

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



MINISTERIO DE AGRICULTURA

VICE MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO RURAL

DIRECCION GENERAL DE IRRIGACIONES

PROGRAMA NACIONAL DE AGUAS SUBTERRANEAS Y TECNIFICACION DE RIEGO
(PRONASTER - PUNO)

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL POZO TUBULAR
No. IRHS 21/04/04-46



COMUNIDAD CAMPESINA DE CHIJICHAYA, DISTRITO DE ILAVE,
PROVINCIA DE CHUCUITO Y DEPARTAMENTO DE PUNO

1 9 8 9

PERSONAL PARTICIPANTE

DIRECTIVOS

ING. GUSTAVO LEMBCKE M.	DIRECTOR EJECUTIVO PRONASTER
ING. CARLOS VALLEJOS V.	DIRECTOR PRONASTER PUNO

EJECUTORES

ING. MANUEL BARRENA P.	JEFE DEL AREA DE OBRAS
ING. HUGO ALVARADO U.	RESIDENTE DE OBRA
ING. MARTHA MORENO M.	ESPECIALISTA EN PRUEBAS HIDRAULICAS

PERSONAL DE APOYO

ING. JAIME BOCAVEL B.	GEOFISICO
BACH. HERMES HUMPIRE C.	ASISTENTE GEOFISICO
SRA. MIMARA CASTILLO N.	SECRETARIA
SR. GERMAN ESPINOZA R.	DIBUJANTE



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

GEOFISICO

I N D I C E :

1.0.0 INTRODUCCION

- 1.1.0 Antecedentes
- 1.2.0 Ubicación del Pozo
- 1.3.0 Objeto

2.0.0 MEMORIA DESCRIPTIVA

- 2.1.0 Método de Perforación
 - 2.1.1 Maquinaria y/o equipos
 - 2.1.2 Equipos de Apoyo Logístico y de Diagrafías
- 2.2.0 Perforación Exploratoria
 - 2.2.1 Exploración Mecánica
 - 2.2.2 Perfilaje Eléctrico o Diagrafía
 - 2.2.3 Diseño Definitivo del Pozo
- 2.3.0 Perforación Definitiva
 - 2.3.1 Rimado del Pozo
 - 2.3.2 Entubado Definitivo
 - 2.3.3 Conformación de Pre-Filtro de Grava Seleccionada
- 2.4.0 Trabajos Complementarios
 - 2.4.1 Lavado del pozo
 - 2.4.2 Desarrollo del pozo
 - 2.4.3 Aforo con compresora de aire
 - 2.4.4 Verificación de la verticalidad del pozo

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



3.0.0 BOMBEO DE PRUEBA

- 3.1.0 Objetivo
- 3.2.0 Metodología
- 3.3.0 Equipos Empleados
- 3.4.0 Desarrollo de la Prueba
- 3.5.0 Curva de Rendimiento del Pozo

4.0.0 RECOMENDACIONES PARA EL EQUIPAMIENTO DEL POZO

1.0.0 INTRODUCCION

1.1.0 Antecedentes

El Instituto Nacional de Ampliación de la Frontera Agrícola (INAF) del Sector Agrario, suscribió un contrato con la República Popular China, con el objeto de efectuar el Programa denominado "Perforación y Equipamiento de 80 Pozos Tubulares para Riego en el Departamento de Puno", con financiamiento de la línea de crédito de la República Popular China y del Tesoro Público del Gobierno del Perú - como contrapartida nacional. Dentro de este contrato se establece que el Organismo Ejecutor es el ex-Proyecto Especial "Ampliación de la Frontera Agrícola por Tecnificación de Riego" (PE-AFATER) ahora Programa Nacional de Aguas Subterráneas y Tecnificación de Riego - (PRONASTER).

El Programa contempla la perforación de pozos previa realización de Estudios Hidrogeológicos Específicos de Localización y Diseño de Pozos.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



La presente Memoria corresponde al pozo tubular cuyo número es : - 21/04/04-46 de la Comunidad Campesina de Chijichaya, ubicado en el Distrito de Ilave, Provincia de Chucuito y Departamento de Puno.

