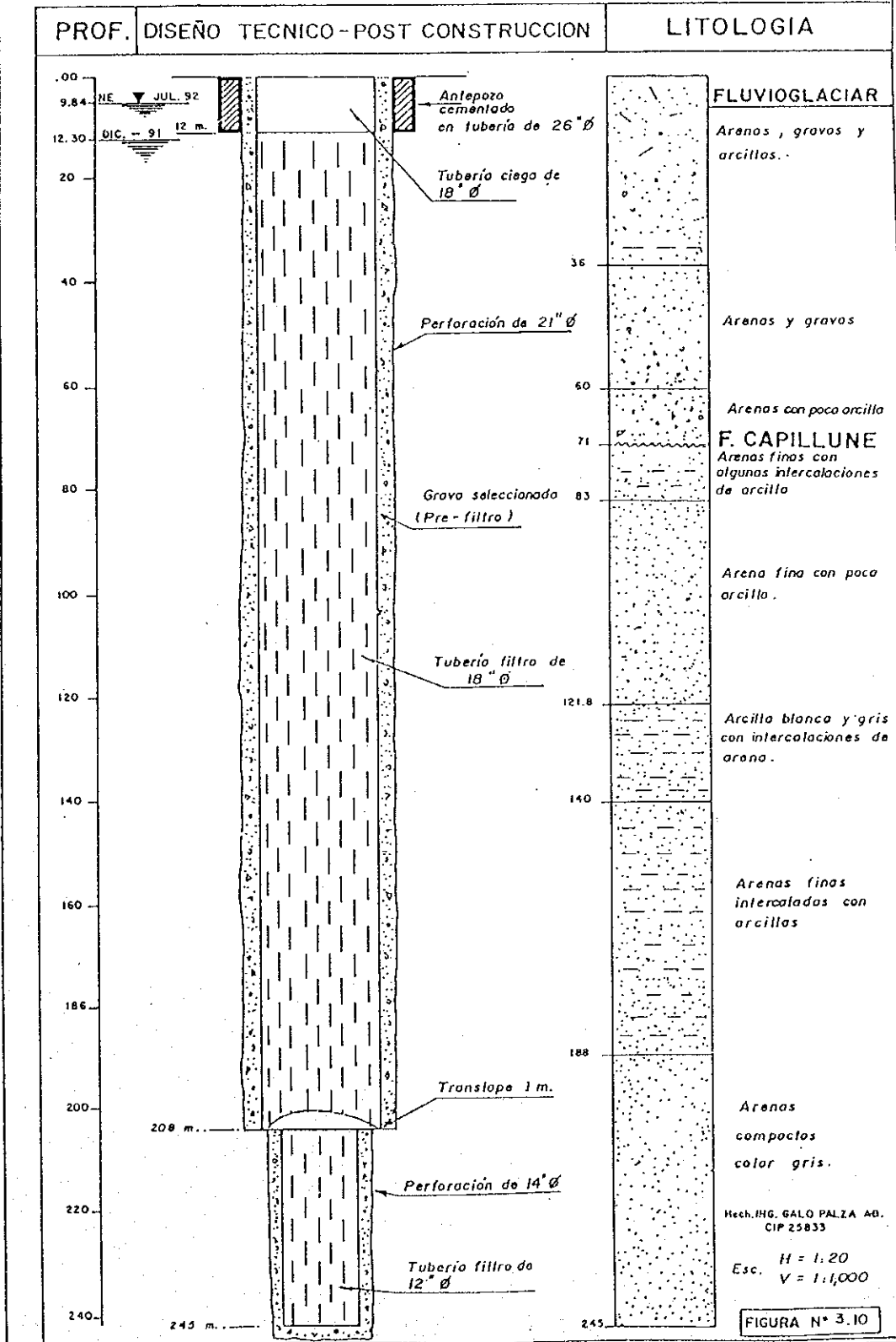
