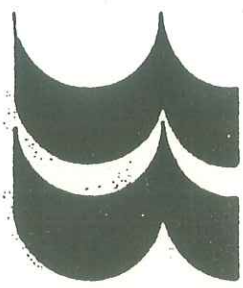
Centro de Investigaciones Hidrológicas Ezeiza

HIDROLOGIA
DEL
AREA DE DEPOSICION DE RESIDUOS RADIACTIVOS
DEL
CENTRO ATOMICO EZEIZA



INCYTH
INSTITUTO NACIONAL
DE CIENCIA Y TECNICA HIDRICAS

MINISTERIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS
SECRETARIA DE ESTADO DE RECURSOS HIDRICOS
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNICA HIDRICAS

HIDROLOGIA DEL AREA DE DEPOSICION DE RESIDUOS RADIACTIVOS DEL CENTRO ATOMICO EZEIZA

Hugo BITESNIK

INCYTH
CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDROLOGICAS EZEIZA
UNIDAD HIDROMETEOROLOGIA
Ezeiza, 1987

INTRODUCCION

La Comision Nacional de Energia Atomica le ha encomendado al Instituto Nacional de Ciencia y Tecnica Hidsricas la reali-- zacion de un estudio hidrogeologico de la capa freatica en los alrededores del Area de Deposicion de Residuos Radiacti- vos del Centro Atomico Ezeiza.

La investigacion llevada a cabo permitio determinar la morfo- logia de la superficie freatica, la direccion, sentido y ve-- locidad del escurrimiento subterraneo y los parametros hidro- dinamicos de los acuiferos libre y semi-confinado.

Estas determinaciones tuvieron como objetivo precisar el mo-- vimiento de los radionucleidos que se inyectan en las trinche ras, utilizadas como via de eliminacion de los mismos.

El convenio tuvo una duracion de dos anos, habiendose cumpli- mentado todas las investigaciones previstas en el mismo.

4. Seccion litologica transversal del lugar del ensayo por bombeo
5. Correlacion de perfilajes
6. Morfologia de la capa freatica
7. Perfiles de depresion de la capa freatica
8. Evolucion de los niveles freaticos a la altura de las trincheras
9. Sentido general del escurrimiento subterraneo

CUADROS

1. Columna hidrogeologica tipo
2. Caracteristicas de los pozos del campo de bombeo
3. Caracteristicas hidraulicas del acuifero libre
4. Caracteristicas hidraulicas del acuifero semi-confinado

TABLAS

1. Ubicacion planialtimetrica de freatimetros
2. Descenso del nivel freatico al cabo de un dia de bombeo en el acuifero semi-confinado

ANEXOS

* Datos de los descensos de la capa de agua en los ensayos por bombeo
** Analisis de los datos de los ensayos por bombeo (Curvas depresion versus tiempo)
*** Resumen de los datos de los ensayos por bombeo

PARTICIPARON EN LA EJCUCION DE ESTE ESTUDIO:

Norberto G. BUCICH, tratamiento de datos por computacion e interpretacion de ensayos por bombeo.
Adolfo E. FERNANDEZ, ejecucion e interpretacion de ensayos por bombeo.
Enrique A. CARLOTTO, censo hidrogeologico y ensayos por bombeo.
Oscar A. CORIALE, supervision de las perforaciones del campo de bombeo.
Horacio C. HURTADO, perfilaje electrico.
Adrian N. WERNER, perfilaje electrico.
Guillermo FRIGERIO, censo hidrogeologico.
Graciela S. FELICI, censo hidrogeologico.
Fernando PEREZ AYALA, nivelacion y vinculacion de la red freatimetrica.
Fernando M. DIAZ, enfoque metodologico y diagnostico hidrogeologico.
Jose F. CONFORTI, nivelacion.
Gilda MERCADO, censo hidrogeologico.
Carlos IGLESIAS, censo hidrogeologico.
C.N.E.A., ejecucion de las perforaciones del campo de bombeo.

INDICE

INTRODUCCION

1. UBICACION DEL AREA ESTUDIADA

2. TRABAJOS PREVIOS

3. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL SUBSUELO
   3.1 Basamento cristalino
   3.2 Formacion Olivos o "Rojo"
   3.3 Formacion Parana o "Verde"
   3.4 Arenas Puelches
   3.5 Pre-Ensenadense o Pampeano inferior
   3.6 Ensenadense o Pampeano medio
   3.7 Bonaerense o Pampeano superior
   3.8 Lujanense
   3.9 Aimarense

4. HIDROGEOLOGIA
   4.1 Seccion Epipuelche
   4.2 Seccion Puelche
   4.3 Seccion Hipopuelche

5. DETERMINACION DE PARAMETROS HIDRODINAMICOS
   5.1 Objetivo de los ensayos por bombeo
   5.2 Estudios preliminares
   5.3 Eleccion del sitio del ensayo
   5.4 Calculo teorico de los descensos
   5.5 Diseno y construccion del campo de bombeo
   5.6 Diagrafias

6. ANALISIS DE LOS DATOS DE LOS ENSAYOS POR BOMBEO
   6.1 Acuifero libre
   6.2 Acuifero semi-confinado

7. DINAMICA DEL AGUA SUBTERRANEA
   7.1 Morfologia de la capa freatica
   7.2 Calculo de la velocidad efectiva

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9. BIBLIOGRAFIA

FIGURAS

1. Croquis de ubicacion
2. Distribucion de los freatimetros
3. Ubicacion de las perforaciones del campo de bombeo

1. UBICACION DEL AREA ESTUDIADA

El Area de Residuos Radiactivos se encuentra ubicada en el Partido de Esteban Echeverria, dentro del predio que ocupa la Comision Nacional de Energia Atomica en la localidad de Ezeiza, Pcia. de Buenos Aires.

La superficie de este sector de forma triangular -destinado a la deposicion de residuos radiactivos liquidos de actividad intermedia- es de 0.2 Km2.

Se trata de una zona deprimida perteneciente a la antigua llanura aluvial del Rio Matanza. con cotas variables entre 12 m y 5 m s.n.m.

El Arroyo Aguirre, afluente del Rio Matanza, la enmarca naturalmente por el Oeste, siendo sus otros limites, sendos callejones y prolongaciones de terrenos densamente forestados. Fig. 1. Croquis de Ubicacion.

2. TRABAJOS PREVIOS

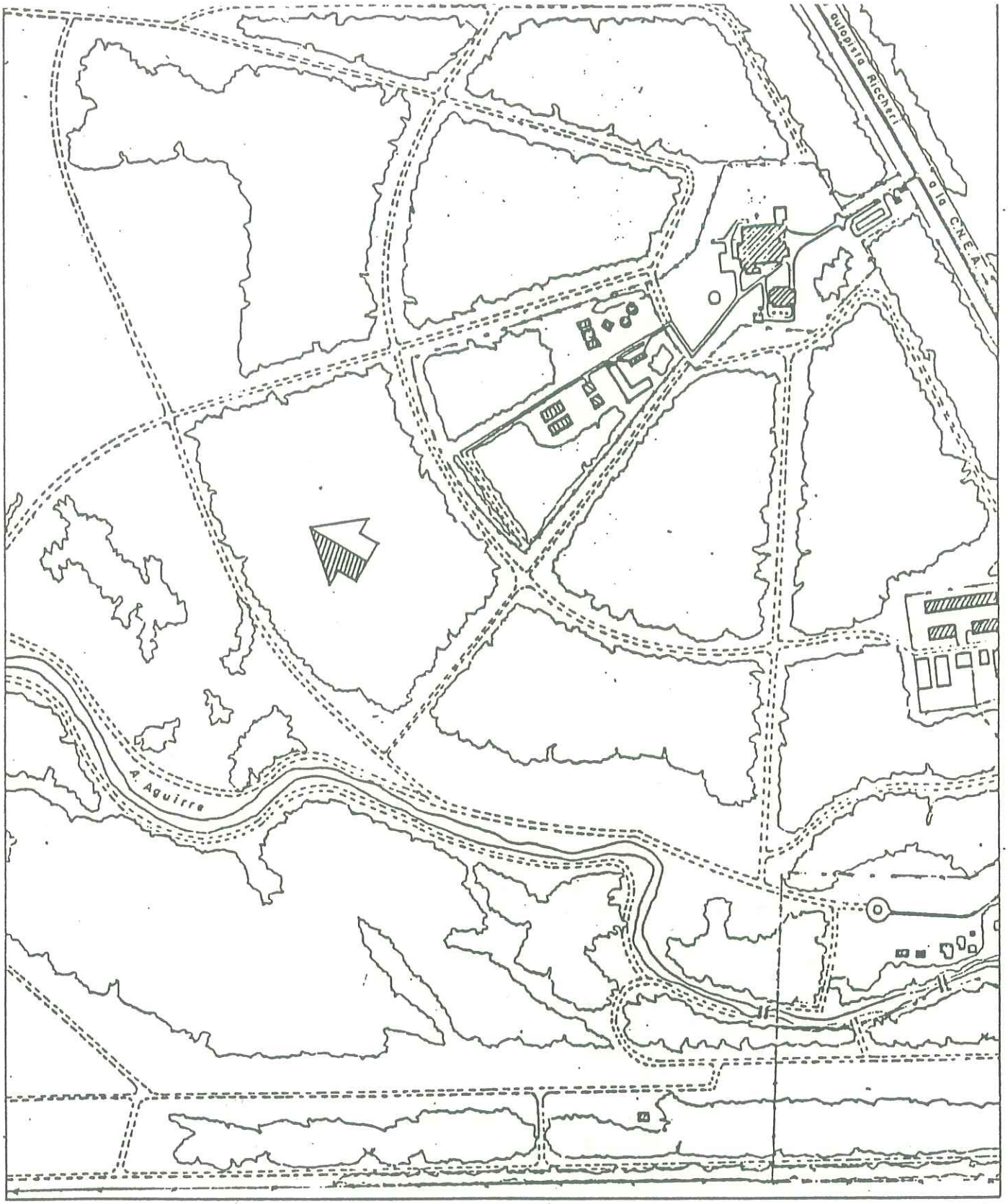
Al iniciarse las investigaciones se constato la existencia de una red de monitoreo que databa de cierta antiguedad y cuyo funcionamiento era dudoso.

Los trabajos y pruebas de funcionamiento han permitido la recuperacion de 53.freatimetros, de los cuales, 25 se encuentran distribuidos alrededodr de las trincheras de inyeccion y 28 a lo largo de los callejones que desembocan en el Arroyo Aguirre y en el primer callejon transversal. Fig. 2. Distribucion de los freatimetros.

Tambien se instalo un aparato de registro continuo en un pozo de 100 mm de diametro, construido aguas abajo de las trincheras de inyeccion.

La red, debidamente identificada y acondicionada, se vinculo con relacion a un par de ejes de coordenadas. Las bocas de los freatimetros se acotaron con referencia al cero del I.G. M. Tabla 1. Ubicacion planialtimetrica de freatimetros.

Asimismo se instalaron dos escalas hidrometricas en la interseccion de la proyeccion de los callejones laterales con el Arroyo Aguirre.



ESCALA GRAFICA

0 500 m.

FIG. 1 - CROQUIS DE UBICACION

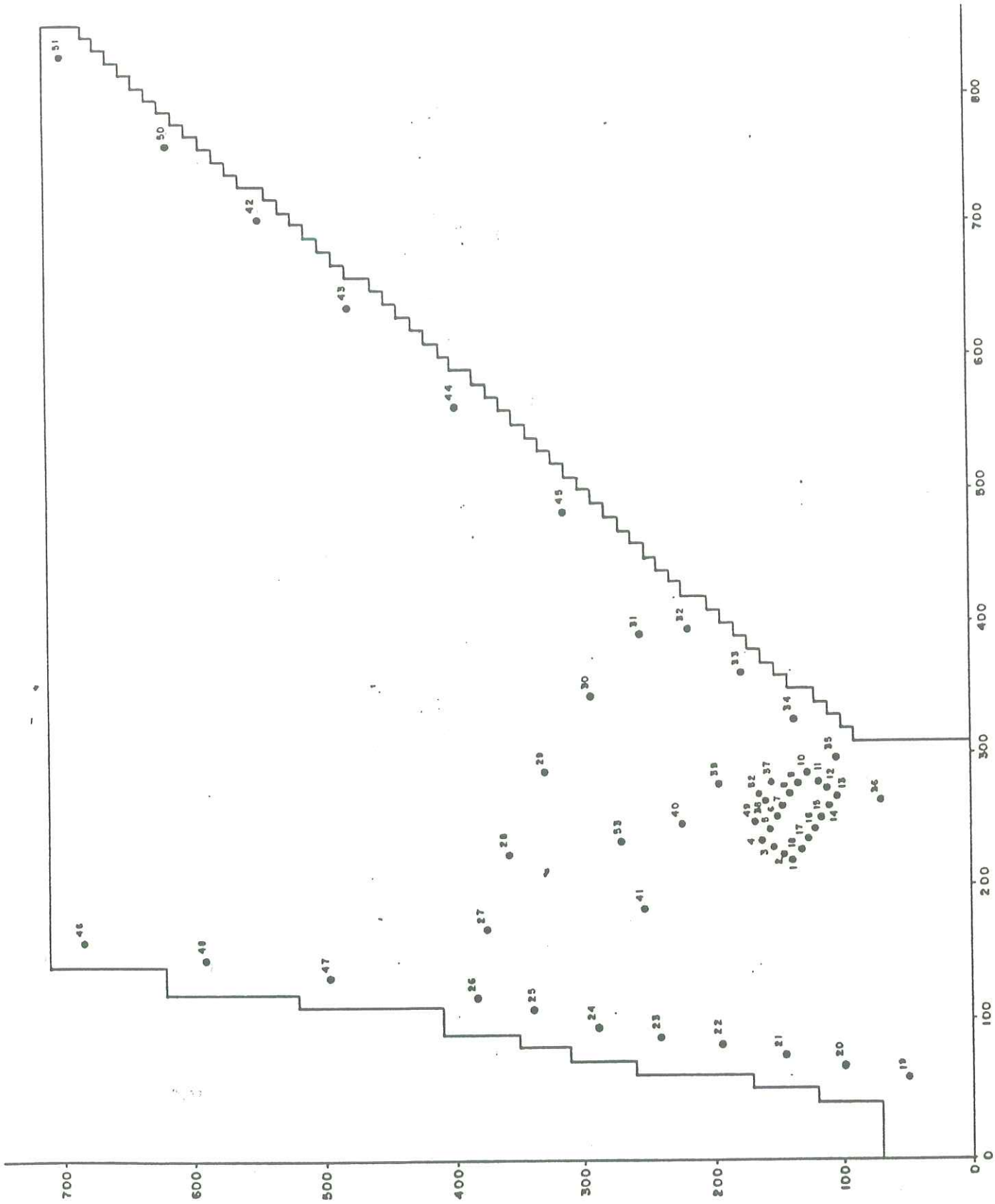


FIG. 2 - DISTRIBUCION DE LOS FREATIMETROS

Tabla 1. UBICACION PLANIALTIMETRICA DE FREATIMETROS

N* de freat.	Cota	Coord. X	Coord. Y
1	10.60	220.0	137.0
2	9.91	224.0	144.0
3	9.72	230.0	153.0
4	9.22	234.0	161.0
5	9.84	243.0	156.0
6	9.57	253.0	150.0
7	9.88	261.0	145.0
8	9.65	270.0	139.0
9	9.58	278.0	133.0
10	9.56	286.5	127.5
11	10.01	279.0	118.0
12	10.15	274.0	111.0
13	9.93	268.0	103.5
14	9.91	261.0	109.0
15	9.92	252.5	115.0
16	9.92	244.0	121.0
17	9.95	235.0	127.0
18	10.10	228.0	132.0
19	11.36	59.0	48.0
20	10.13	67.0	98.0
21	9.80	75.0	145.0
22	9.22	82.0	194.0
23	8.62	89.0	241.0
24	8.27	96.0	289.0
25	7.78	109.0	338.0
26	7.18	116.0	381.0
27	7.44	167.0	373.0
28	7.40	225.0	357.0
29	7.48	287.0	329.0
30	7.64	345.0	290.0
31	7.78	393.0	252.0
32	8.12	397.0	215.0
33	8.48	363.0	175.0
34	9.07	327.0	137.0
35	9.44	297.0	103.0
36	9.98	265.0	69.0
37	9.19	279.0	155.5
38	8.92	265.0	159.0
39	8.58	277.0	195.0
40	8.58	247.0	223.0
41	8.46	183.0	252.0
42	6.74	705.0	546.0
43	7.06	638.0	478.0
44	7.75	563.0	395.0
45	7.63	484.0	311.0
46	6.26	160.0	683.0
47	6.90	132.0	497.0
48	6.47	146.0	590.0
49	8.89	249.0	167.0
50	6.98	774.0	615.0
51	6.56	836.0	697.0
52	9.11	272.0	163.0
53	7.98	233.0	270.0
Escala A	3.71	160.0	736.0
Escala B	3.61	875.0	791.0

Las cotas estan referidas al 0 del I.G.M., y corresponden al punto de referencia P.R., del pozo.
Las coordenadas fueron calculadas con la Planimetria C.A.E. G 926

3. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL SUBSUELO

Las Formaciones geologicas que configuran la columna estratigrafica de la region son ocho; se describen en orden decreciente segun su edad y tomando la cota cero del I.G.M. como referencia para los pases formacionales.