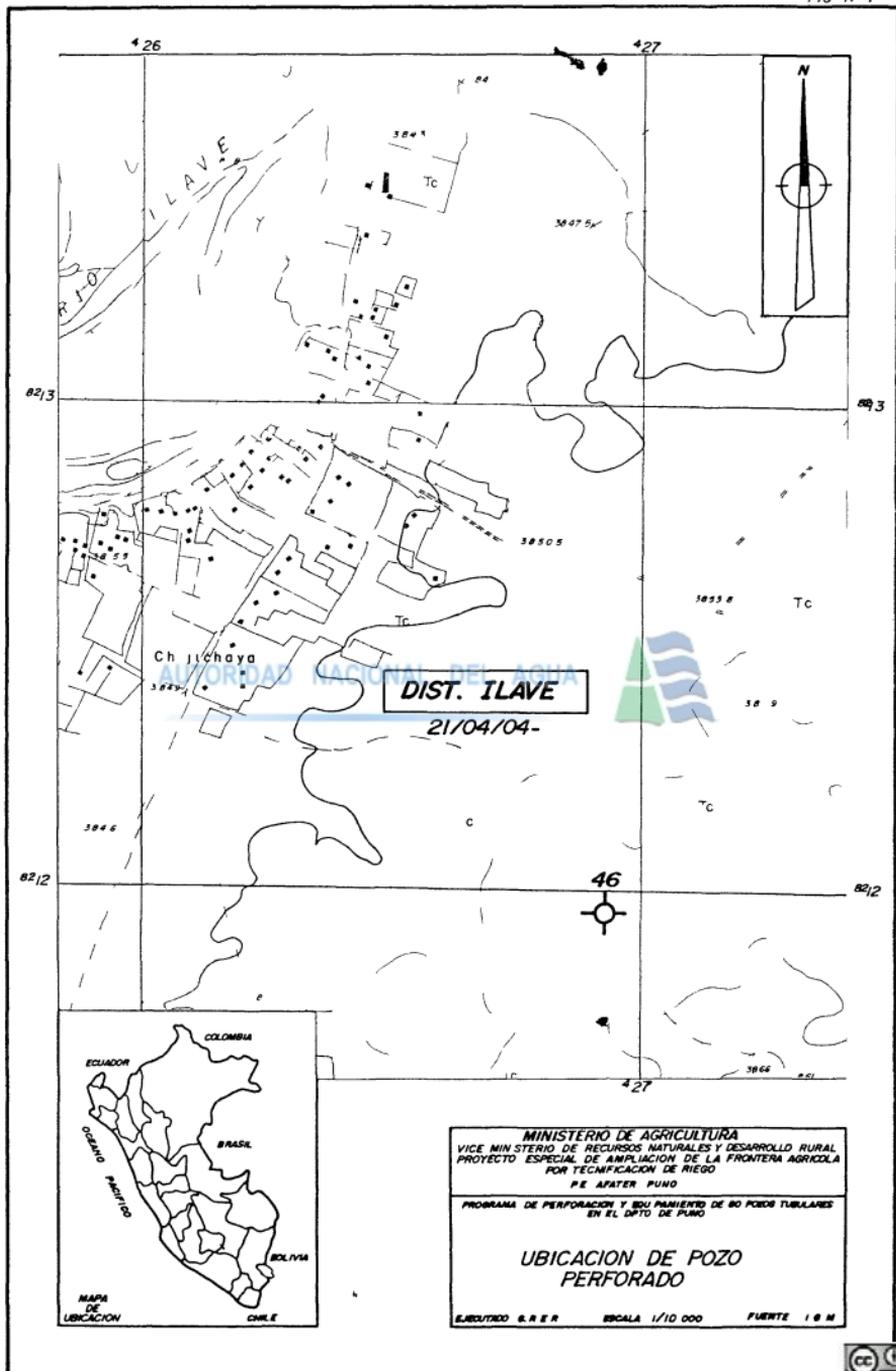
1.2.0 Ubicación del Pozo

El pozo fue perforado en el punto de Sondaje Eléctrico Vertical Nº 29 - B, lugar proyectado para la perforación de dicho pozo en el Estudio Hidrogeológico para el abastecimiento de agua con fines de riego en la Comunidad de Chijichaya, Distrito de Ilave, Provincia de Chucuito y Departamento de Puno.

Geográficamente se encuentra ubicado entre las coordenadas : Norte 8°21'1,950 m. y Este 426,925 m. del Sistema Universal Transversal - Mercator y una altitud de 3,860.204 m.s.n.m. (Fig. Nº 1).

1.3.0 Objeto

La presente Memoria tiene por finalidad presentar un resumen; de los resultados del proceso constructivo del pozo tubular Nº 21/04/



MINISTERIO DE AGRICULTURA
 VICE MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO RURAL
 PROYECTO ESPECIAL DE AMPLIACION DE LA FRONTERA AGRICOLA
 POR TECNIFICACION DE RIEGO
 P.E. APATER PUNO

PROGRAMA DE PERFORACION Y SUBSISTEMAS DE 80 POCOS TUBULARES
 EN EL DPTO. DE PUNO

UBICACION DE POZO PERFORADO

ELABORADO: E.R.R.R. ESCALA: 1/10 000 FUENTE: I.G.M.

04-46, incluyendo los trabajos complementarios.

2.0.0 MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1.0 Método de Perforación

El pozo tubular N° 21/04/04-46 fue perforado por el método de rotación directa, empleando fluido de perforación compuesto por una mezcla de agua con bentonita y aditivos químicos.

Para tal efecto se empleó el equipo de perforación que se detalla en el ítem siguiente, así como las pozas de agua, lodo, sedimentación y el canal de descarga, con los cuales se estableció el circuito hidráulico que exige el método de perforación en referencia. -- (Fig. N° 2).

2.1.1 Maquinaria y/o Equipos Empleados

Los equipos empleados durante la perforación y los trabajos complementarios fueron los siguientes :

a) Máquina Perforadora

Modelo	: SPC - 300 H N° 4
Tipo	: Rotación - Percusión
Potencia	: 160 HP/1800 rpm
Procedencia	: República Popular China