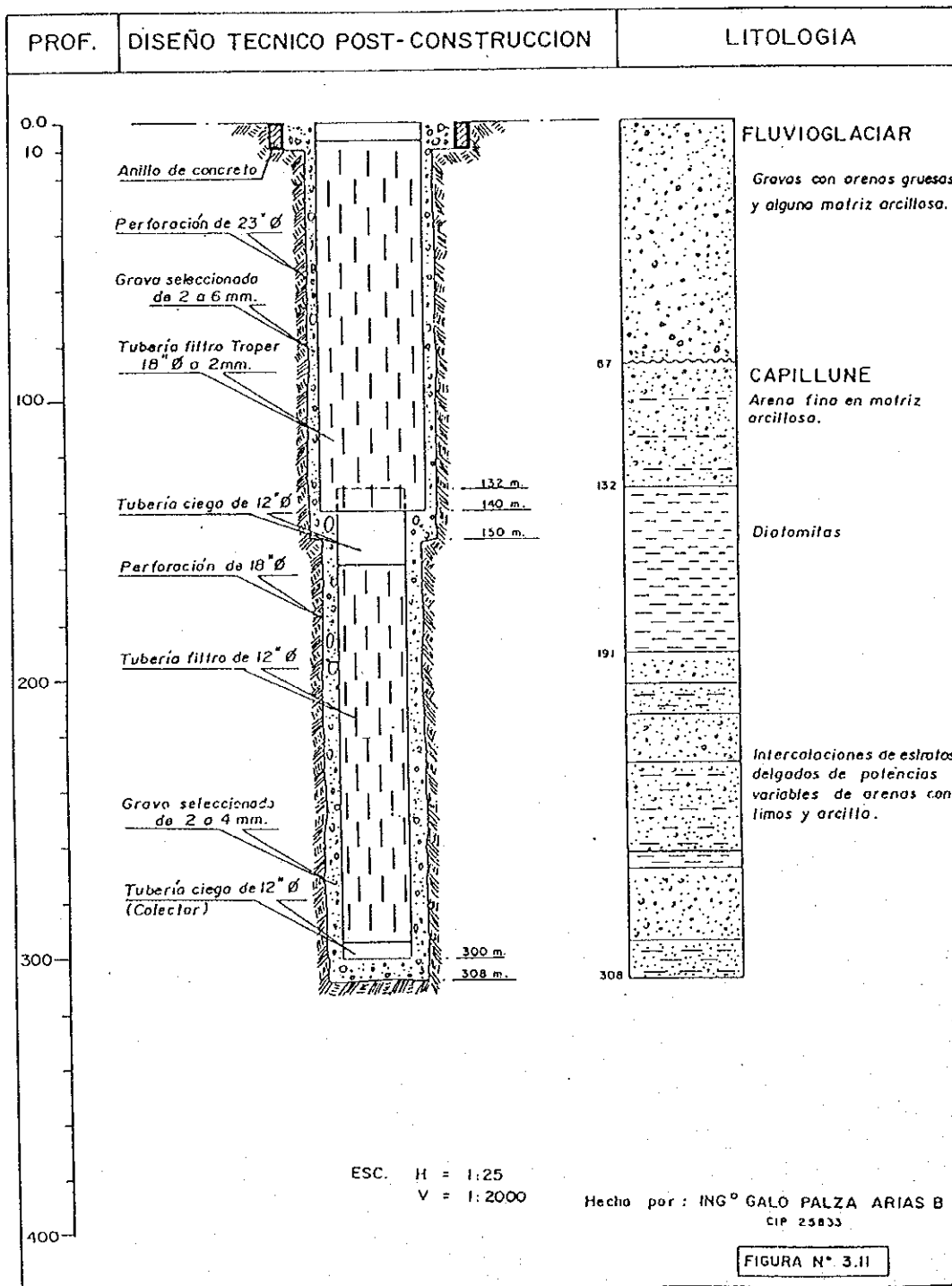