3.1 Basamento Cristalino

Configura la base impermeable del complejo sedimentario. Esta compuesto por rocas igneas y metamorficas (granitos, gneisses, migmatitas, etc.) que se prolongan por debajo de -400 metros.

3.2 Formacion Olivos o "Rojo"

Se trata de un conjunto de sedimentos integrados por arcillas y areniscas de color rosado a rojizo, ricas en yeso y carbonato de calcio. La potencia es del orden de los 250 m.

El ambiente de deposito es continental, en gran parte lacustre, con un probable cambio a marino de aguas poco profundas hacia el Este.

La edad de esta Formacion ha sido determinada como Miocena Inferior, quiza hasta Oligocena Superior en el sector continental de la cuenca, siendo algo mas antigua en facies transicional a marina en el borde externo.

3.3 Formacion Parana o "Verde"

La Formacion Parana, el denominado Mioceno Verde o simplemente el "Verde", se superpone discordantemente sobre la Formacion Olivos; esta integrada por areniscas y arcillas de color gris-azulado y verdosas.

Los niveles inferiores presentan abundantes fosiles marinos. En la zona comienza con una secuencia psamitica que abarca desde -160 m a -80 m, desde donde se continua hasta -50 m, aproximadamente, con arcillas azuladas que en otras perforaciones presentan tonalidades verdosas, siendo de suma importancia desde el punto de vista hidrogeologico pues actuan como techo confinante de las capas acuiferas situadas en esta Formacion.

El ambiente de deposito ha sido marino, dentro de limites neriticos. La edad esta reconocida como Miocena Media a Superior.

3.4 Arenas Puelches

Se trata de una sucesion de arenas francas, color pardo amarillentas, curzosas, de grano fino a mediano y abundantes la minillas de mica, ubicadas entre la Formacion Parana o "Verde" y la Formacion Pampeano. La edad es Miocena Superior hasta Pliocena y quizas Pleistocena.

El tamano de grano aumenta en profundidad, llegando en algunos casos a fracciones gruesas con gravas en la porcion basal de la secuencia. El espesor promedio es de 20 m.

Los sedimentos depositados por encima de esta Formacion se agrupan en dos unidades llamadas tradicionalmente Formacion Pampeano o Pampa y Formacion Post-Pampeano.

3.5 Pre-Ensenadense o Pampeano Inferior

Esta constituido por arcilla poco arenosa, parda clara a ligeramente verdosa. El espesor regional varia entre 8 m y 18 metros.

3.6 Ensenadense o Pampeano Medio

Esta constituido por un espeso horizonte de limos loessoides de color pardo con tintes amarillentos grisaceos, rojizos y a veces verdosos. Su base suele presentarse estratificada en capas lenticulares e imbricadas, arenosas, arcillosas o conglomeradicas.

Hacia arriba pierde todo vestigio de estratificacion y se compone de un limo mas o menos conglomeradico, cuyos elementos psefiticos son fragmentos de toscas loessoides, a veces calcariferas.

La potencia es del orden de los 14 metros.

3.7 Bonaerense o Pampeano Superior

Es una continuacion del Ensenadense como una facies eminentemente loessica. El espesor varia entre 8 m y 15 m y forma la

parte mas caracteristica del subsuelo, extendiendose como un manto uniforme por toda la region pampeana argentina.

El tamano del grano es fino y homogeneo; la masa es porosa y esta recorrida por innumerables canaliculos que le confieren, a veces, elevada permeabilidad secundaria.

No presenta estratificacion alguna, pero si existen abundantes nodulos de tosca en munecos, llegando en elgunos sectores a mantos continuos.

3.8 Lujanense

Constituye la base del Post-Pampeano. Los sedimentos correspondientes a este piso ocupan el fondo de los cauces excavados profundamente en el espesor del Bonaerense y Ensenadense, tales como el Arroyo Aguirre y el Rio Matanza.

La expresion mas difundida en la zona corresponde al cauce del Rio Matanza, donde los depositos estan formados por limos loessoides de color verde grisaceo.

El espesor oscila entre dos y tres metros y se extienden por debajo de la cota de 5 metros.

La posicion estratigrafica es post-bonaerense y el ambiente de depositacion es lacustre, palustre o fluvial.

3.9 Aimarense

La secuencia se completa con la porcion edafica actual con caracteres de chernosiom, de la que algunos autores separan la capa humifera superior con la denominacion de Arianense.

4. HIDROGEOLOGIA

Siguiendo el criterio adoptado por otros autores para el N.E de la provincia de Buenos Aires, en la zona existiria un sistema acuifero multiunitario integrado por tres sub-unidades interrelacionadas, denominadas Epipuelche, Puelche e Hipopuelche, apoyadas sobre el Basamento impermeable. Cuadro 1. Columna hidrogeologica tipo.

En estas unidades hidrogeologicas se alojan complejos sedi//

CUADRO 1. COLUMNA HIDROGEOLOGICA TIPO

CRONO-ESTRATIGRAFIA				HIDROGEOLOGIA		
ERA	PERIODO	EPOCA	U.GEOLOGICAS	SECCION	COLUMNA	COMP.HIDRAULICO
CENOZOICO	CUARTARIO	HOLOCENO	POST-PAMP	EPI-PUELCHE	~~~~~~~~	ACUIFERO LIBRE
					////////	ACUITARDO
		PLEISTOCENO	PAMPEANO		~~~~~~~~	1*ACUIF.S-CONFIN
					////////	ACUITARDO
		-30				
	TERCIARIO	PLIOCENO	FM PUELCHE/ PUELCHENSE	PUELCHE	~~~~~~~~	2* ACUIFERO SEMI-CONFINADO
		-50				
		MIOCENO SUP	FM PARANA/ "VERDE"	HIPO-PUELCHE	~~~~~~~~	ACUICLUDO 3* ACUIFERO CONFINADO
		-80			////////	ACUICLUDOS Y ACUITARDOS
		-160			~~~~~~~~	4* ACUIFERO CONFINADO
		MIOCENO INFERIOR	FM OLIVOS/ "ROJO"		////////	? ?
		-400			~~~~~~~~	5* ACUIFERO CONFINADO
PRE-C			BASAMENTO CRISTALINO	BASAMENTO IMPERMEAB	++++++++	ACUIFUGO

//mentarios permeables (acuiferos) complejos poco permeables (acuitardos) y sedimentos impermeables (acuicludos).

4.1 Seccion Epipuelche

Constituye la porcion superior de la columna. Esta conformada por sedimentos atribuidos al Pampeano y Post-Pampeano.

Desde el punto de vista hidrogeologico se diferencian dos acuiferos; uno, de naturaleza libre o freatico y de espesor variable, como respuesta a los periodos lluviosos o secos y otro de caracter semi-confinado, ubicado en la base del Pampeano.

En el campo de bombeo, al primer acuifero se lo ha detectado entre los 3 m y 8 m de profundidad, estando la fraccion mas gruesa representada entre los 5 m y 7 m de profundidad.

El techo del acuifero ha variado a lo largo de los dos anos de mediciones en la red freatimetrica, ubicandose en algunas ocasiones a pocos centimetros del nivel del suelo.

El segundo nivel acuifero se ubica desde los 14.5 m hasta los 18 m y aun un poco mas, en la perforacion B 54.

La granometria media corresponde a un limo grueso, es decir, particulas variables entre 0.06 mm y 0.03 mm de diametro. Se trata de un acuifero ubicado entre dos acuitardos.

El material limo-arcilloso ubicado entre 8 m y 14.5 m le confiere caracteristicas de semi-confinamiento, con presion moderada que no supera el limite de la capa freatica.

El piso, que se prolonga por debajo de los 21 m hasta las Arenas Puelches, es de naturaleza limo-arcillosa.

4.2 Seccion Puelche

En nuestro estudio se identifica con el segundo acuifero semi-confinado correspondiente a la Formacion Arenas Puelches o Puelchense, de gran extension regional en el N.E. de la provincia de Buenos Aires, Sur de Cordoba y Santa Fe.

Esta capa adquiere singular importancia porque constituye la base de la circulacion vertical descendente al estar asentada sobre un potente banco de arcillas verdes-azuladas correspondientes al mar paraniano, que se comportan como acuicludo. Por el contrario, la existencia de una capa semi-permeable en la base del Epipuelche que se comporta como acuitardo, permite la conexion hidraulica con los acuiferos superiores.

En el campo de bombeo la cota del techo del acuifero se ubica a -18 m (cota referida al cero del I.G.M.) y a unos 25 m de profundidad, contados desde el nivel del terreno.

Las pruebas de bombeo efectuadas en esta Seccion arrojan los siguientes valores mas frecuentes: Permeabilidad k, entre 20 m/dia y 60 m/dia; Transmisividad T, entre 500 m2/dia y 700 m2/dia y Coeficiente de Almacenamiento S, 10-3 a 10-4.

4.3 Seccion Hipopuelche

No se posee abundante informacion acerca de esta sub-unidad debido a que su explotacion se halla muy restringida como con secuencia de su salinidad.

La explotacion mas generalizada es con fines recreativos (piletas, balnearios, etc.) y en menor escala para consumo industrial (refrigeracion).

Basado en perfiles de perforaciones dentro del ambito de estudio, se pudo constatar la presencia de varios niveles productivos dentro del "Verde". El primero de estos se ubicaria a partir de cota -70 m, separado de la Seccion Puelche por un espeso manto de arcilla de unos 25 m de espesor y con caracteristicas de acuicludo.

Los niveles piezometricos alcanzan y pueden superar los de la Seccion Puelche.

Quimicamente se trata de aguas muy salinizadas, con residuo seco variable entre 3.000 y 15.000 p.p.m.

5. DETERMINACION DE PARAMETROS HIDRODINAMICOS

5.1 Objetivo de los Ensayos por Bombeo

El objetivo de los ensayos es determinar las caracteristicas hidraulicas de acuiferos o de capas que transportan agua.

El principio del ensayo es bastante simple.De un pozo que tiene una zona ranurada enfrentada con el acuifero a estudiar, se bombeo agua durante un cierto tiempo y un cierto caudal. En el pozo bombeado y en elgunos piezometros situados en las cercanias, se midio el efecto que el bombeo produjo sobre el nivel del agua.

Sustituyendo en una formula apropiada los valores de los descensos del nivel del agua en los piezometros, las distancias de estos al pozo y la descarga del bombeo, se obtuvieron las caracteristicas hidraulicas del acuifero.

5.2 Estudios preliminares

Las caracteristicas hidrogeologicas de la region enunciadas en el Capitulo 4. HIDROGEOLOGIA, indican que se requiere conocer correctamente, al menos, los parametros hidraulicos de dos de los tres acuiferos que integran este sistema multiunitario.

Previamente a la ejecucion del ensayo de acuiferos se reunio la informacion necesaria sobre las condiciones geologicas e hidrogeologicas subsuperficiales del sitio elegido.

Las caracteristicas referidas a las principales propiedades de los acuiferos y sus capas intermedias -acuitardos- como por ejemplo, el espesor, el caracter litologico y la granometria, se describen en los paragrafos siguientes.

5.3 Eleccion del lugar del ensayo

Para la seleccion del lugar del ensayo se tuvieron en cuenta las caracteristicas que presenta la zona de investigacion.

En principio debia estar lo suficientemente alejado de las trincheras de inyeccion de liquidos, con el objeto de que los gradientes artificiales producidos durante el bombeo, no aceleren la migracion de radionucleidos.

Ademas, las condiciones hidrogeologicas del lugar no deben, en lo posible, presentar cambios en cortas distancias y ser representativas del area bajo estudio.

Atendiendo a estos motivos y a la posibilidad de que los hombres y los equipos puedan acceder facilmente, se decidio como sitio del ensayo la interseccion del callejon derecho (mirando en direccion al Arroyo Aguirre) de rumbo E-O con su similar de rumbo S-N. Fig. 3 Ubicacion de las perforaciones del campo de bombeo.

5.4 Calculo teorico de los descensos

Previamente a la construccion de los piezometros y con el objeto de optimizar la distribucion de los mismos, se efectuaron simulaciones de abatimientos en sendos acuiferos -libre y semi-confinado- utlizando caudales variables entre 1.8 m3/h,

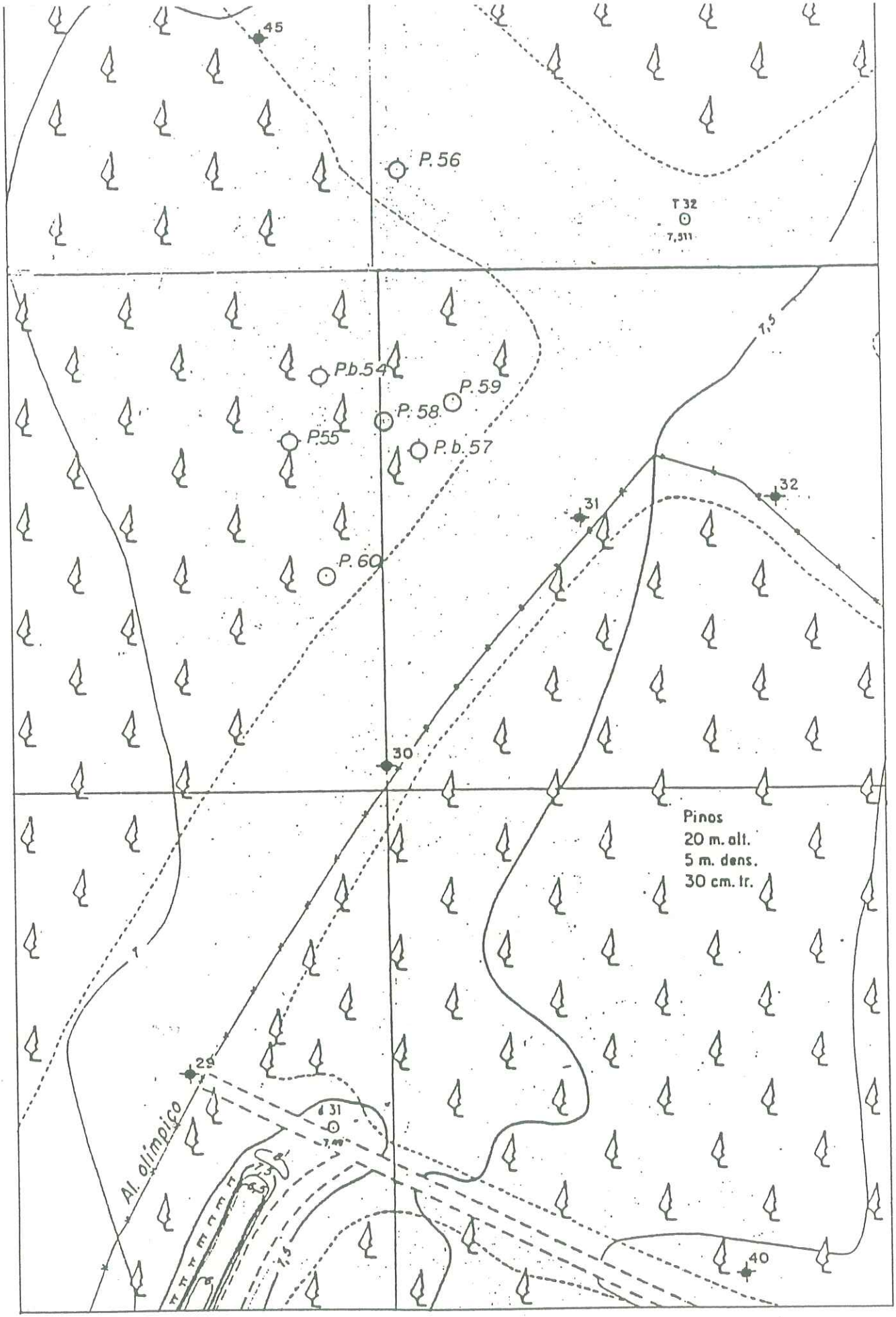


FIG. 3 - UBICACION DE LAS PERFORACIONES DEL CAMPO DE BOMBEO

3 m3/h y 5 m3/h; valores de Transmisividad T, de 1 m2/dia, 3 m2/dia, 5 m2/dia y 10. m2/dia y Coeficiente de Almacenamiento S, de 1.10-1, 1.10-2 y 5.10-2.