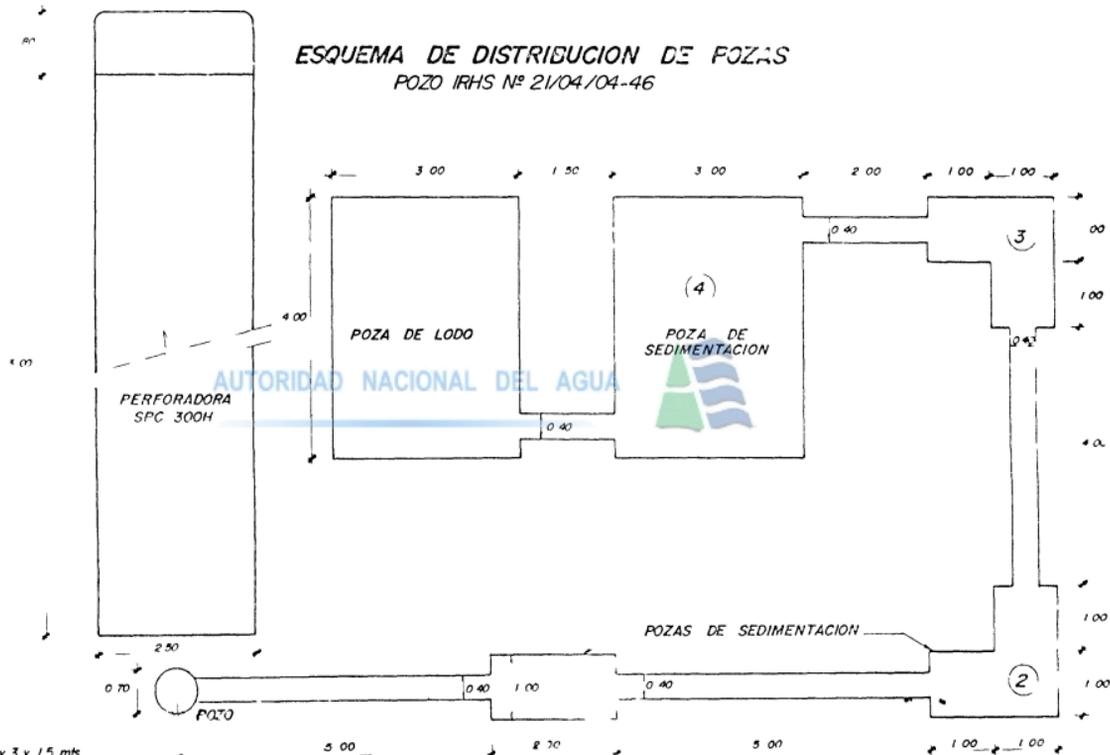
b) Compresora

Modelo	: LGV II - 10/7
Capacidad	: 10 m3/min.
Presión de descarga	: 7 Kg/cm2
Potencia motor	: 120 HP - 1500 rpm
Procedencia	: República Popular China.

c) Grupo Electrónico

Modelo	: 50 GT
Capacidad	: 50 Kw/1500 rpm
Corriente	: 220/400 voltios
Amperaje	: 90 amperios
Frecuencia	: 50 Hertz

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE POZAS
POZO IRHS N° 21/04/04-46



- 1 Pozo de lodo 4 x 3 x 15 mts
- 2 Pozo de sedimentación 2 x 1 x 12 mts
- 3 3 x 1 x 12 mts
- 4 3 x 1 x 12 mts
- 5 4 x 3 x 15 mts

PLANTA
E C A 7

d) Equipos de Soldadura Eléctrica

Modelo : 3 x - 3 - 300 trifásico
Amperaje : 300 Amperios
Voltaje : 30 voltios
Frecuencia : 50 Hertz

e) Motobomba

Marca : Hidrostal
Modelo : D4C - 10G - I/C
Potencia : 10 HP

f) Implementos y Herramientas

- Varillas de Perforación

- a) \varnothing 89 mm. x 6.60 m.
- b) \varnothing 89 mm. x 2.30 m.
- c) \varnothing 89 mm. x 3.60 m. (varillas de peso)

- Brocas

- a) Tricono de 330 mm.
- b) Tricono de 450 mm.
- c) Trépano de 680 mm.

- Varilla activa de sección cuadrada de perforación (Kelly).
- Tubería de inyección de aire comprimido \varnothing 1.5".
- Tubería de descarga de agua \varnothing 4".

2.1.2 Equipos de Apoyo Logístico y de Diagráfias

- Unidad vehicular : Camioneta marca Chevrolet de 8 cilindros
- Camión tanque cisterna : Modelo JN-150, marca Río Amarillo de 6 cilindros.
- Camión volquete : Modelo QD-352, marca Río Amarillo de 6 cilindros.
- Camión grúa : Modelo TNQ-84, marca Río Amarillo de 6 cilindros.
- Microbús para registros: Modelo EQ-140, marca Shung, hay de 6 cilindros eléctricos

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



2.2.0 Perforación Exploratoria

Esta etapa se efectuó con el propósito de verificar y estudiar las características litológicas de las formaciones detectadas por el Sondaje Eléctrico Vertical Nº 29-B; para lo cual se realizó el muestreo y la diagrafía del pozo. A partir de estos resultados se formuló el diseño definitivo del pozo.

2.2.1 Exploración Mecánica

Con los equipos anteriormente descritos y empleando el método de rotación directa, se realizó la perforación con tricono de un ϕ de 330 mm., desde la superficie del suelo hasta la profundidad de 110 mt. Durante este proceso se recolectaron muestras del material -- perforado de la canaleta de descarga, con cuyos resultados se re-- constituyó la columna litológica del acuífero atravesado. (Fig. Nº 3)

La litología establecida muestra que el acuífero aprovechable está compuesto por arena gruesa a fina con presencia de finos estratos gravosos con arena.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



2.2.2 Perfilaje Eléctrico o Diagrafía

Generalidades

La investigación mediante el perfilaje eléctrico o diagrafía consiste esencialmente en el estudio de las variaciones de algunos parámetros físicos de las formaciones del subsuelo, mediante registros a lo largo de un agujero a pared desnuda, es decir sin revestimiento metálico (entubado).