FIGURA N° 3.10

Proyecto : "EXPLORACION AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA VIZCACHAS"
 Sub-Proyecto : ESTUDIO DEFINITIVO

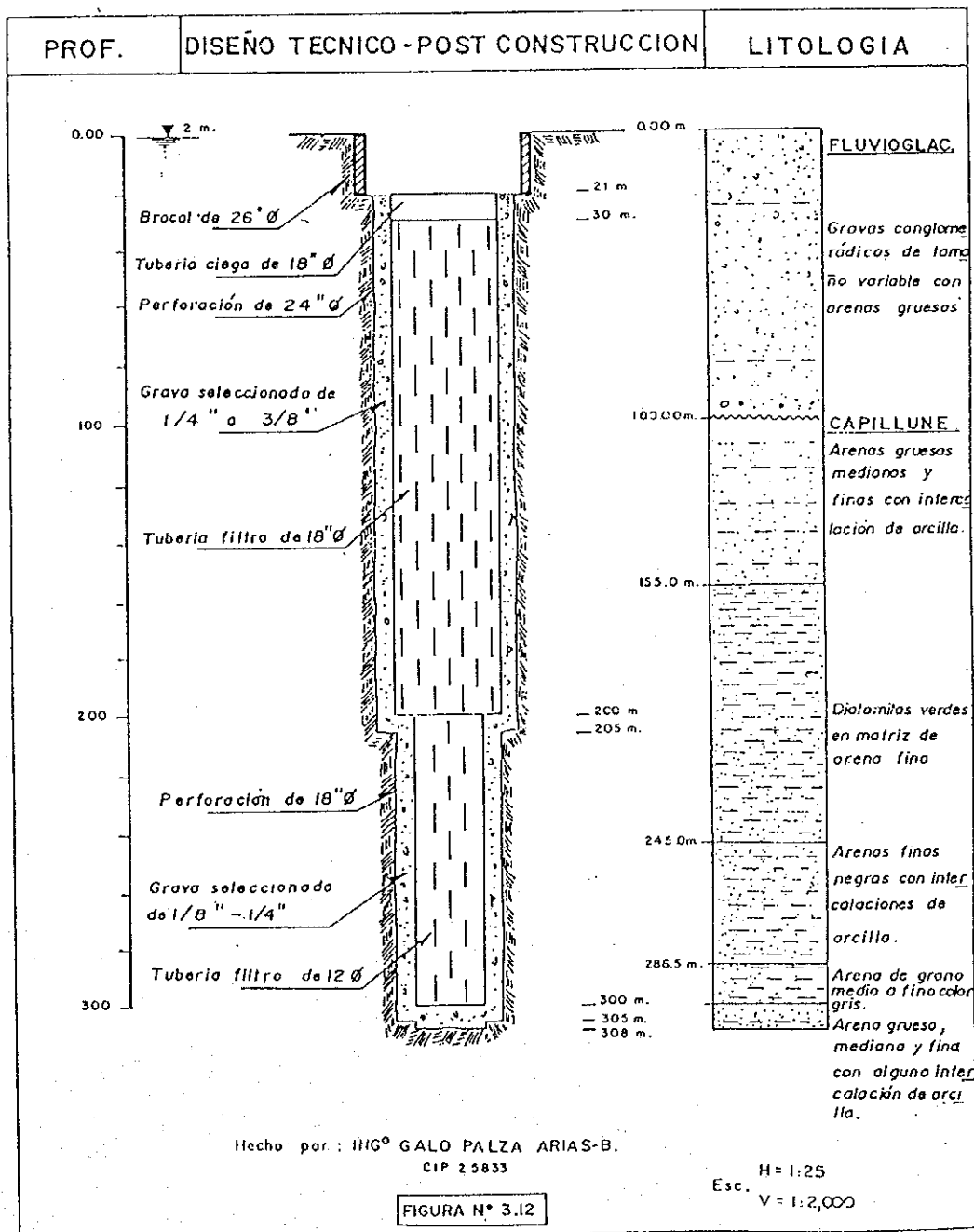
POZO PV-3



DIB. A.D.V

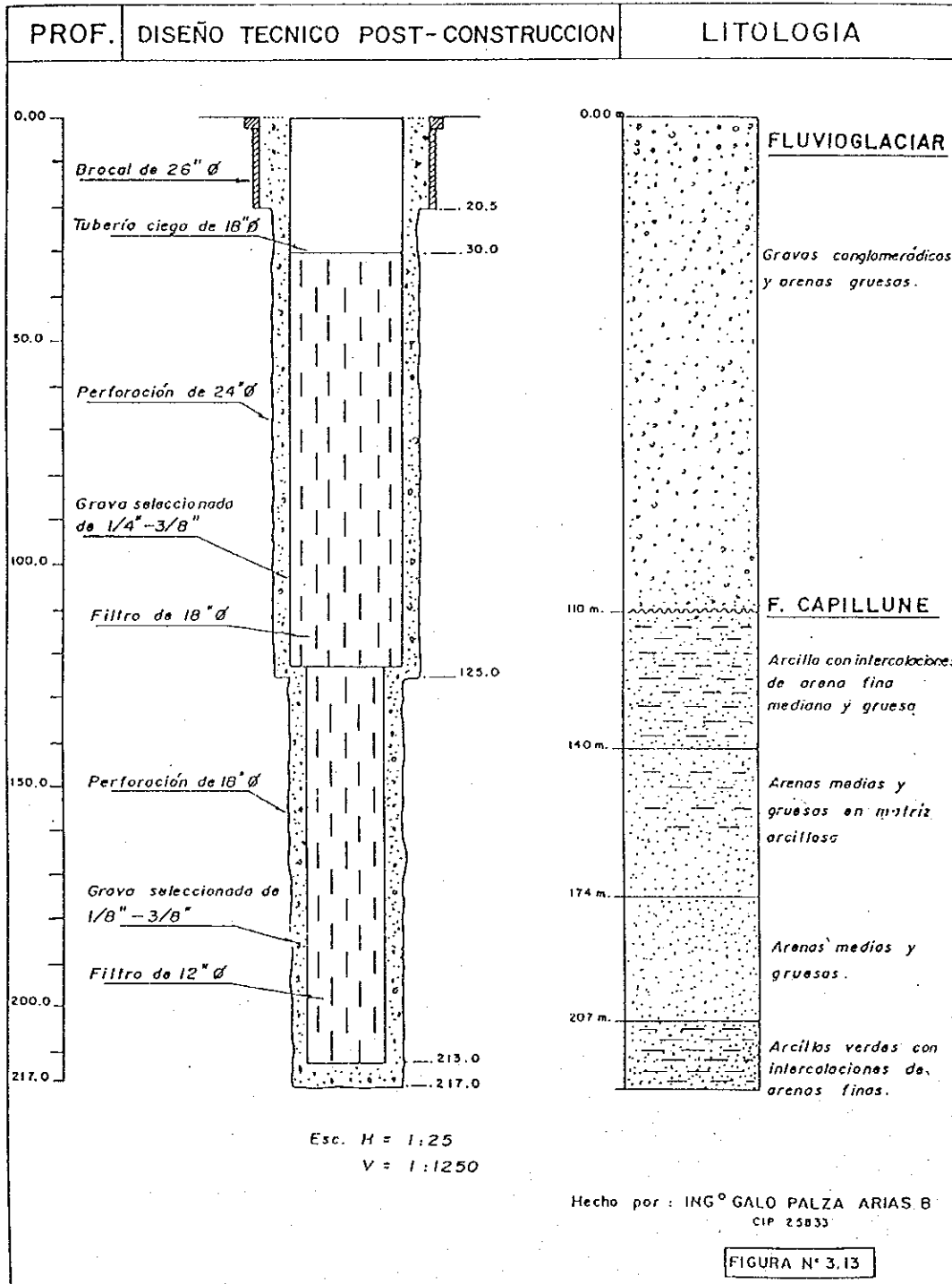
PROYECTO : "EXPLORACION AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA VIZCACHAS"
 SUB PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO

POZO PV-5



PROYECTO : "EXPLORACION AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA VIZCACHAS"
 SUB PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO

POZO PV-6



DIB. A.D.V.

5. Lista de los datos de referencia

- 1) Prospección Geofísica por Diagrafía de Electricidad de Estrato Acuífero de Capijune-Suchez
- 2) Estudio, Investigación y Desarrollo de Recursos Aguas Subterráneas y Sistema de Programa de Derivación de Aguas (1974)
- 3) Prospección Geofísica por Diagrafía de Electricidad de Estrato Acuífero de Viscachas-Capijune
- 4) Perfilaje Electrico (Diagrafía) Pozo No. PV-3
Convenio PET/Pronaster-Puno
- 5) Estudio Definitivo Proyecto: Explotación Aguas Subterráneas del Altiplano Vizcachas (1993)
- 6) Estudio Hidrogeológico Proyecto: Explotación Aguas Subterráneas Cuenca Laguna Vizcachas (1994)
- 7) Apéndices de Estudio Hidrogeológico Proyecto: Explotación Aguas Subterráneas Cuenca Laguna Vizcachas (1994)

JICA