5.5 Diseno y construccion del campo de bombeo

Atendiendo a lo enunciado en el paragrafo 5.2, se efectuaron -conjuntamente con la C.N.E.A.- dos pozos de bombeo; uno hasta el limite del acuifero semi-confinado (piso) y otro hasta el del acuifero libre.

Ademas, se efectuaron dos pozos de observacion (piezometros) hasta la base del acuifero semi-confinado, ubicados a 12.4 m y 45 m de distancia, en direcciones S y N, respectivamente, del pozo de bombeo.

Para completar el diseno del campo de bombeo, se efectuaron tres pozos hasta el piso del acuifero libre con el objeto de utilizarlos como freatimetros para el correspondiente ensayo, ubicados a 8.7 m al N, 28.9 m al S y 8.8 m al O, con rspecto al pozo de bombeo. Fig. 4. Seccion litologica transversal.

Durante el avance de la perforacion se colectaron muestras de terreno metro a metro, en los pozos de estudio y en cada cambio litologico, en las restantes.

Las muestras, prolijamente embolsadas e identificadas fueron remitidas al Laboratorio Sedimentologico del C.I.H.E. y a la C.N.E.A. para el analisis sedimentologico y otras determinaciones.

Los resultados del analisis efectuado por el C.I.H.E. en las muestras de la perforacion P 55, consistentes en 5 "Planillas de Tamizados", 2 graficos de "Frecuencias Acumuladas" y 3 graficos de "Distribucion del Tamano de Particulas menores que 100 micrones", se incluyeron en el INFORME DE AVANCE N* 3.

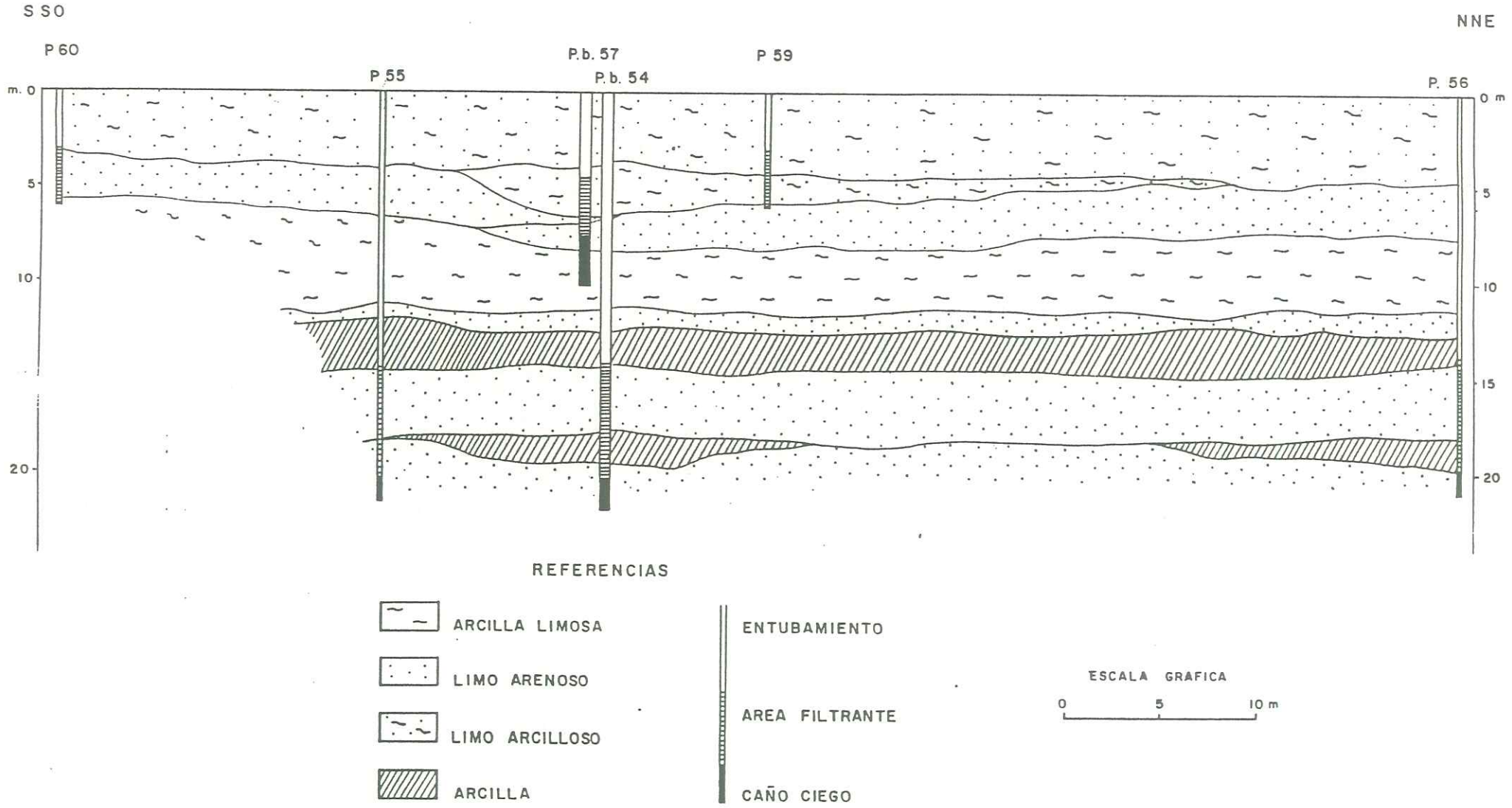
Las muestras enviadas a la C.N.E.A., correspondientes a los cuatro pozos -dos de bombeo y dos de observacion- fueron analizadas por el CENTRO DE INVESTIGACION PARA LAS INDUSTRIAS MINERALES (C.I.I.M.) efectuandose en las mismas ensayos quimicos y mineralogicos.

El Cuadro 2. Caracteristicas de los pozos del campo de bombeo resume todos los datos relacionados con la ubicacion, identificacion, profundidad, diametro y terminacion de los ocho pozos que componen el campo de bombeo.

5.6 Diagrafias

En todos los pozos se efectuaron diagrafias diferidas (perfi/

FIG. 4 - SECCION LITOLOGICA TRANSVERSAL DEL LUGAR DEL ENSAYO POR BOMBEO



CUADRO 2. CARACTERISTICAS DE LOS POZOS DEL CAMPO DE BOMBEO

UBICACION (COORDENADAS) X/Y	FECHA DE EJECUCION	TIPO E IDENTIFIC	PROF TOTAL m	METODO DE PERFOR	DIAMETRO PERFOR mm	LODO DE PERFOR	MUESTRAS	PERFILAJE	ENTUBACION (desde-hasta) O,mm	CANOS-FILTRO (desde-hasta) ranura,O,mm	EMPAQUE GRAVA (desde-hasta) O de grava
47.480/29.987	5-08-86	Estudio	29	Rotary	100	Polim	m a m	,RES,SP	-	-	-
47.489/29.989	8-08-86	Bombeo B 54	22	Rotary	200	Polim	cada cambio litolog	-	-21.5 a -20.5 -14.5 a +0.4 125/140	-20.5 a -14.5 0.3, 125	-22 a -13 0.5 a 0.9 mm
47.468/29.983	13-08-86	Observac P 55	21.5	Rotary	156	agua limpia	metro a metro	,RES,SP	-21.4 a -20.3 -14.4 a +0.6 75	-20.3 a -14.4 ranurados 75	-
47.519/30.005	15-08-86	Observac P 56	21	Rotary	156	agua limpia	metro a metro	,RES,SP	-21.0 a -19.9 -14.0 a +0.4 75	-19.9 a -14.0 ranurados 75	-
47.466/30.007	16-08-86	Bombeo B 57	10.2	Rotary	200	agua limpia	metro a metro	-	-10.2 a -7.5 -4.5 a +0.3 125/140	-7.5 a -4.5 0.3, 125	-10 a -2 0.5 a 0.9 mm
47.472/30.001	18-08-86	Observac P 58	6.3	pala helic	75	agua limpia	m a m	-	-	-	-
47.473/30.013	19-08-86	Observac P 59	6.1	pala helic	75	agua limpia	m a m	-	-	-	-
47.445/29.878	21-08-86	Observac P 60	6.2	pala helic	75	agua limpia	m a m	-	-	-	-

//lajes) empleandose un equipo portatil MOUNT. SOPRIS modelo 1000 C, con mediciones de la resistividad de las Formaciones atravesadas (RES), el potencial espontaneo (SP) y la radiacion natural gamma (γ).

Los resultados de la interpretacion permiten determinar que en general y hasta los 25 metros de profundidad, todo el material existente es una alternancia de limos y arcillas, con algunas zonas algo mas permeables, pero en general se trata de sedimentos muy finos. Recien a partir de la profundidad anteriormente mencionada se pasa a una zona de material mas arenoso, extendiendose el mismo hasta los 26 m, limite maximo alcanzado por el perfilaje.

Los valores de la resistividad se midieron a partir del metro aproximadamente, cuando la sonda utilizada entro por debajo del nivel del agua.

El primer cambio litologico se nota a partir de los 4 m de profundidad. Desde 4 m hasta 11.5 m el sedimento es arcilloso, con pequenas intercalaciones algo mas permeables -de no mas de medio metro de potencia- a los 6.5 m, 6.7 m, 7.5 m y 8.5 m, segun el pozo, correlacionable con la presencia del acuifero libre o freatico.

Desde 14.5 m hasta 18 m y de 19.5 m hasta 21.5 m los valres de la resistividad como asi tambien los de la radiacion natural gamma, indican la presencia de dos zonas de material limo arenoso separados por una capa arcillosa, siendo ambas identificadas como el primer acuifero semi-confinado.

La correlacion de los perfilajes permite inferir la existencia de variaciones laterales en la direccion Sur, constatadas por el aumento del espesor de los acuiferos libre y semi-confinado en el pozo de observacion P 55. Fig. 5. Correlacion de perfilajes.

6. ANALISIS DE LOS DATOS DE LOS ENSAYOS POR BOMBEO

6.1 Acuifero libre

Las depresiones en funcion del tiempo, de los distintos freatimetros, fueron volcadas en papel semi-logaritmico con el objeto de obtener, mediante el analisis de la forma, una idea de las caracteristicas hidraulicas del acuifero en el lugar del ensayo.

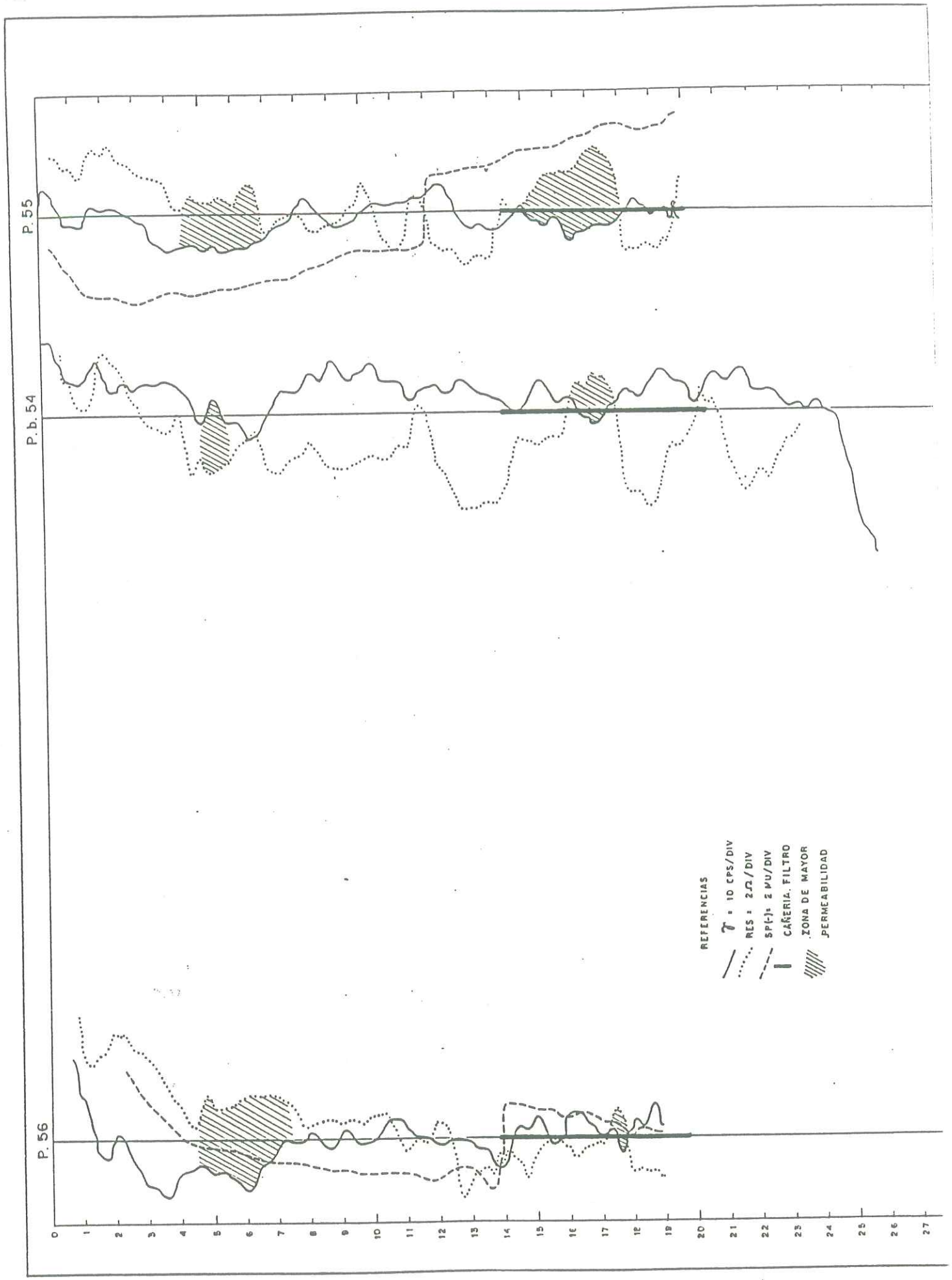


FIG. 5 - CORRELACION DE PERFILAJES

Basado en este analisis, para la interpretacion se aplicaron los metodos de Theis -depresion y recuperacion- y Jacob.

Las depresiones s, en metros, en funcion del tiempo t, en minutos, de los pozos B 57 (bombeo) y P 58, P 59 y P 60 (observacion) fueron graficadas en modo semi-logaritmico mediante un paquete de programas denominado "IAPGRA", desarrollado por N.G. BUCICH y A.E. FERNANDEZ en un ordenador VAX 11/780.