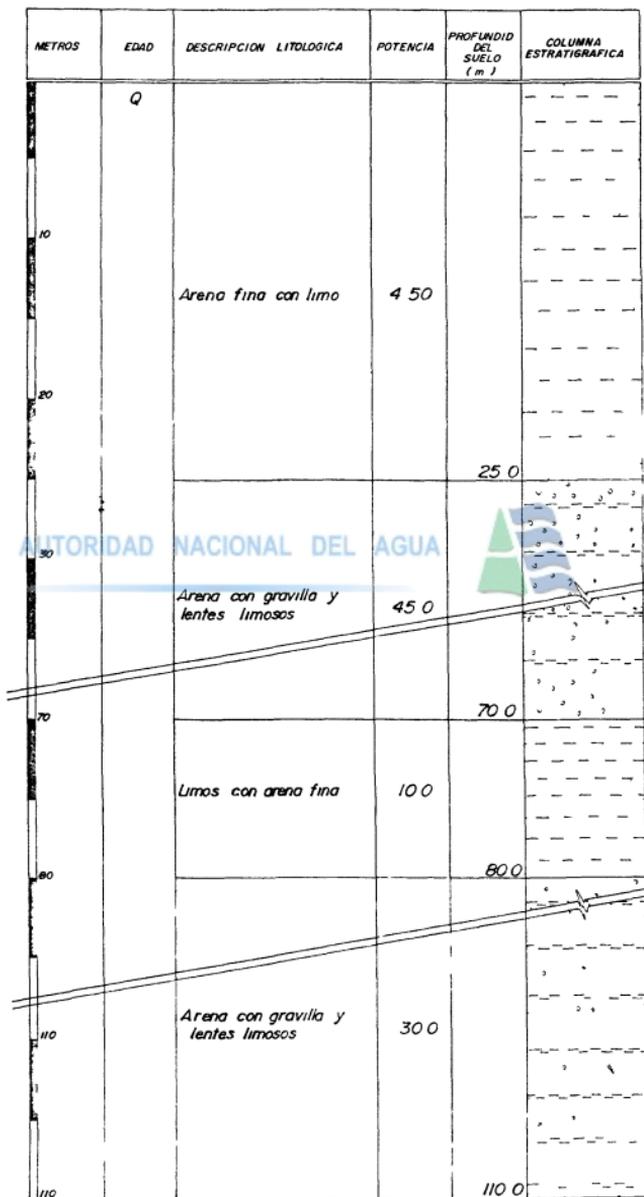
a) Equipo Utilizado

Para esta investigación se utilizó los equipos e instrumentos - geofísicos montados en un microbús modelo SJC-1 constituido por:

- Medidor electrónico automático ligero de pozo, modelo JDC-2.
- Cabrestante de registro de pozo, modelo CJ-6 y cable de registro de pozo (600 m.), modelo WJQEF - 0.35.
- Instrumento de registro de resistividad de lodo, modelo JNZ-1.

PERFIL LITOLOGICO
POZO IRHS N° 21/04/04-46

ESCALA VERTICAL 1 300



- Inclínómetro de pozo, modelo JJX-3.
- Multitester, megahomínómetro, osciloscopio, accesorios, etc.

c) Metodología

El perfilaje eléctrico o diagrafía consiste en establecer un dispositivo análogo al que se emplea en el método convencional de geofísica de superficie, para lo cual se introduce una sonda dentro del agujero, conteniendo uno o varios electrodos, que conjuntamente con el establecido en la superficie del terreno forman un circuito que mide el potencial creado entre dos de los electrodos, como consecuencia de inyectar en el terreno una intensidad de corriente.

Los potenciales establecidos accionan una pluma que dibuja en forma continúa las siguientes curvas :

- Resistividad de gradiente = st
- Resistividad de potencial = sv
- Potencial espontáneo = SP

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

La escala vertical de las curvas es 1 : 200.



c) Condiciones para la Determinación de las Curvas

. Medición de la Curva = st

- Disposición electrodos : A 2.25 M 0.5 N
- Voltaje de alimentación : 90 voltios
- Intensidad de la corriente: 38.85 mA
- Constante de voltaje : 2.5 mV/cm
- Escala horizontal : 10 m/cm

. Medición de la Curva = SP

- Escala horizontal : 2.5 mV/cm

d) Resultados y Conclusiones

. Mediante la ejecución del perfilaje eléctrico se logró obtener los registros de resistividad aparente de gradiente / el de potencial espontáneo, no se obtuvo el registro de resistividad aparente de potencial, debido a desperfectos instrumentales.

- El rango de medición comprendió desde los 16.80 a los 100 m. de profundidad, lográndose reconstruir e identificar a lo largo del perfil litológico las siguientes características :
- Desde las 16.80 a los 24.8 m. de profundidad se localiza sedimentos finos que van desde arena media, fina con presencia de limo.
 - Desde los 24.8 hasta los 48.8 m. de profundidad se identifican materiales conformados por arena gruesa y media con presencia de limo; su permeabilidad de baja a media es debido principalmente a la presencia de limos.
 - A partir de los 48.8 hasta los 60.8 m. de profundidad se identifican arenas media y fina con presencia de arena gruesa; horizonte con una permeabilidad de media a baja.
 - Entre los 66.8 y 71.6 m. se identifica una capa con resistividad comprendida entre 50 y 100 ohm-m. que es correspondiente a materiales de gravilla con arena gruesa, presentando una permeabilidad de media a alta.
 - Desde los 71.8 hasta los 85.1 m. se identifican sedimentos finos que van de arena fina a limo, presentando resistividades de 45 a 60 ohm-m. de permeabilidades bajas.
 - A partir de los 85.1 m. hasta alcanzar los 100 m., la máxima profundidad investigada, se identifican materiales de granulometría media a gruesa; presentando resistividades correspondientes a permeabilidades medias a bajas.
 - La calidad de las aguas presentes en cada uno de los horizontes acuíferos descritos es buena a media, para su correspondiente explotación.

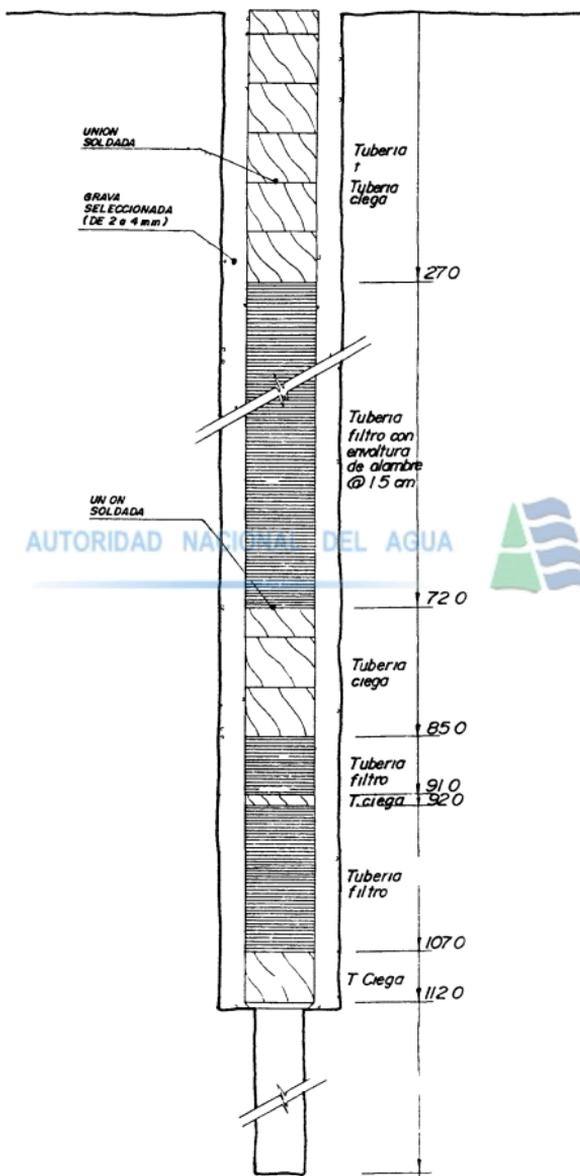
2.2.3 Diseño Definitivo del Pozo

Con los resultados de la investigación descrita anteriormente se formuló el Diseño Definitivo del Pozo. (Fig. Nº 5).

DISEÑO TECNICO DEFINITIVO

POZO IRHS N° 21/04/04 46

ESCALA VERT CAL 1 300



DIAGRAFIA DEL POZO N° 21/04/04 46 COMUNIDAD C IJILHAYA

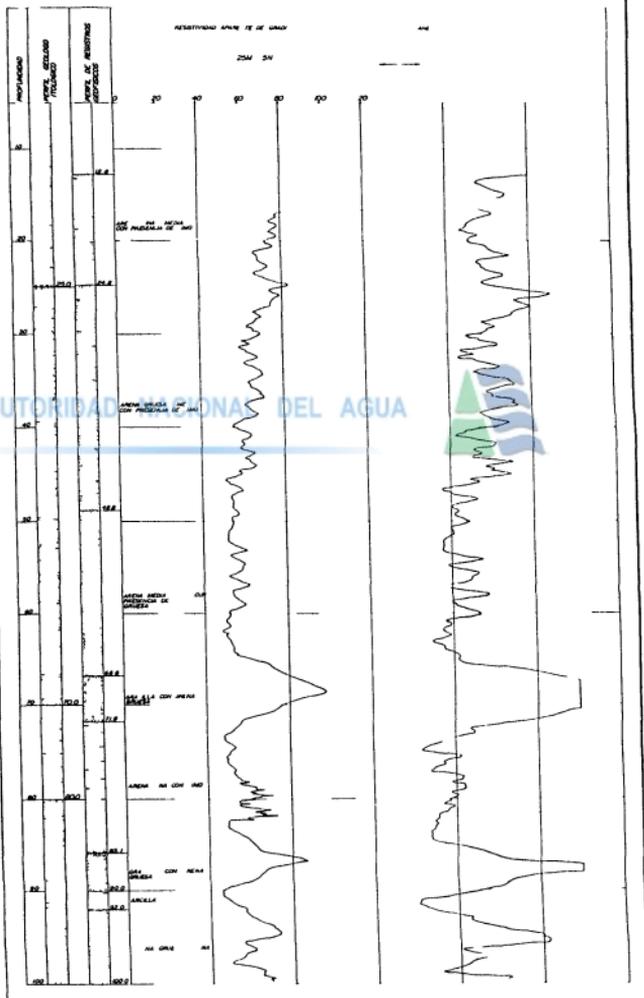
DEPARTAMENTO Puno
 PROVINCIA PUNO
 DISTRITO PUNO