Los datos de la depresion s, en funcion del tiempo t, obtenidos sobre el terreno se muestran en el Anexo-Datos de los descensos de la capa de agua en los ensayos por bombeo.

Las respectivas curvas para cada pozo se observan en el Anexo-Analisis de los datos del ensayo por bombeo.

Los resultados de la interpretacion en el Anexo-Resumen de los datos de los ensayos por bombeo.

El Cuadro 3. sintetiza las caracteristicas hidraulicas del acuifero libre calculadas de acuerdo con diferentes metodos.

Cuadro 3. CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DEL ACUIFERO LIBRE CALCULADAS DE ACUERDO CON DIFERENTES METODOS

METODO	POZO	TRANSMISIVIDAD T, (m2/dia)	POROSIDAD EFICAZ S'
THEIS REC	B 57	67	-
THEIS	P 58	42	9.6E-02
THEIS REC	P 58	48.2	-
JACOB	P 58	49.6	-
THEIS	P 59	40	7.7E-02
THEIS REC	P 59	40.9	-
JACOB	P 59	46.9	5.8E-02
THEIS	P 60	80	3.5E-02
THEIS REC	P 60	87.7	-
JACOB	P 60	96.7	2.6E-02

Segun puede observarse, los valores de la Transmisividad T, para el acuifero libre, varian entre 42 m2/dia y 97 m2/dia y el Coeficiente de Almacenamiento o Porosidad Eficaz S', entre 2,6 . 10-2 y 9,6 . 10-2.

La Permeabilidad k, calculada dividiendo la Transmisividad por el espesor medio del acuifero libre (6 m) varia entre 7 m/dia y 16 m/dia.

$k = 12 \frac{m}{d}$

Si suponemos que al cabo de un dia de bombeo practicamente se ha alcanzado el regimen estacionario, el valor de la Permeabilidad resultante calculado para estas condiciones es 12 m/dia.

El incremento de los valores de T y consecuentemente de k, obtenido como resultado de la interpretacion de los valores de descenso del pozo P 60, podria deberse a la anisotropia que presentaria el sitio del ensayo en esa direccion.

Un calculo teorico del descenso producido en el acuifero en direccion al P 60 al cabo de un dia de bombeo, para igual distancia que el P 58 y el P 59 (8,7 m) arrojo 0.198 m, es decir sensiblemente inferior a los otros dos que acusaron 0.235 m y 0.245 m, respectivamente.

El Coeficiente de Almacenamiento S, es semejante para los pozos P 58 y P 59, notandose una disminucion hacia el pozo P 60 pero manteniendose siempre dentro del orden de 10-2.

6.2 Acuifero semi-confinado

Las depresiones s, en funcion del tiempo t, del pozo de observacion P 55 y la recuperacion del pozo de bombeo B 54, fueron volcadas en papel semi-logaritmico con el objeto de obtener, mediante el analisis de la forma, una idea de las caracteristicas hidraulicas del acuifero en el lugar del ensayo.

La forma de las curvas graficadas sugieren la existencia de "flujo retardado", que se manifiesta por el cambio del Coeficiente de Almacenamiento S.

Basado en este analisis, para la interpretacion se aplicaron los metodos de Hantush y Berkaloff, ambos para el piezometro P 55.

Ademas se aplicaron los metodos de Hantush-Jacob para los piezometros P 55 y P 56 y Thiem, considerando que al cabo de un dia de bombeo practicamente se habia alcanzado el regimen permanente.

La graficacion e interpretacion definitiva se efectuo empleando el paquete de programas "IAPGRA", ya mencionado para la prueba de bombeo en el acuifero libre.

Los datos de depresion s, en funcion del tiempo t, obtenidos sobre el terreno, se muestran en el Anexo-Datos de los descensos de la capa de agua en los ensayos por bombeo.

Las curvas respectivas a cada ensayo se observan en el Anexo-Analisis de los datos de los ensayos por bombeo.

Los resultados de la interpretacion, en el Anexo-Resumen de los datos de los ensayos por bombeo.

Los valores de la transmisividad T, para el acuifero semi-confinado, calculada de acuerdo con diferentes metodos, varian entre 49 m2/dia y 73 m2/dia.

El Coeficiente de Almacenamiento S, calculado por el metodo de Hantush es de 1,9.10-3, similar al obtenido por el metodo de Berkaloff, 1,48.10-3, para el primer periodo de bombeo.

El Coeficiente Efectivo de Alamacenamiento (Sa + Sy) para el conjunto acuifero, calculado por el metodo de Berkaloff, es de 2,14.10-2.

La Resistencia hidraulica C, de la capa semi-permeable ubicada por encima del acuifero, es de 38 dias. Cuadro 4. Caracteristicas hidraulicas del acuifero semi-confinado.

Cuadro 4. CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DEL ACUIFERO SEMI-CONFINADO CALCULADAS DE ACUERDO CON DIFERENTES METODOS

METODO	POZO	T = kD (m2/dia)	S	L (metro)	C (dias)
HANTUSH	P 55	56.3	1.9E-03	46	37
BERKALOFF	P 55	74	2.1E-02	65	-
HANTUSH-JACOB	P 55/56	62.7	-	-	38.5
THIEM	P 55/56	49	-	-	-

A la inversa de la Resistencia hidraulica se la denomina Transmisividad vertical T'.

El valor medio de T', es de 2,6.10-2 dia-1. Esto significa que el volumen de agua filtrado alcanza a 26 litros por dia por cada metro cuadrado de seccion del acuitardo, por metro de diferencia de carga hidraulica entre los acuiferos.

Durante el ensayo tambien se midieron los niveles de los pozos de observacion perforados hasta la base del acuifero libre, obteniendose los siguientes descensos. Tabla 2.

Tabla 2. DESCENSO DEL NIVEL FREATICO AL CABO DE UN DIA DE BOMBEO EN EL ACUIFERO SEMI-CONFINADO

Pozo	Distancia en m desde el P B 54	Descenso en metros
P 58	16.40	0.07
B 57	24.70	0.06
P 59	19.80	0.06
P 60	39.70	0.04

A partir de esta confirmacion se calculo la cantidad de agua procedente de la capa semi-permeable situada encima del acuifero, durante la prueba de bombeo, mediante la formula:

$$Q' = \pi \cdot r0^2 \cdot \delta s' \cdot S' \quad \text{, donde}$$

Q' = Cantidad de agua aportada por un area circular a la descarga del pozo, en m3/dia.

r0 = Radio del area coaxial circular, obtenido de

$$r0 = \frac{r2 - r1}{\ln (r2/r1)}$$

, siendo r2 y r1 las respectivas distancias de los piezometros al pozo de bombeo, en metros.

$\delta s'$ = Descenso medio del nivel freatico, en la capa semi-permeable, al cabo de un dia de bombeo, en metros.

S' = Porosidad efectiva de la capa semi-permeable.

Calculo de r0

$$r0 = \frac{r2 - r1}{\ln (r2/r1)} = \frac{39.7 - 19.8}{\ln (39.7/19.8)} = 29 \text{ m}$$

Calculo de Q'

$$Q' = \pi \cdot r0^2 \cdot \delta s' \cdot S'$$

$$Q' = \pi \cdot 29 \text{ m2} \cdot 0{,}05 \text{ m/dia} \cdot 0{,}05 = 6{,}6 \text{ m3/dia}$$

7. DINAMICA DEL AGUA SUBTERRANEA

7.1 Morfologia de la capa freatica

Durante el periodo abarcado por los meses de Febrero 1985/87 se han registrado las fluctuaciones de la capa freatica, con paso quincenal.

Las mediciones han permitido confeccionar 48 cartas de la morfologia de la superficie freatica.

El analisis de estas cartas muestra que se producen importantes variaciones en el almacenamiento subterraneo como consecuencia de las precipitaciones.

En general puede decirse que la capa es de tipo radial con filetes de escurrimiento divergentes. Fig. 6. Morfologia de la capa freatica.

Los perfiles de depresion de la capa son concavos o convexos, variando la forma de los mismos con las reservas estacionales Fig. 7. Perfiles de depresion de la capa freatica.

La maxima profundidad del agua en los alrededores de las trincheras ha sido de 4,75 m, segun puede observarse en el perfil transversal de la capa freatica del 15/05/85. La minima profundidad es de 1,125 m y se corresponde con el perfil del 18/11/85. Fig. 8. Evolucion de los niveles freaticos a la altura de las trincheras.

Si se toma en cuenta que las trincheras han sido construidas excavando el terreno natural 2,10 m por debajo de la superficie del suelo, es obvio que ha habido periodos en que el agua freatica ha estado en contacto directo con los liquidos inyectados en las mismas.

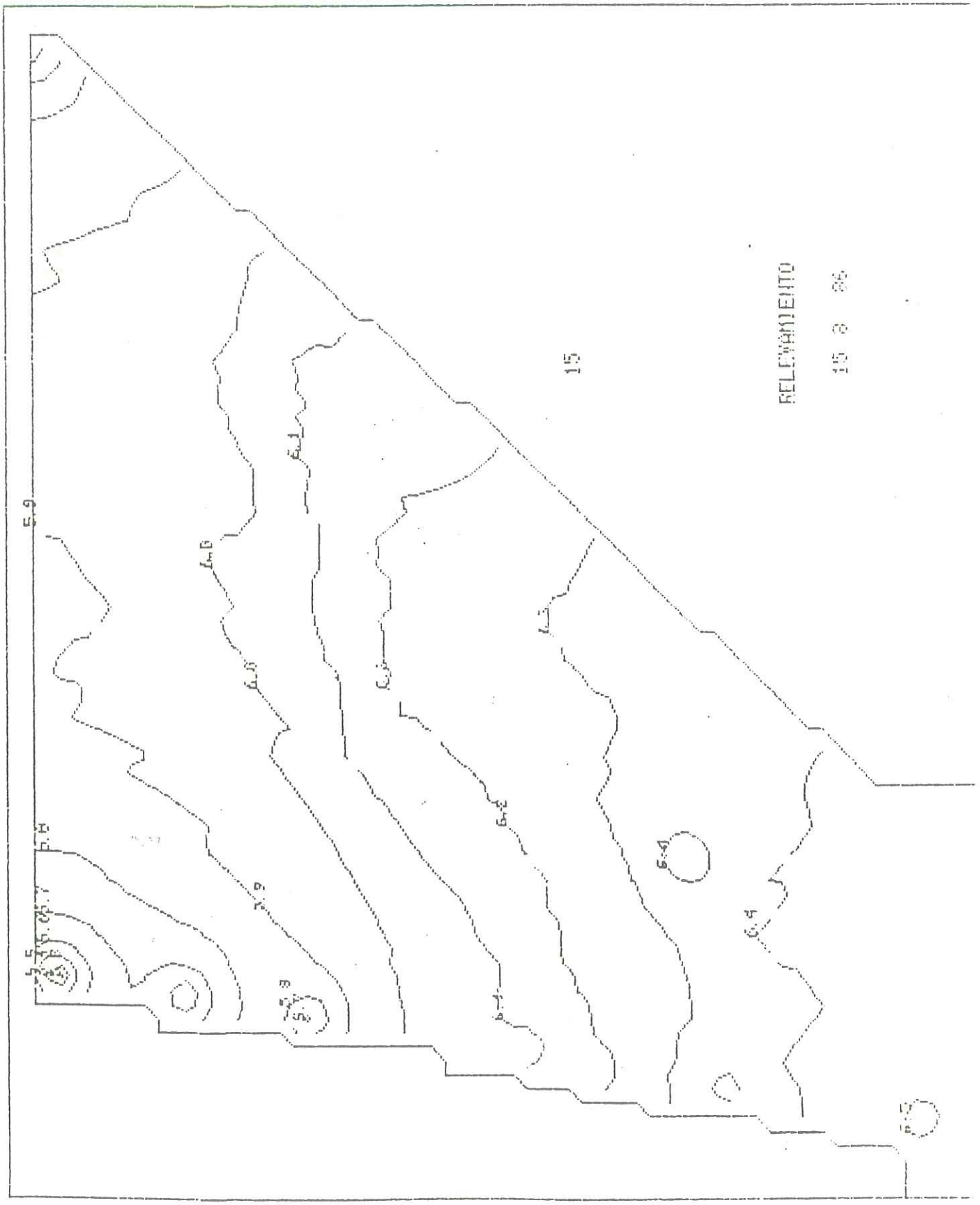
El sentido general del escurrimiento subterraneo es predominantemente SE-NO, con una traslacion S-N en los periodos de maximo estiaje. Fig. 9. Sentido general del escurrimiento subterraneo.

El gradiente hidraulico de la capa freatica, que tambien sufre modificaciones por efecto de las precipitaciones, varia entre 1,5.10-3 y 2,2.10-3.

7.2 Calculo de la velocidad efectiva

La velocidad efectiva, Ve, del agua subterranea se ha calculado a partir de la expresion de Darcy modificada.