NOMBRE DE POZO
 POZO DE RE AENC

CM 14
 CM 14

FECHA DE
 INICIO DE
 OBRAS 03 03 03
 LONGITUD DEL
 TUBO EN METROS 357
 DIAMETRO DEL
 TUBO EN CM 100

FECHA DE
 INICIO DE
 OBRAS 03 03 03
 LONGITUD DEL
 TUBO EN METROS 357
 DIAMETRO DEL
 TUBO EN CM 100



2.3.0 Perforación Definitiva

La construcción definitiva del pozo para su explotación, se efectuó en base al Diseño Definitivo del pozo hasta la profundidad de 112.0 m., para lo cual se procedió a ejecutar los siguientes trabajos :

2.3.1 Rimado del Pozo

Empleando tricono dentado y trépano de 6 aletas se procedió a rimar de 330 a 450 mm. y de 450 a 680 mm., hasta la profundidad de 112.5 m. Estos trabajos se realizaron sin mayores contratiempos, luego de tomarse las previsiones del caso.

2.3.2 Entubado Definitivo

Previamente a la instalación de la tubería ciega y a los filtros, se inició el cambio de lodo en forma gradual, para posteriormente efectuar el entubamiento definitivo de acuerdo al diseño establecido.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



a) Entubado Ciego

Los módulos de tubería ciega tienen las siguientes características : Acero A3 Normas Chinas, de 5 m. de longitud, diámetro 377 mm., espesor 8 mm., anillos de acoplamiento y costura helicoidal. En total se emplearon 50 m. de tubería ciega entre los niveles de 0.00 a 27.0 m. de 72.0 a 85.0, de 91.0 a 92.0 y de 107.0 a 112.0 m.

b) Filtros

Los módulos de filtros tienen las siguientes características : Acero A3 Normas Chinas, tipo agujereado, con envoltura de alambre con separación de 1.5 mm., diámetro 377 mm., espesor 8 mm., longitud 3.00 m.

En total se emplean 66.0 m de filtros entre los niveles - 27.0 m. y 72.0 m., 85.0 m. y 91.0 m., 92.0 m. y 107.0 m. - (Fig. Nº 5).

2.3.3 Conformación de Pre-Filtro de Grava Seleccionada

Previamente a la aplicación de la grava especificada en el Diseño Definitivo, se prosiguió con el cambio de lodo, hasta establecer un lodo de características apropiadas para la aplicación de la grava por gravedad.

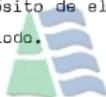
Cumplido este requisito se aplicó la grava de 2 a 4 mm. de forma reconocada, procedente de la cantera de Pilcuyo, Distrito de Ilave, Provincia de Chucuito y Departamento de Puno. En total se aplicaron 35 m³ de grava seleccionada.

2.4.0 Trabajos Preliminares

2.4.1 Lavado del Pozo

Luego de conformado el pre-filtro con grava seleccionada se realizó un lavado intensivo con el mismo equipo de perforación y utilizando agua limpia, con el propósito de eliminar el lodo en suspensión y destruir la torta de lodo.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



2.4.2 Desarrollo del Pozo

Se realizó por el método de inyección de aire comprimido proveniente de la compresora LGV 10/7 Nº 4, durante 55 horas, con intervalos de paralización para eliminar los sedimentos finos del acuífero que se encuentra en la zona de captación. El aire comprimido se aplicó con una presión constante de 5 kg/cm².

La tubería de aire se instaló a 85.0 m. y la tubería de retorno a 88.0 mt. habiéndose trabajado un total de 55 horas, tiempo que duró el desarrollo. Estos trabajos finalizaron cuando se observó en la descarga agua limpia sin contenido de arena ni otros sedimentos.

2.4.3 Aforo con Compresor de Aire

Concluidos los trabajos de desarrollo con aire comprimido se realizó un aforo empleando los mismos equipos de inyección de aire comprimido. Con el sistema denominado también AIR LIFT se establece un caudal de 10.0 l/s, con un A.D. de 20.10 m.

2.4.4 Verificación de la Verticalidad del Pozo

Por el método empleado en la construcción del pozo (Rotación) y por la profundidad alcanzada, la verticalidad del pozo no constituye un factor limitante para el entubamiento del mismo. En tal sentido, se ha podido verificar que la verticalidad del pozo se encuentra dentro de los límites permisibles.

3.0.0 BOMBEO DE PRUEBA

3.1.0 Objetivo

El bombeo de prueba a caudal variable tiene como objetivo básico establecer la curva de rendimiento del pozo con código - Nº 21/04/04-46 para determinar su caudal y nivel dinámico óptimo de explotación y a su vez para recomendar el equipo de bombeo concordante a su funcionamiento hidráulico óptimo.

3.2.0 Metodología

Se ha empleado el método de caudal variable o escalonado, en forma continua de menor a mayor caudal, por tratarse de un pozo nuevo.

3.3.0 Equipos Empleados

Se han empleado los siguientes equipos :

Bomba de Prueba

Modelo : 123D 230 x 07
Capacidad : 230 m3/hora
Potencia : 75 Kwatts
Fabricación : República Popular China

Motor de Prueba

Modelo : 4135 AN
Tipo : Diesel
Potencia : 90 HP
Fabricación : República Popular China

Otros equipos : Vertedero triangular, cuba para medición de

caudal, sondas eléctricas y de profundidad, cronómetro, tacómetro, etc.

3.4.0 Desarrollo de la Prueba

La prueba de rendimiento se efectuó en tres (03) regímenes diferentes con caudales que varían entre 8.0 y 33.0 litros por segundo.

Siguiendo las especificaciones técnicas establecidas se obtuvieron los tres estados de régimen permanente o casi permanente. En el cuadro Nº 1 se aprecian los resultados obtenidos.

3.5.0 Curva de Rendimiento del Pozo

Con los pares de valores (Q, N.D.), para los estados de régimen permanente o casi permanente de los 03 regímenes de bombeo ensayados, se ha establecido la Curva de Rendimiento del pozo; tal como se puede apreciar en la Fig. Nº 7.

A partir de esta curva se ha determinado el caudal óptimo explotable del pozo, el cual es de 33.0 litros por segundo con un nivel dinámico de 32.4 mts.

4.0.0 Recomendaciones para el equipamiento del pozo

Para el equipamiento adecuado del pozo, se recomienda tener en cuenta, la siguiente información básica :

Tipo Pozo	: Tubular
Profundidad	: 112.0 m.
Diámetro del entubado:	377 mm
Tipo de filtro	: Agujereado con envoltura de alambre
Ubicación de filtros:	De 27.0 a 72.0 m. de 85.0 a 91.0 m., y de 92.0 a 107.0 m.
Caudal Optimo	: 33.0 litros por segundo, (118.8 m ³ /hora)
Nivel estático	: 18.71 m.
Nivel dinámico óptimo	: 32.40 m.

Altura dinámica total de bombeo
(Mínimo) : 37.4 metros
Fluido a bombear : Agua limpia

El equipo de bombeo fue instalado tal como se aprecia en la figura 6.

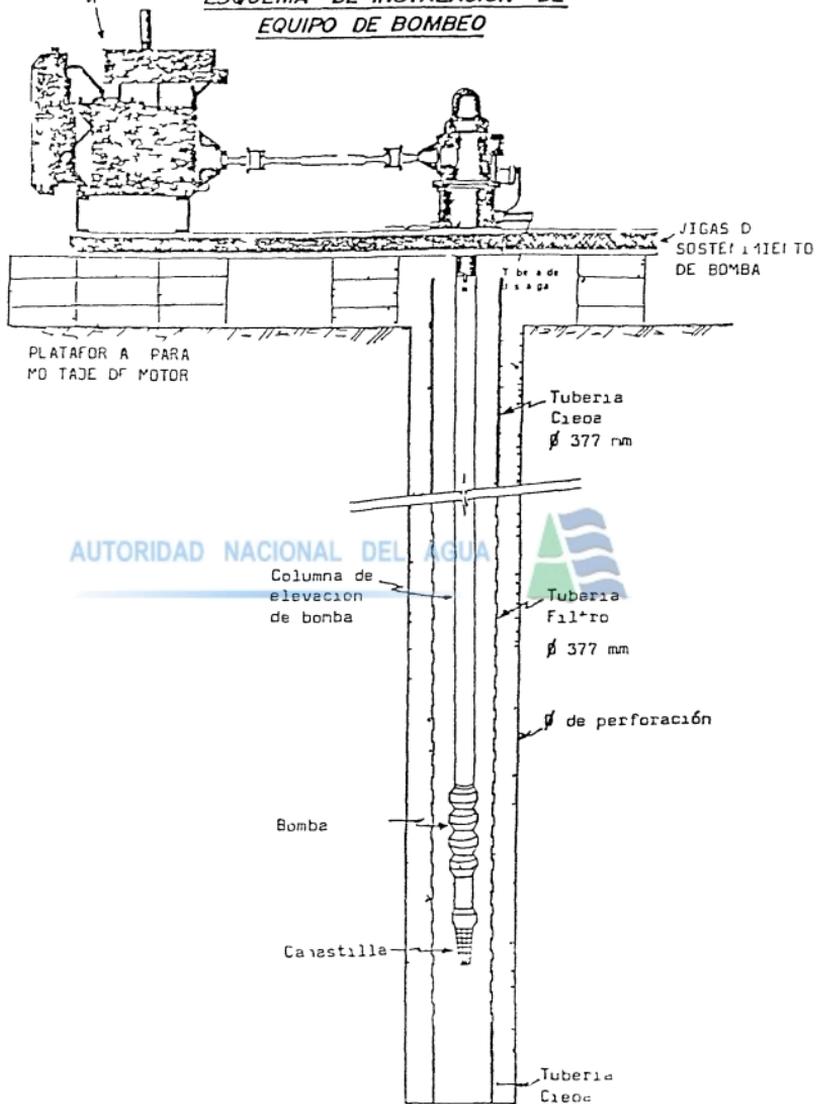
Durante el bombeo de prueba se tomaron muestras de agua que fueron analizadas en el laboratorio y cuyos resultados se muestran en el cuadro Nº 2.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



MOTOR ESTACION A 10
DÍAS L

ESQUEMA DE INSTALACION DE EQUIPO DE BOMBEO



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Columna de elevación de bomba