Fig. 6. MORFOLOGIA DE LA CAPA FREATICA



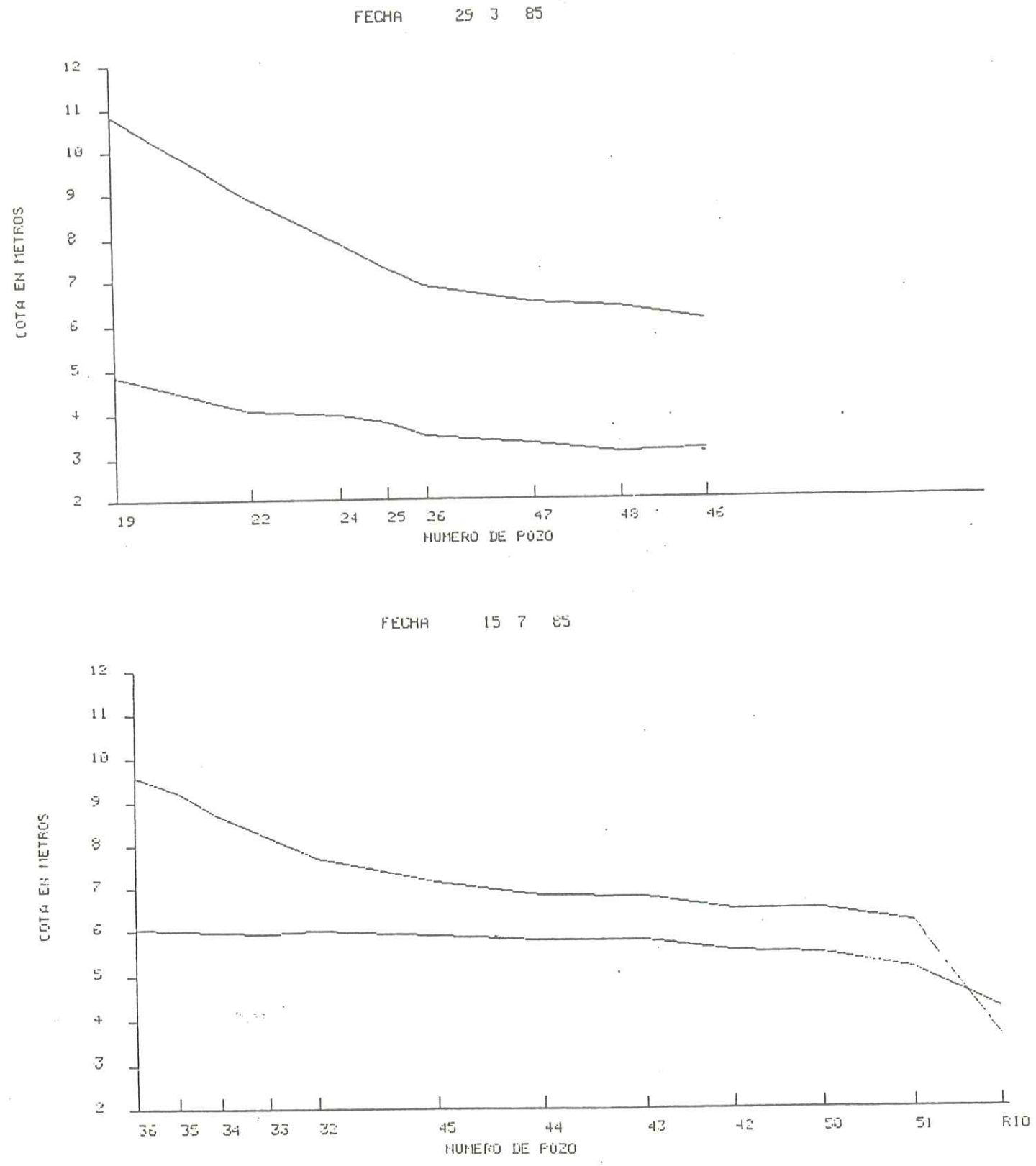


Fig. 7. PERFILES DE DEPRESION DE LA CAPA FREATICA

Fig. 8. EVOLUCION DE LOS NIVELES FREATICOS A LA ALTURA DE LAS TRINCHERAS

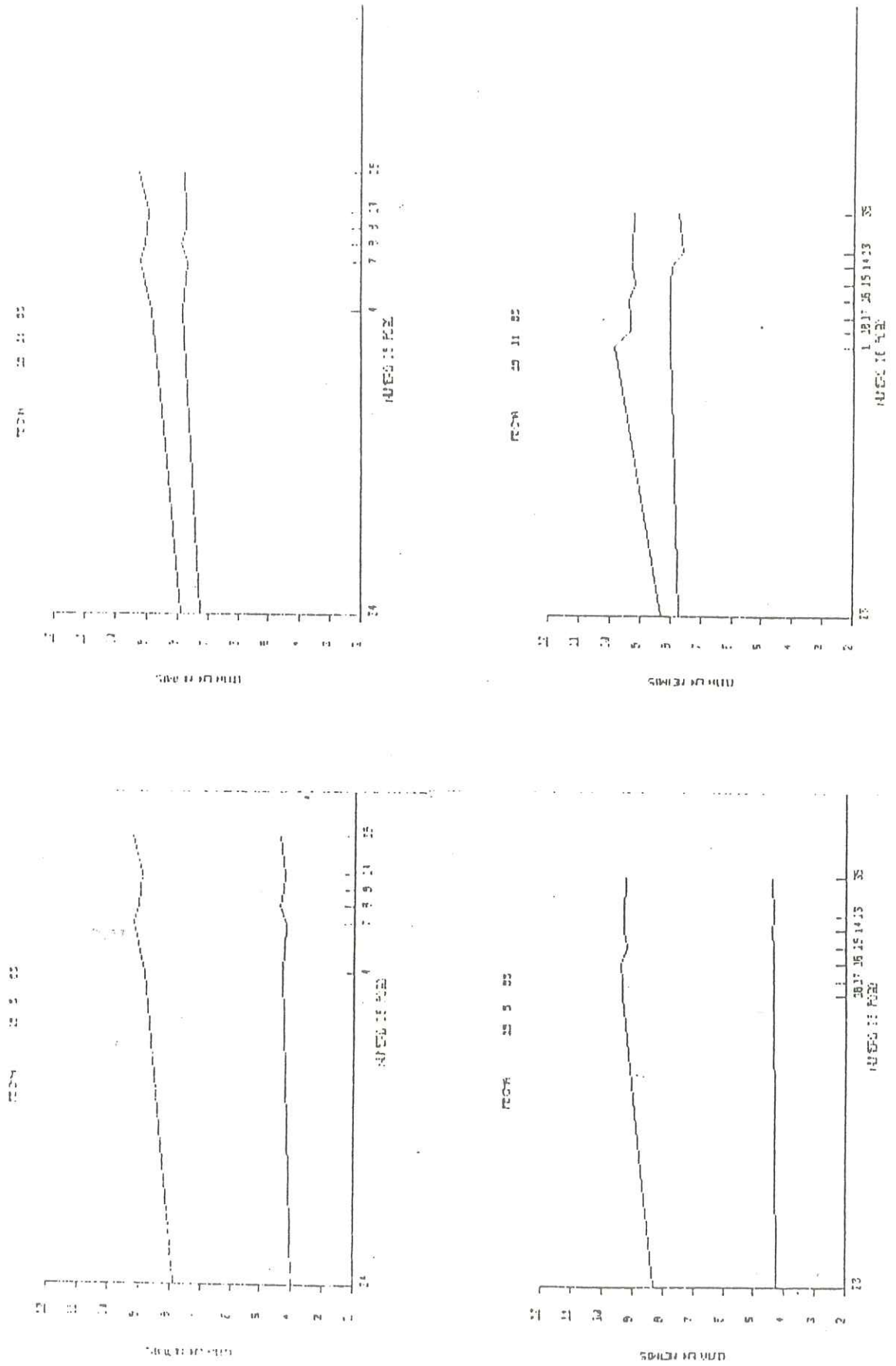
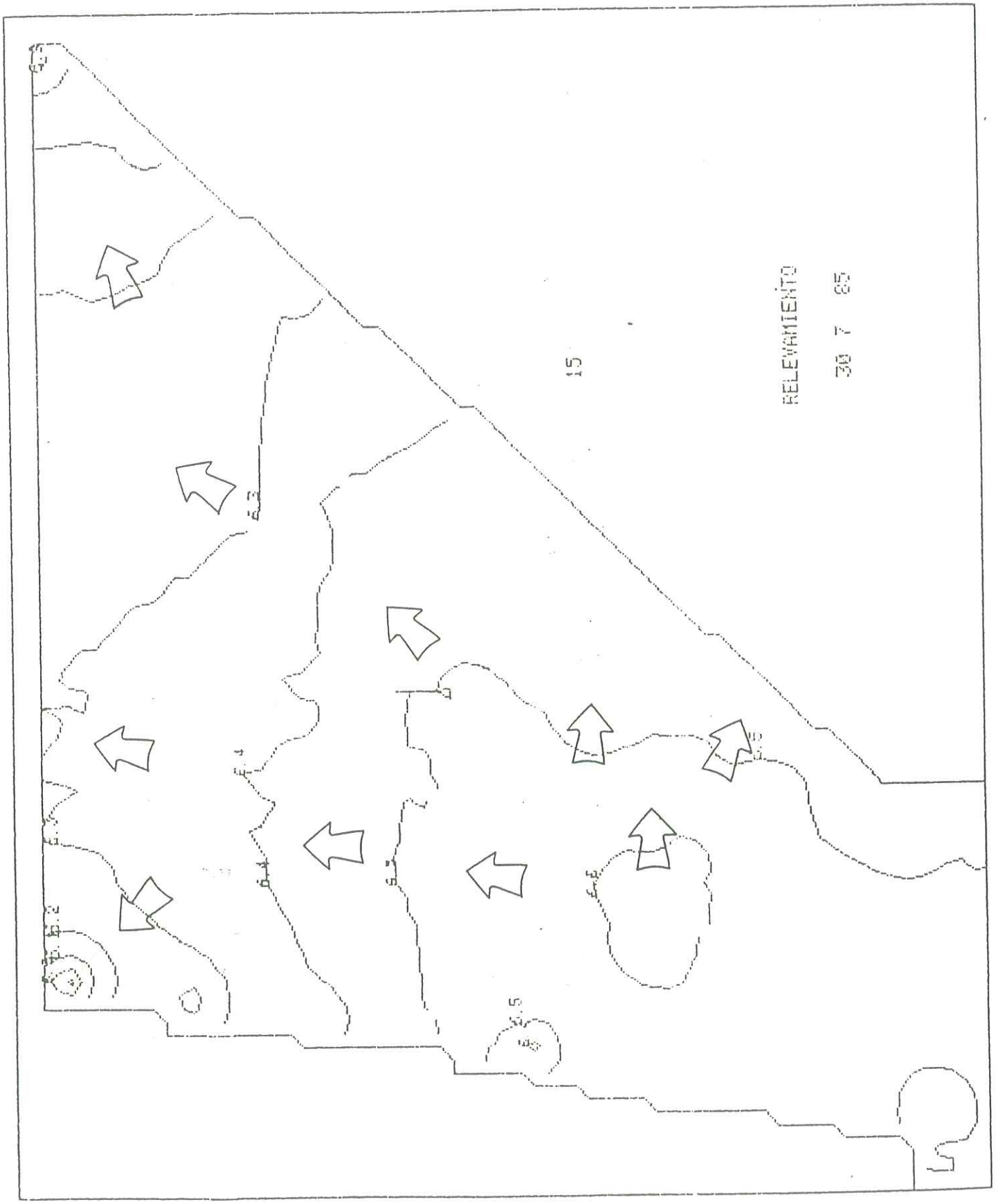


Fig. 9. SENTIDO GENERAL DEL ESCURRIMIENTO SUBTERRANEO



$$Ve = \frac{Q}{A \cdot S'} = \frac{k \cdot i}{S'}$$, siendo:

Q = Caudal de la capa que atraviesa la seccion transversal del acuifero considerado, en m3/dia.

k = Coeficiente de Permeabilidad, en m/dia.

A = Seccion transversal total del acuifero, perpendicular a las lineas de flujo, en m2.

S'= Porosidad eficaz, sin dimension.

Para i = 1,5.10-3; k = 10 m/dia y S' = 5,8.10-2

$$Ve = \frac{1,5.10-3 \cdot 10}{5.8.10-2} = 2,58.10-1 \text{ m/dia}$$

Para i = 2,2.10-3; k = 10 m/dia y S' = 5,8.10-2

$$Ve = \frac{2,2.10-3 \cdot 10}{5,8.10-2} = 3,79.10-1 \text{ m/dia}$$

Calculos efectuados empleando distintos valores de k y S', obtenidos siempre por medio de las pruebas de bombeo, arrojan los siguientes valores de Ve:
1,1 .10-1 m/dia; 1,3 .10-1 m/dia; 1,6 .10-1 m/dia; 1,9 .10-1 m/dia; 2,0 .10-1 m/dia y 2,9 .10-1 m/dia.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El area de deposicion de residuos radiactivos liquidos se halla ubicada en una zona deprimida, sujeta a inundaciones, perteneciente a la antigua llanura aluvial del Rio Matanza.

La capa freatica, el acuifero semi-confinado del Pampeano y el acuifero Puelche, constituyen regionalmente una unidad hidraulica.

La base del acuifero Puelche esta constituida por un estrato impermeable (arcillas verdes) que impide la conexion hidraulica entre este acuifero y los acuiferos subyacentes.

Los valores de la Transmisividad T, para el acuifero libre varian entre 42 m2/dia y 97 m2/dia.

El Coeficiente de Almacenamiento S, (Porosidad eficaz S') para el mismo acuifero, varia entre 2,6 .10-2 y 9,6 .10-2.

La Permeabilidad k, calculada dividiendo la Transmisividad por el espesor medio del acuifero libre (6 m) vsria entre 7 m/dia y 16 m/dia.

Loa valores de la Transmisividad T, para el acuifero semi-confinado , calculada de acuerdo con diferentes metodos, varian entre 49 m2/dia y 73 m2/dia.

La forma de las curvas de las pruebas de bombeo en el acuifero semi-confinado sugieren la existencia de flujo retardado, que se manifiesta en el cambio del coeficiente de almacenamiento .

El Coeficiente de Almacenamiento S, calculado por el metodo de Hantush, es de 1,9 .10-3, por el metodo de Berkaloff, 1,5 .10-3

El Coeficiente de Almacenamiento (Sa + Sy) para el conjunto acuifero, calculado por el metodo de Berkaloff, es 2,14 .10-2.

La Transmisividad vertical T', de la capa semi-permeable ubicada por encima del acuifero semi-libre es 2,6 .10-2 dia-1.

La cantidad de agua procedente de la capa semi-permeable durante la prueba de bombeo,calculada para un area circular de 29 m, con relacion al pozo de descarga, fue de 6,6 m3/dia, lo que constituye el 18% del caudal total extraido.

La capa freatica es del tipo radial, con filetes de escurrimientos divergentes.

El sentido general del escurrimiento subterraneo es SE-NO, con una treaslacion S-N en los periodos de maximo estiaje.

Se producen importantes variaciones en el almacenamiento subterraneo como consecuencia de las precipitaciones.

Existen periodos en que el agua freatica ha estado en contacto directo con el liquido inyectado en las trincheras.

El gradiente hidraulico varia entre 1,5 .10-3 y 2,2 .10-3.

Los valores extremos de la velocidad efectiva Ve, son 1 .10-1 m/dia y 3.8 .10-1 m/dia.

Los valores obtenidos para la Transmisividad vertical T' y los ascensos verificados en los niveles de la capa freatica, indican que el sistema de inyeccion constituye un riesgo para la contaminacion de los acuiferos subyacentes.

Dadas las caracteristicas hidrogeologicas de la region y lo enunciado anteriormente, puede ocurrir que los acuiferos subyacentes esten contaminandose con radionucleidos o bien puedan

llegar a contaminarse en el futuro.

Teniendo en cuenta que los valores de la velocidad efectiva Ve, son significativamente altos, se aconseja efectuar mediciones de la velocidad real Vr, mediante el empleo de algun trazador.

Los parametros de los acuiferos en explotacion conectados al ciclo hidrologico actual, determinados durante este estudio, desaconsejan la deposicion de residuos radiactivos que no sean de baja actividad y corto periodo de desaparicion.

Las condiciones hidrogeologicas del sitio de inyeccion aconsejan estudiar sistemas alternativos para la eliminacion de residuos radiactivos liquidos.

9. BIBLIOGRAFIA

1. CASTANY, G., 1971. Tratado practico de aguas subterraneas. Ediciones Omega S.A. Barcelona.

2. CUSTODIO, E. y LLAMAS, M.R. et alt., 1976. Hidrologia Subterranea. Ediciones Omega S.A. Barcelona, Tomos I y II.

3. DIRECCION NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA, 1958. Perfiles de perforaciones. Periodo 1904-1915. Publicacion N* 146. Buenos Aires.

4. E.A.S.N.E., 1972. Contribucion al estudio geohidrologico del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. Consejo Federal de Inversiones. La Plata.

5. FIDALGO, F. DE FRANCESCO, F. y PASCUAL, R., 1975.Geologia superficial de la llanura bonaerense. VI* Congreso Geologico Argentino. Bahia Blanca.

6. FRENGUELLI, J., 1957. Neozoico. Geografia de la Republica Argentina, Tomo II. Tercera Parte. Sociedad Argentina de Estudios Geograficos. Buenos Aires.

7. GENETIER, B., 1984. La pratique des pompages d'essai en hydrogeologie. Bureau de Recherches Geologiques et Minieres. Manuels et methodes, N* 9. Orleans Cedex.

8. IRIGOYEN, M., 1975. Geologia del subsuelo y plataforma continental . VI* Congreso Geologico Argentino. Bahia Blanca.

9. KRUSEMAN, G.P. y DE RIDDER, N.A., 1975. Analisis y evaluacion de los datos de ensayos por bombeo. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Boletin 11 S. Wageningen, Holanda.

10. SALA, J.M. y CECI, J.H., 1968. Caracteristicas fisicas de la red de drenaje del Noreste de la Provincia de Buenos.

****
*
* DATOS DE LOS DESCENSOS DE LA CAPA
* DE AGUA EN LOS ENSAYOS POR BOMBEO
*
****

E N S A Y O D E A C U I F E R O P O R B O M B E O

CUENCA - 47

RECUPERACION ACUIFERO FREATICO CNEA

P U Z O D E O B S E R V A C I O N 57

Tiempo de recup.	Profundidad del agua	(t+t')/t'	Dep.resid.en metros
0.00	4.660	0.00	2.320
0.50	3.520	3031.00	1.180
1.00	3.010	1516.00	0.670
1.50	2.790	1011.00	0.450
2.00	2.720	758.50	0.380
3.00	2.680	506.00	0.340
4.00	2.660	379.75	0.320
6.00	2.635	253.50	0.295
8.00	2.618	190.38	0.278
9.00	2.612	169.33	0.272
15.00	2.585	102.00	0.245
20.00	2.565	76.75	0.225
30.00	2.545	51.50	0.205
42.00	2.525	37.07	0.185
60.00	2.505	26.25	0.165
90.00	2.490	17.83	0.140
120.00	2.465	13.63	0.125
180.00	2.440	9.42	0.100
240.00	2.425	7.31	0.085
300.00	2.410	6.05	0.070
343.00	2.405	5.42	0.065

E N S A Y O D E A C U I F E R O P O R B O M B E O

CUENCA - 47

BOMBEO ACUIFERO FREATICO

P O Z O D E O B S E R V A C I O N 58

Tiempo de bombeo	Profundidad del agua	Tiempo en minutos	Depresion en metros
0.00	2.060	0.00	0.000
32.00	2.070	32.00	0.010
45.00	2.075	45.00	0.015
1.00	2.077	60.00	0.017
1.50	2.090	90.00	0.030
2.00	2.105	120.00	0.045
3.00	2.135	180.00	0.075
4.00	2.157	240.00	0.097
5.00	2.175	300.00	0.115
7.00	2.205	420.00	0.145
9.00	2.220	540.00	0.160
12.00	2.250	720.00	0.190
15.00	2.285	900.00	0.225
24.90	2.295	1494.00	0.235

E N S A Y O D E A C U I F E R O P O R B O M B E O

CUENCA - 47

RECUPERACION ACUIFERO FREATICO CNEA

P O Z O D E O B S E R V A C I O N 58

Tiempo de recup.	Profundidad del agua	(t+t`)/t`	Dep.resid.en metros
0.00	2.295	0.00	0.235
8.00	2.290	190.38	0.230
10.00	2.290	152.50	0.230
15.00	2.290	102.00	0.230
20.00	2.290	76.75	0.230
30.00	2.280	51.50	0.220
40.00	2.270	38.88	0.210
60.00	2.250	26.25	0.190
90.00	2.220	17.83	0.160
120.00	2.200	13.63	0.140
180.00	2.165	9.42	0.105
240.00	2.145	7.31	0.085
300.00	2.130	6.05	0.070
343.00	2.120	5.42	0.060

E N S A Y O D E A C U I F E R O P O R B O M B E O

CUENCA - 47

BOMBEO ACUIFERO FREATICO

P O Z O D E O B S E R V A C I O N 59

Tiempo de bombeo	Profundidad del agua	Tiempo en minutos	Depresion en metros
0.00	2.080	0.00	0.000
30.00	2.085	30.00	0.005
45.00	2.095	45.00	0.015
1.00	2.100	60.00	0.020
1.50	2.120	90.00	0.040
2.00	2.135	120.00	0.055
3.00	2.170	180.00	0.090
4.00	2.195	240.00	0.115
5.00	2.220	300.00	0.140
7.00	2.250	420.00	0.170
9.00	2.270	540.00	0.190
12.00	2.290	720.00	0.210
15.00	2.315	900.00	0.235
20.00	2.325	1200.00	0.245

E N S A Y O D E A C U I F E R O P O R B O M B E O

CUENCA - 47

RECUPERACION ACUIFERO FREATICO CNEA

P O Z O D E O B S E R V A C I O N 59

Tiempo de recup.	Profundidad del agua	(t+t')/t'	Dep.resid.en metros
0.00	2.325	0.00	0.245
36.00	2.310	43.08	0.230
47.00	2.305	33.23	0.225
53.00	2.300	29.58	0.220
66.00	2.290	23.95	0.210
81.00	2.280	19.70	0.200
90.00	2.272	17.83	0.192
120.00	2.250	13.63	0.170
180.00	2.215	9.42	0.135
240.00	2.190	7.31	0.110
300.00	2.170	6.05	0.090
343.00	2.160	5.42	0.080

E N S A Y O D E A C U I F E R O P O R B O M B E O

CUENCA - 47

RECUPERACION ACUIFERO FREATICO CNEA

P O Z O D E O B S E R V A C I O N . 60

Tiempo de recup.	Profundidad del agua	(t+t')/t'	Dep.resid.en metros
0.00	2.180	0.00	0.093
73.00	2.175	21.75	0.088
90.00	2.170	17.83	0.083
120.00	2.165	13.63	0.078
180.00	2.155	9.42	0.068
240.00	2.145	7.31	0.058
300.00	2.135	6.05	0.048
343.00	2.130	5.42	0.043

E N S A Y O D E A C U I F E R O P O R B O M B E O

CUENCA - 47

BOMBEO ACUIFERO FREATICO

P O Z O D E O B S E R V A C I O N 60

Tiempo de bombeo	Profundidad del agua	Tiempo en minutos	Depresion en metros
0.00	2.087	0.00	0.000
50.00	2.090	50.00	0.003
1.00	2.085	60.00	-0.002
1.50	2.090	90.00	0.003
2.00	2.095	120.00	0.008
3.00	2.105	180.00	0.018
4.00	2.113	240.00	0.026
5.00	2.120	300.00	0.033
7.00	2.130	420.00	0.043
9.00	2.140	540.00	0.053
12.00	2.150	720.00	0.063
15.00	2.170	900.00	0.083
24.90	2.180	1494.00	0.093

E N S A Y O D E A C U I F E R O P O R B O M B E O

CUENCA - 47

RECUPERACION CNEA POZO 54

P O Z O D E O B S E R V A C I O N 54

Tiempo de recup.	Profundidad del agua	(t+t')/t'	Dep.resid.en metros
0.00	2.140	0.00	0.150
2.00	2.130	766.00	0.140
4.00	2.120	383.50	0.130
5.80	2.110	264.79	0.120
7.70	2.100	199.70	0.110
9.60	2.090	160.38	0.100
11.90	2.080	129.57	0.090
15.70	2.070	98.45	0.080
23.90	2.060	65.02	0.070
33.60	2.050	46.54	0.060
91.00	2.040	17.81	0.050
2.90	2.030	9.79	0.040
5.70	2.020	5.47	0.030

E N S A Y O D E A C U I F E R O P O R B O M B E O

CUENCA - 47

DEPRESION CNEA POZO 54

P O Z O D E O B S E R V A C I O N 55

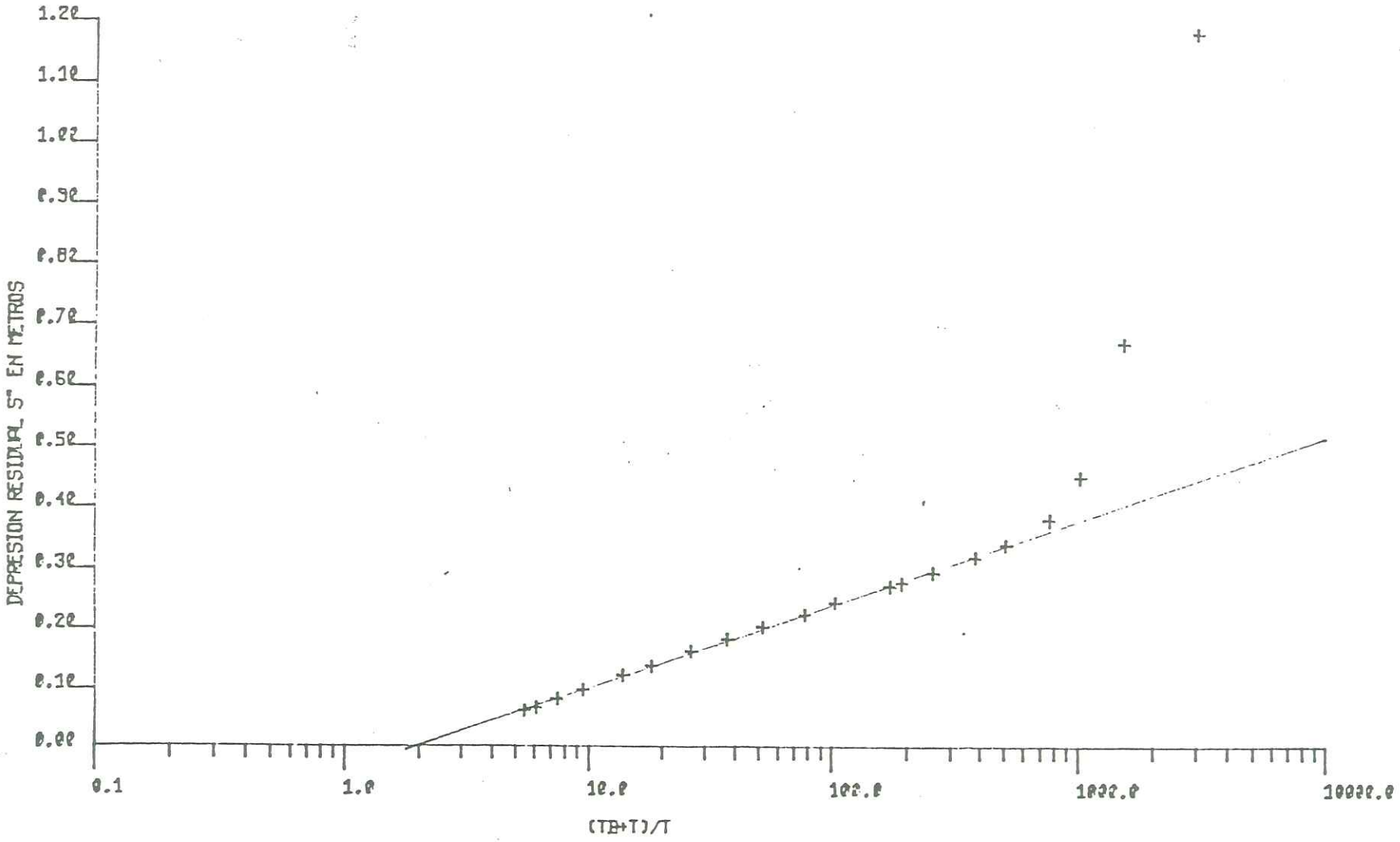
Tiempo de bombeo	Profundidad del agua	Tiempo en minutos	Depresion en metros
0.00	1.990	0.00	0.000
4.00	2.020	4.00	0.030
6.00	2.030	6.00	0.040
8.00	2.045	8.00	0.055
10.00	2.055	10.00	0.065
15.00	2.070	15.00	0.080
20.00	2.080	20.00	0.090
30.00	2.085	30.00	0.095
40.00	2.090	40.00	0.100
60.00	2.090	60.00	0.100
90.00	2.095	90.00	0.105
120.00	2.100	120.00	0.110
180.00	2.103	180.00	0.113
240.00	2.105	240.00	0.115
5.00	2.110	300.00	0.120
7.00	2.115	420.00	0.125
9.00	2.120	540.00	0.130
12.00	2.130	720.00	0.140
15.00	2.130	900.00	0.140
20.00	2.135	1200.00	0.145
24.00	2.135	1440.00	0.145

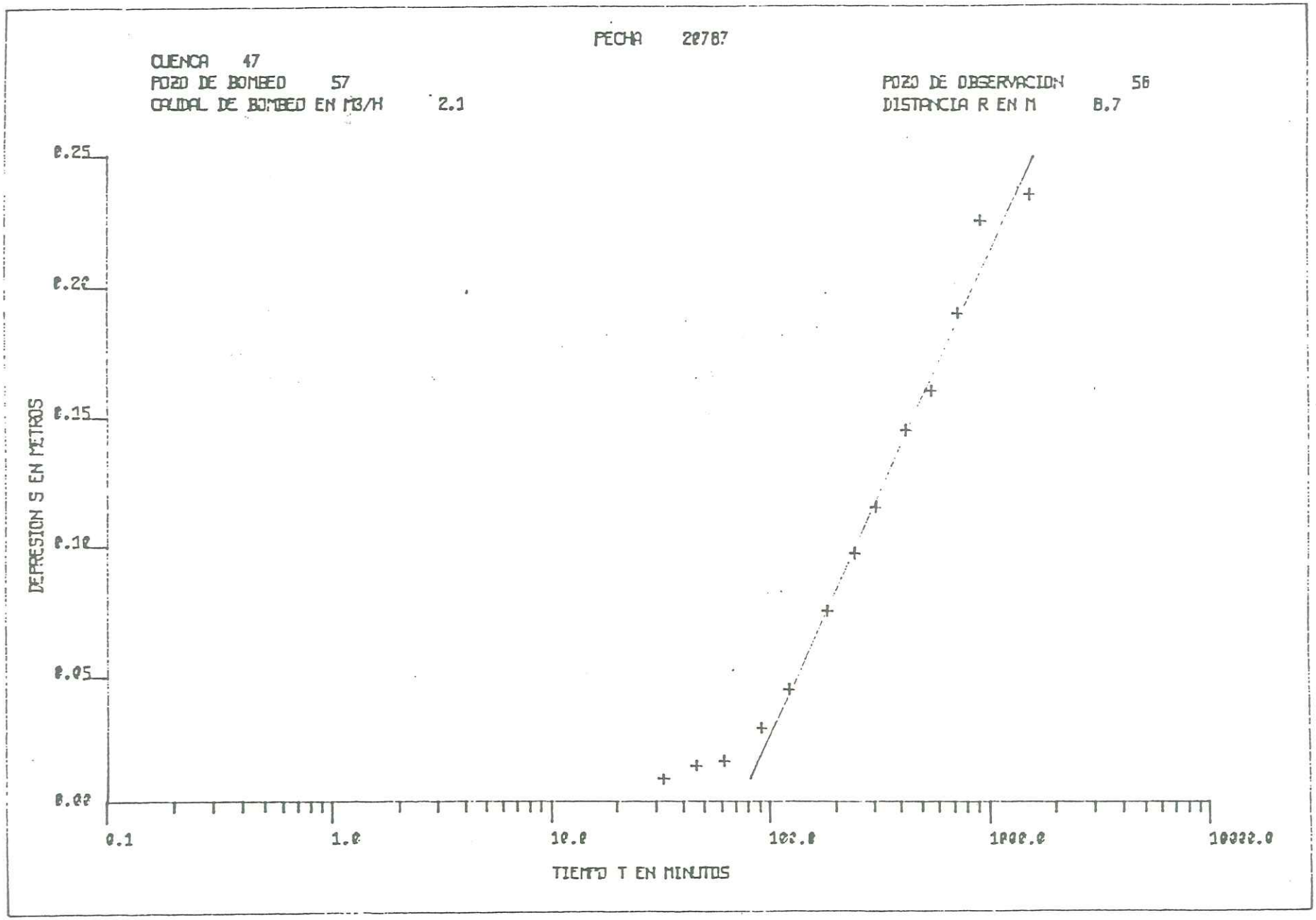
****
*
* ANALISIS DE LOS DATOS DE LOS
* ENSAYOS POR BOMBEO
*
****