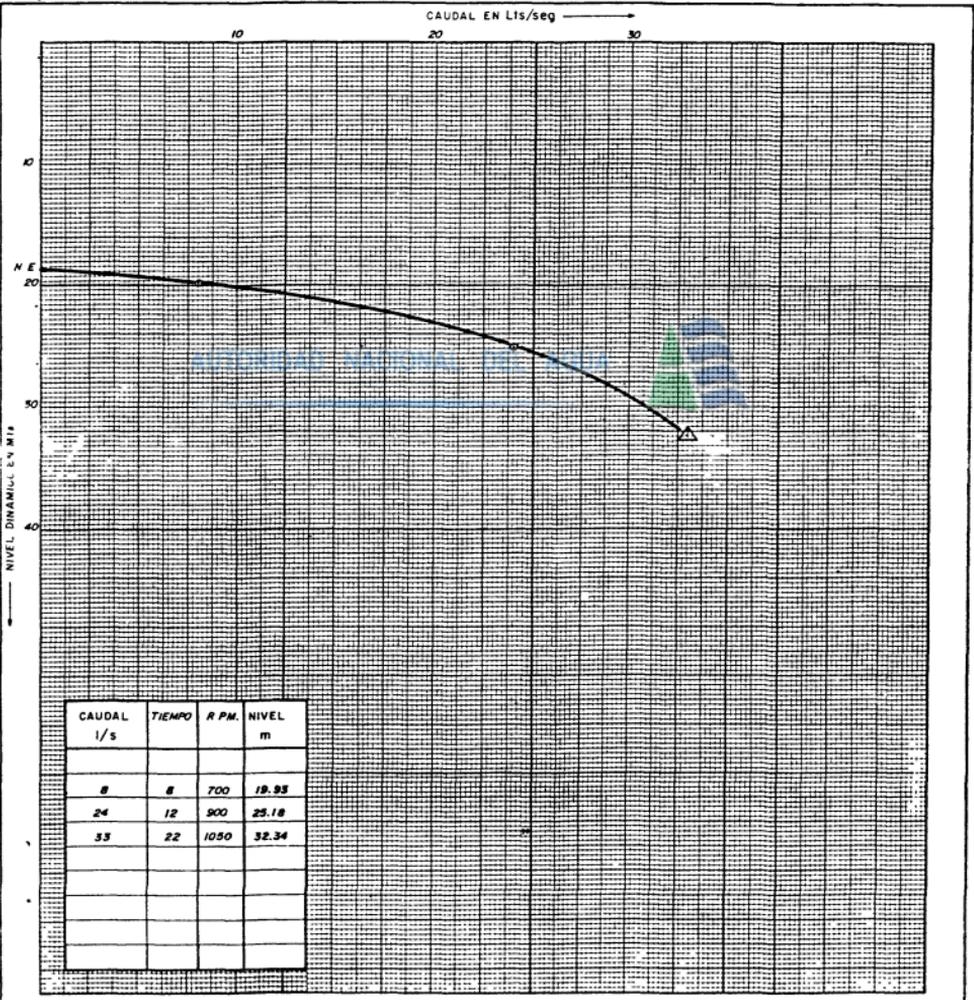
PRUEBA DE RENDIMIENTO

DEPARTAMENTO Puno
 PROVINCIA Chucurto
 DISTRITO Ilave
 NOMBRE DEL POZO C.C. Chijichaya
 Curva Establecida Por Ing. M. Moreno M.
 Interpretada Por Ing. M. Moreno M.

CLAVE DE UBICACION

21	04	04	46
----	----	----	----

 Fecha de la Prueba de Rendimiento 20-10-89
 Altura P.R./Suelo en m 0 21
 Profundidad del Agua al inicio en m 18 71
 Espesor del Acuífero Atravesado en m 86.29
 Caudal Recomendable en l/s 33 Nivel Dinámico en m 32 40



$$\frac{r^2 + r'^2}{r^2}$$

PRUEBA DE AGUifero
Descenso y recuperación del nivel de
de agua en el pozo
IRFIS Nº 017/04/04 - 96
C.O. de Chillan
(Interpretación Thier-Jodon)
2 - 10 - 99

$Ce = 0.5 m$

$Ce = 0.5 m$

TRANSMISIVIDAD
 $T = 0.183 D$
 $Q = 23.46 = 205.2 m^3/seg$
 $Ce = 0.5 m$
 $Cr = 0.5 m$
 $T = 0.669 E m^2/mg$
 $T = 1040.0 m^2/dia$

PERMEABILIDAD
 $K = 14H$
 $H = 106.76$
 $K = 0.5 m/dia$
 $K = 51.36 m/dia$

seg



CUADRO N° 1

RESULTADOS DE LA PRUEBA A CAUDAL VARIABLE

POZO N° / / -
21 04 04 - 045

C.C. DE CHICHAYA

REGIMEN DE BOMBEO	N E (m)	Q (l/s)	N D (m)	Δn (ND-NE)	Q/ Δh (l/s/m)	CONTENIDO DE ARENA	RPM
	18.50						
1		8.0	19.93	1.43	5.59	sin	720
2		24.0	25.18	6.68	3.53	sin	900
3		33.0	3.18	17.68	1.83	sin	1,100

CUADRO N° 2

ANALISIS FISICO - QUIMICO DE AGUA

POZO N° / / -
04 / 4 043

C E a 25°C mm hos/cm	pH	CATIONES (meq/l)					ANIONES (meq/l)				SAR	CLASIFICACION PARA RIEGO		
		Ca	Mg	Na	K	SUMA	HCO ₃	SO ₄	Cl	SUMA				
0.235	7.73	3.7	.10	0.03	0.2	.	0.1	3.15	0.0	0.33	2.73	0.73	0.34	CS ₁



07905

2006

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