FECHA 30767

CUENCA 47
POZO DE BOMBEO 57
CAUDAL DE BOMBEO EN M3/H 2.1

POZO DE OBSERVACION 57
DISTANCIA R EN M 0.0

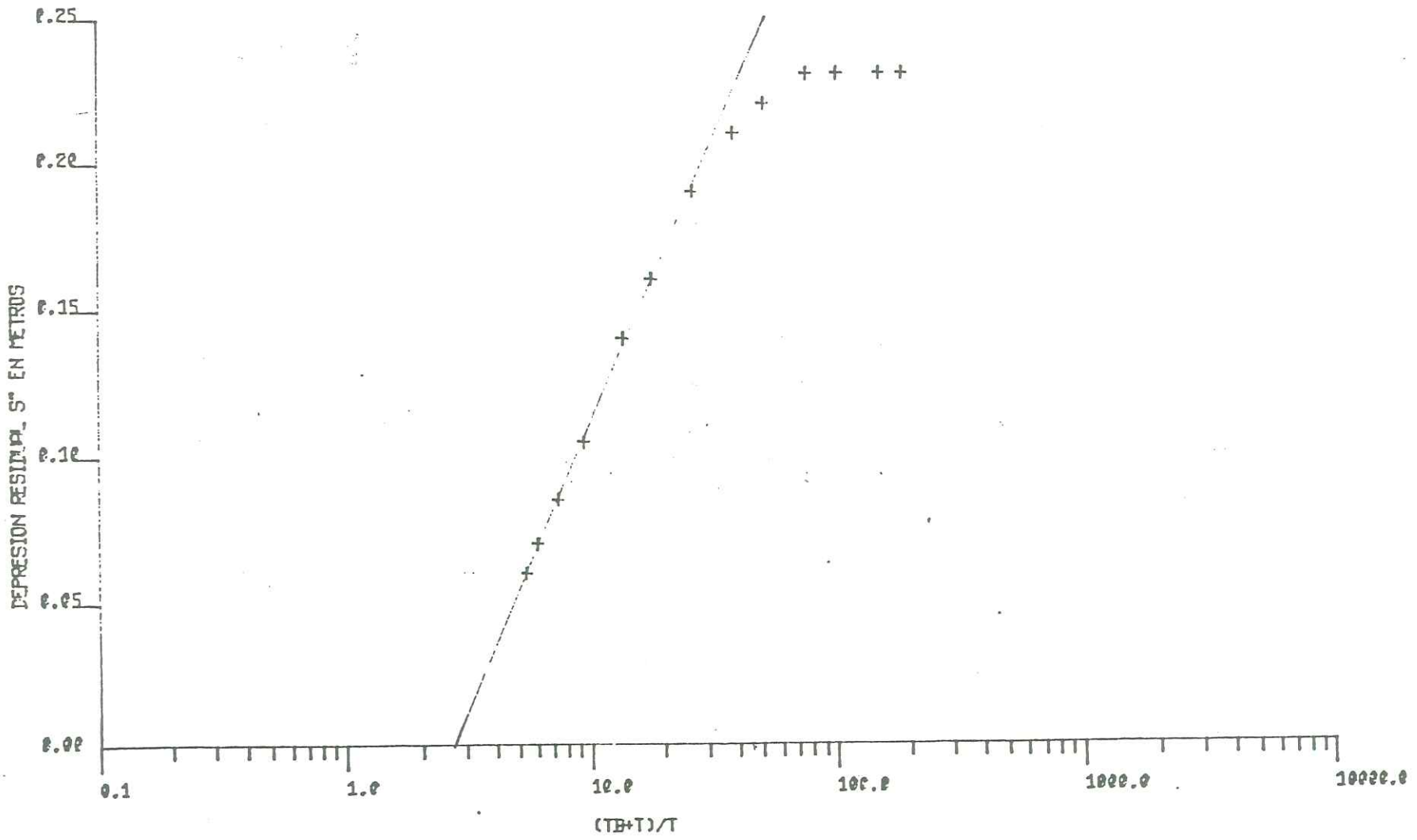


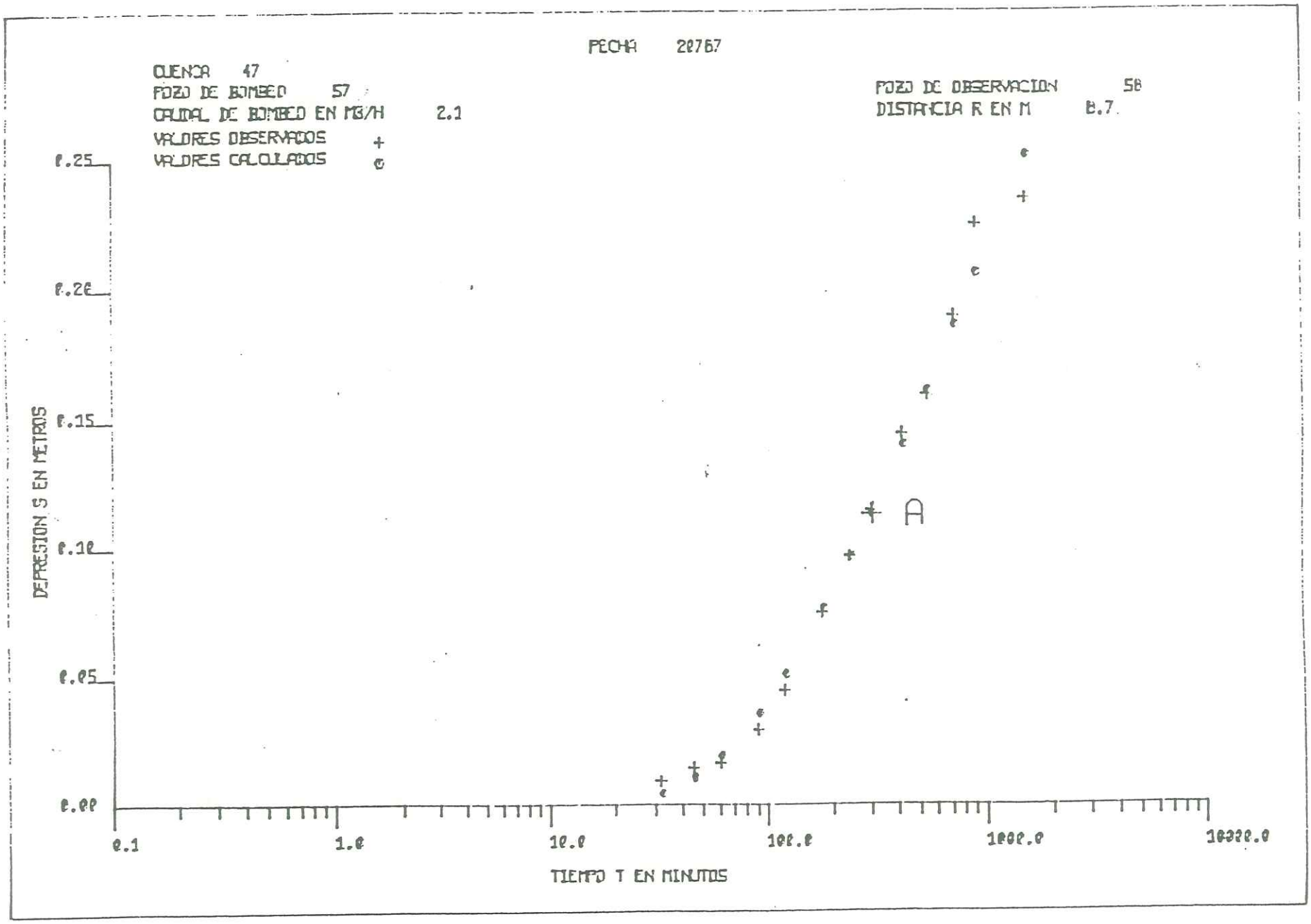

FECHA 20787
CUENCA 47
POZO DE BOMBEO 57
CAUDAL DE BOMBEO EN M3/H 2.1
POZO DE OBSERVACION 56
DISTANCIA R EN M 8.7
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
DEPRESION S EN METROS
0.1
1.0
10.0
100.0
1000.0
10000.0
TIEMPO T EN MINUTOS

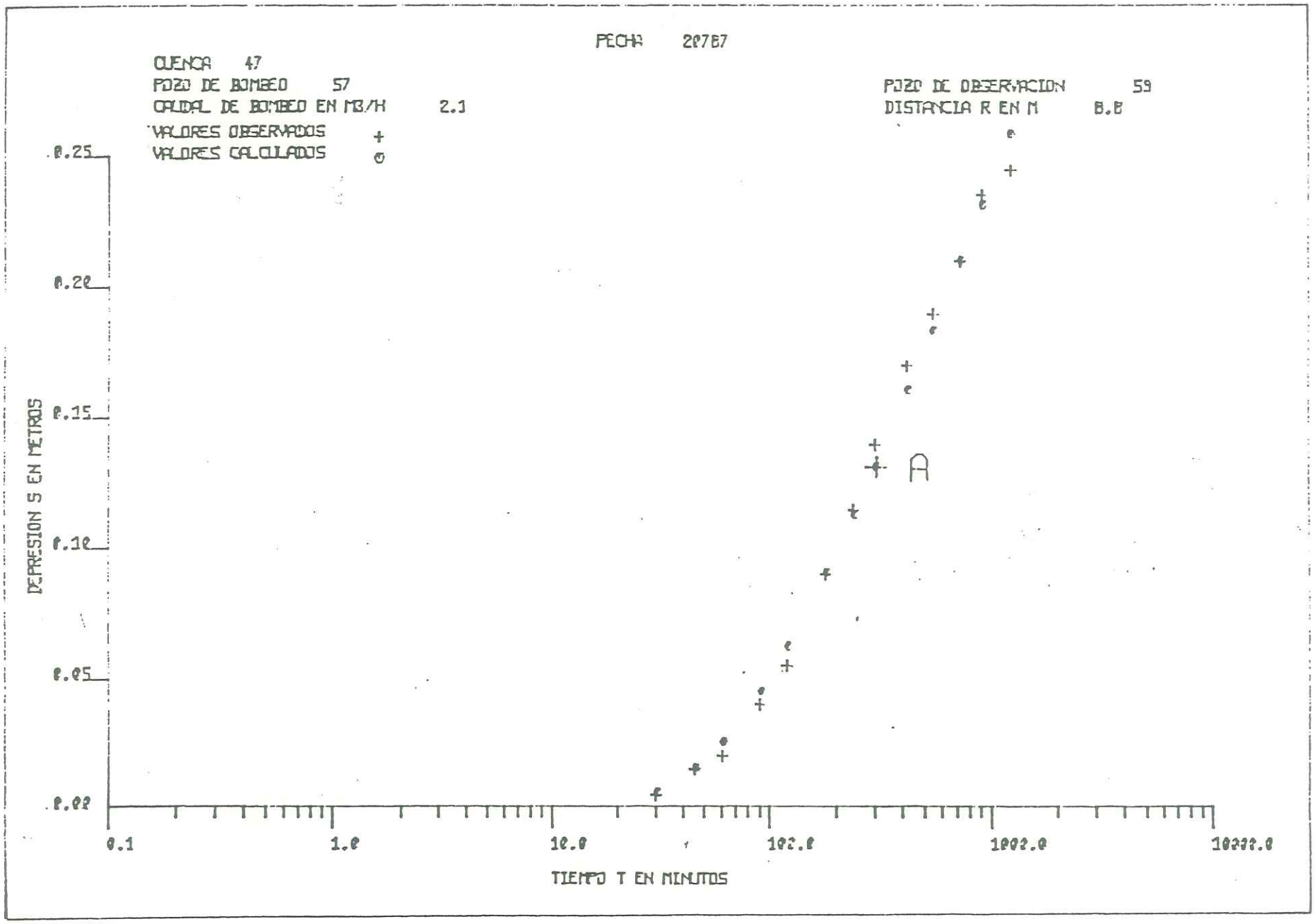
FECHA 30787

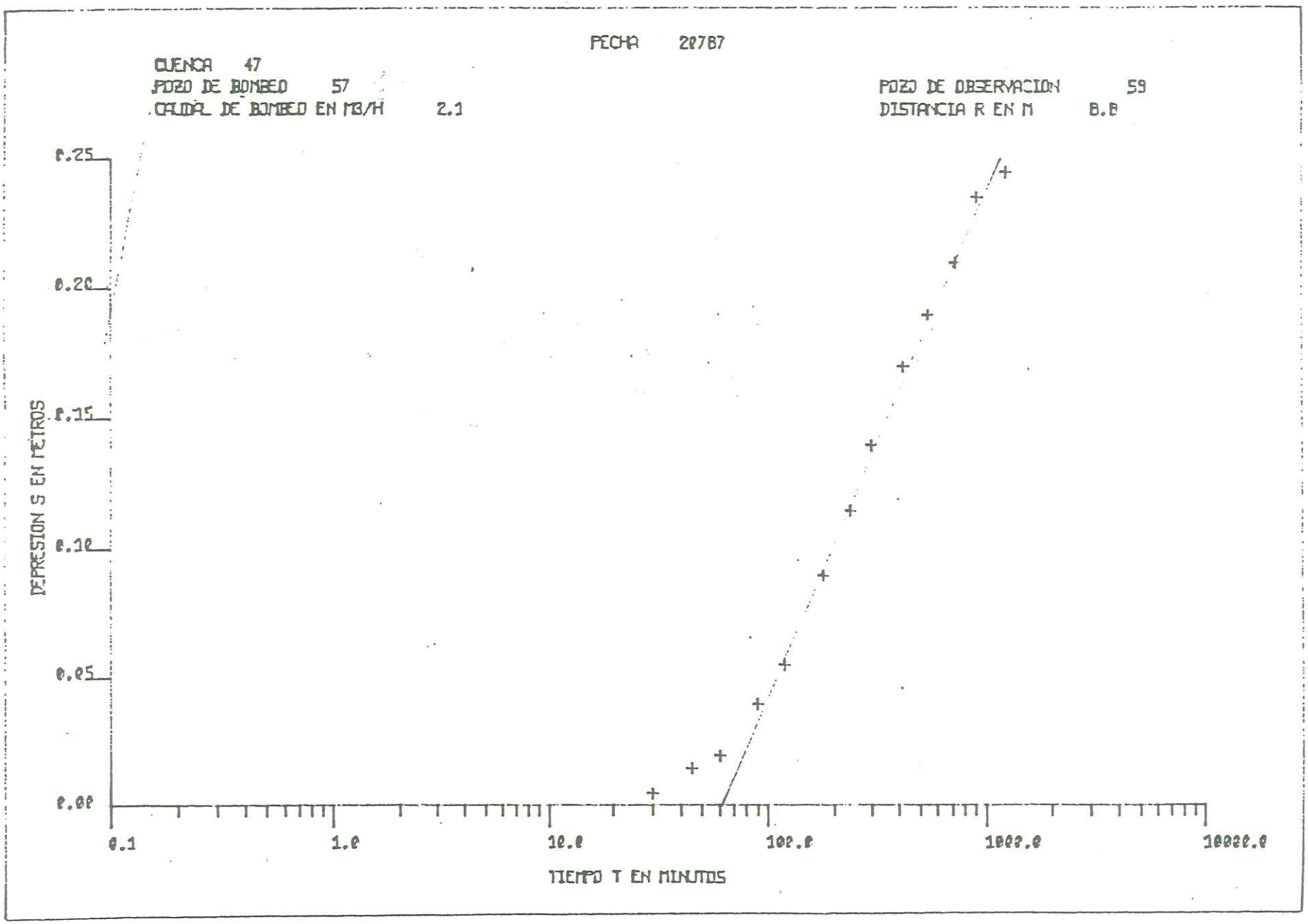
CUENCA 47
POZO DE BOMBEO 57
CAUDAL DE BOMBEO EN M3/H 2.1

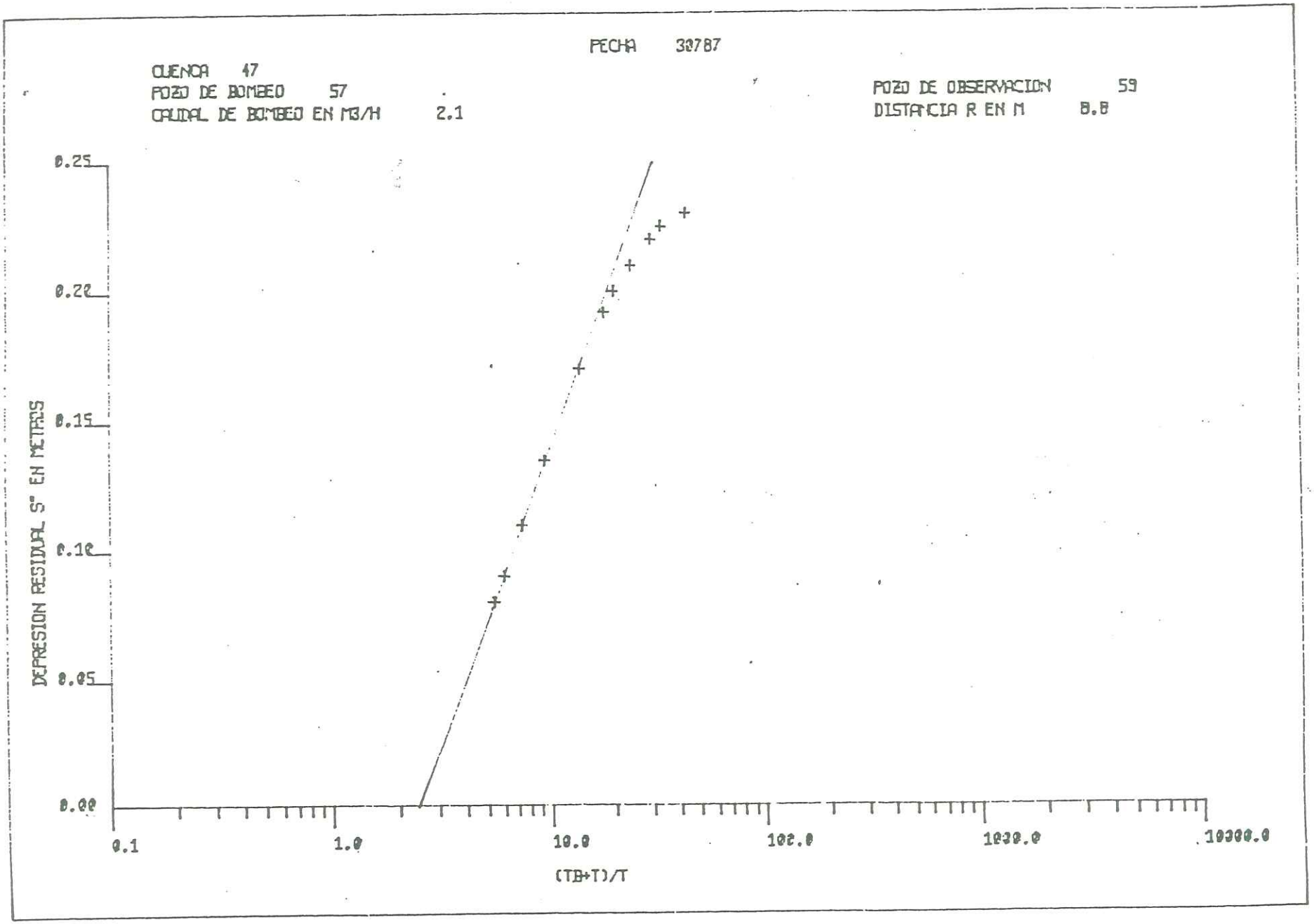
POZO DE OBSERVACION 58
DISTANCIA R EN M 6.7

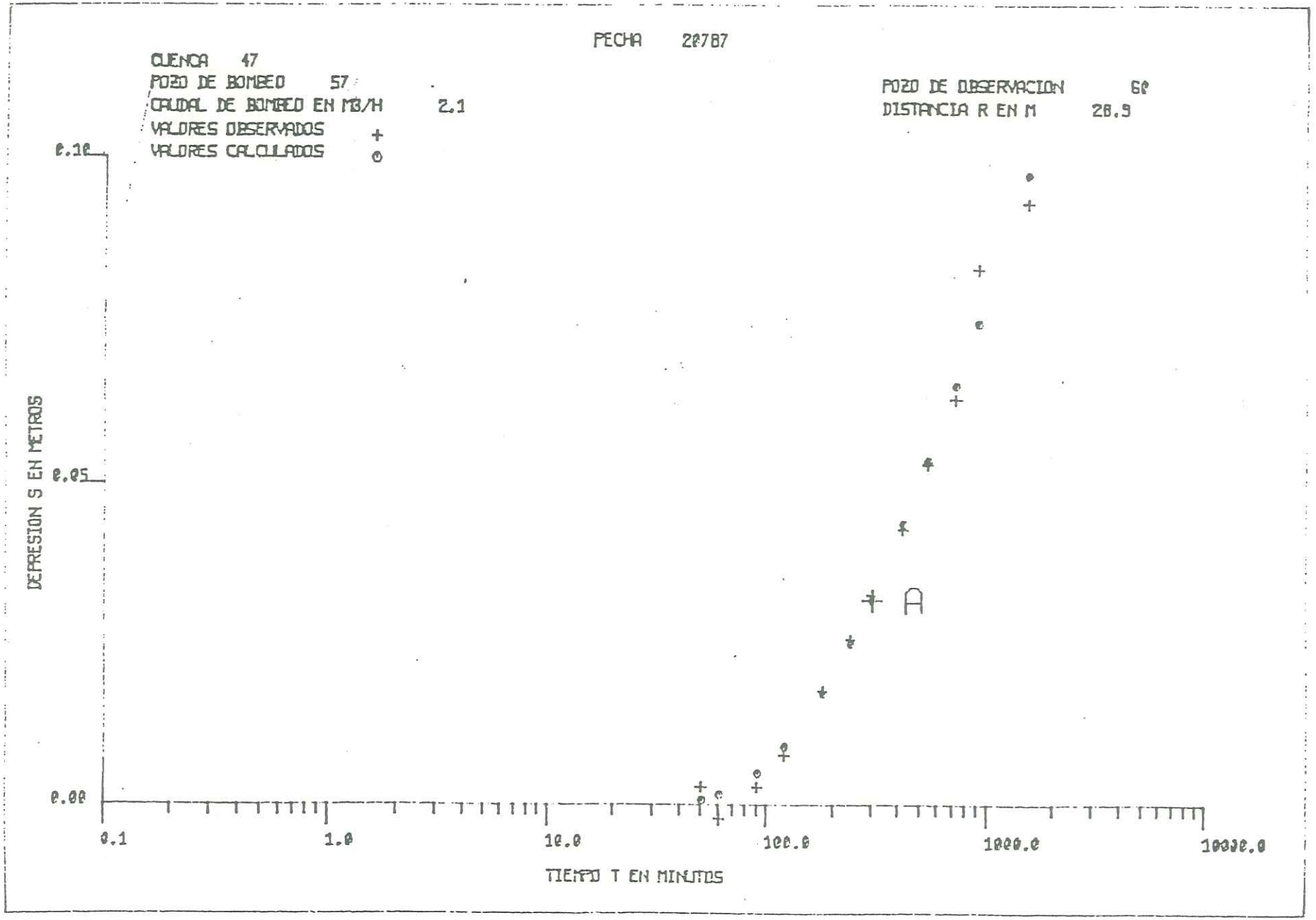



FECHA 20767
CUENCA 47
POZO DE BOMBEO 57
CAUDAL DE BOMBEO EN M3/H 2.1
VALORES OBSERVADOS +
VALORES CALCULADOS e
POZO DE OBSERVACION 58
DISTANCIA R EN M 8.7
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
DEPRESION S EN METROS
0.1
1.0
10.0
100.0
1000.0
10000.0
TIEMPO T EN MINUTOS


FECHA 20787
CUENCA 47
POZO DE BOMBEO 57
CAUDAL DE BOMBEO EN M3/H 2.1
VALORES OBSERVADOS +
VALORES CALCULADOS o
POZO DE OBSERVACION 59
DISTANCIA R EN M 8.8
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
DEPRESION S EN METROS
0.1
1.0
10.0
100.0
1000.0
10000.0
TIEMPO T EN MINUTOS


FECHA 20787
CUENCA 47
POZO DE BOMBEO 57
CAUDAL DE BOMBEO EN M3/H 2.1
POZO DE OBSERVACION 59
DISTANCIA R EN M 8.8
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
DEPRESION S EN METROS
0.1
1.0
10.0
100.0
1000.0
10000.0
TIEMPO T EN MINUTOS

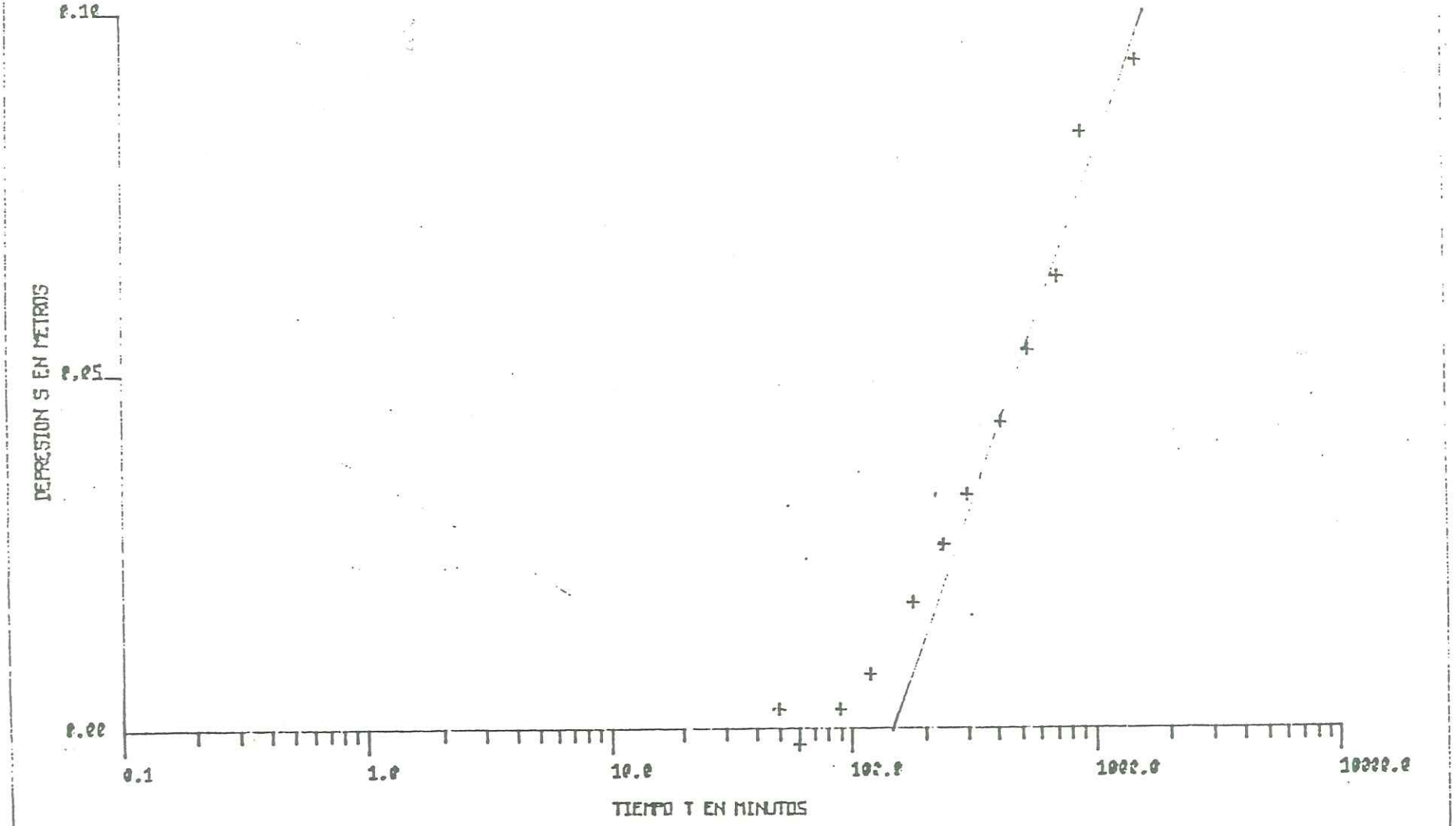

FECHA 30787
CUENCA 47
POZO DE BOMBEO 57
CAUDAL DE BOMBEO EN M3/H 2.1
POZO DE OBSERVACION 59
DISTANCIA R EN M 8.8
DEPRESION RESIDUAL S' EN METROS
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
0.1
1.0
10.0
100.0
1000.0
10000.0
(TB+T)/T


FECHA 20787
CUENCA 47
POZO DE BOMBEO 57
CAUDAL DE BOMBEO EN M3/H 2.1
VALORES OBSERVADOS +
VALORES CALCULADOS ⊙
POZO DE OBSERVACION 60
DISTANCIA R EN M 28.9
0.10
0.05
0.00
DEPRESION S EN METROS
0.1
1.0
10.0
100.0
1000.0
10000.0
TIEMPO T EN MINUTOS

FECHA 20767

CUENCA 47
POZO DE BOMBEO 57
CAUDAL DE BOMBEO EN M3/H 2.1

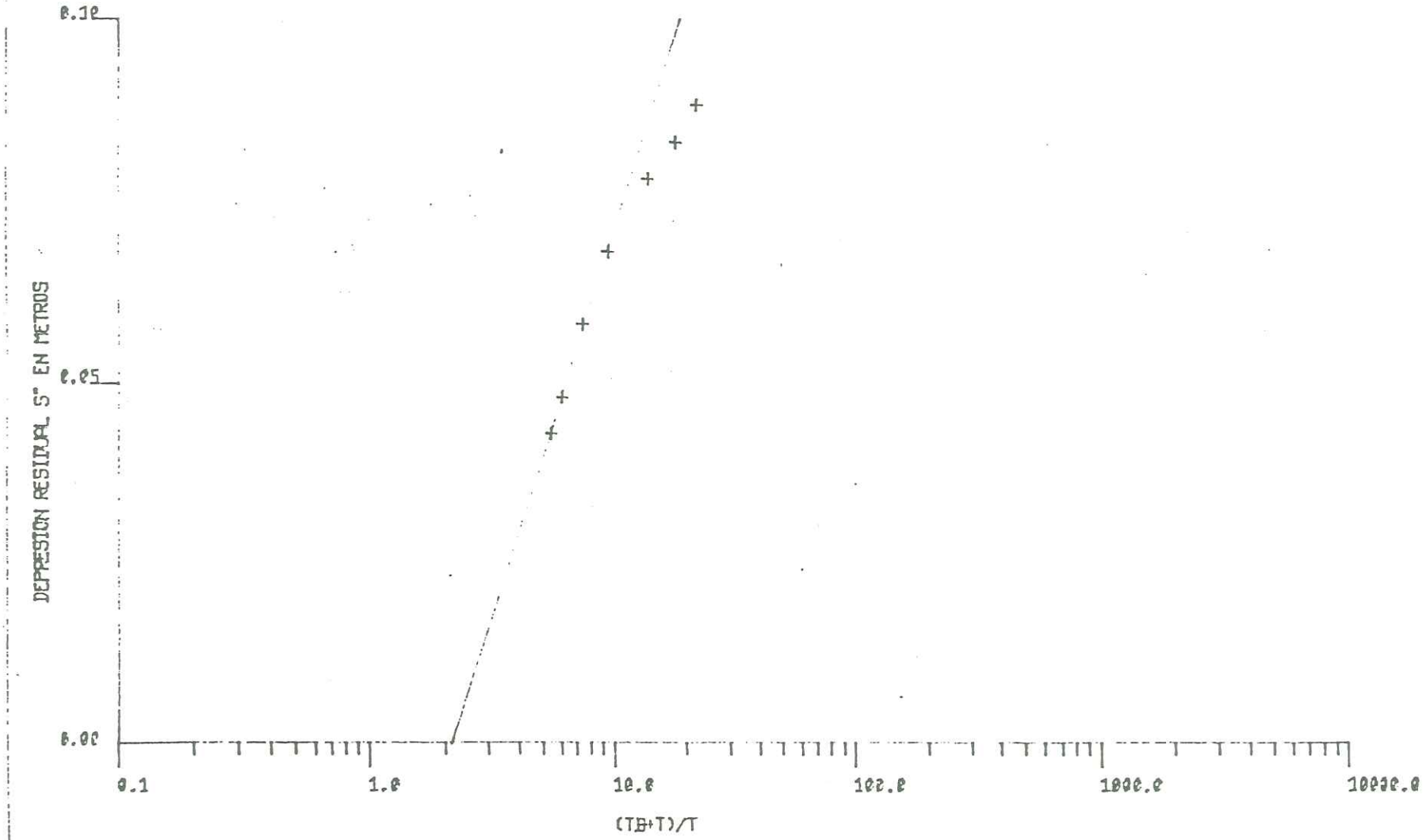
POZO DE OBSERVACION 60
DISTANCIA R EN M 26.5



FECHA 30787

CUENCA 47
POZO DE BOMBEO 57
CAUDAL DE BOMBEO EN M3/H 2.1

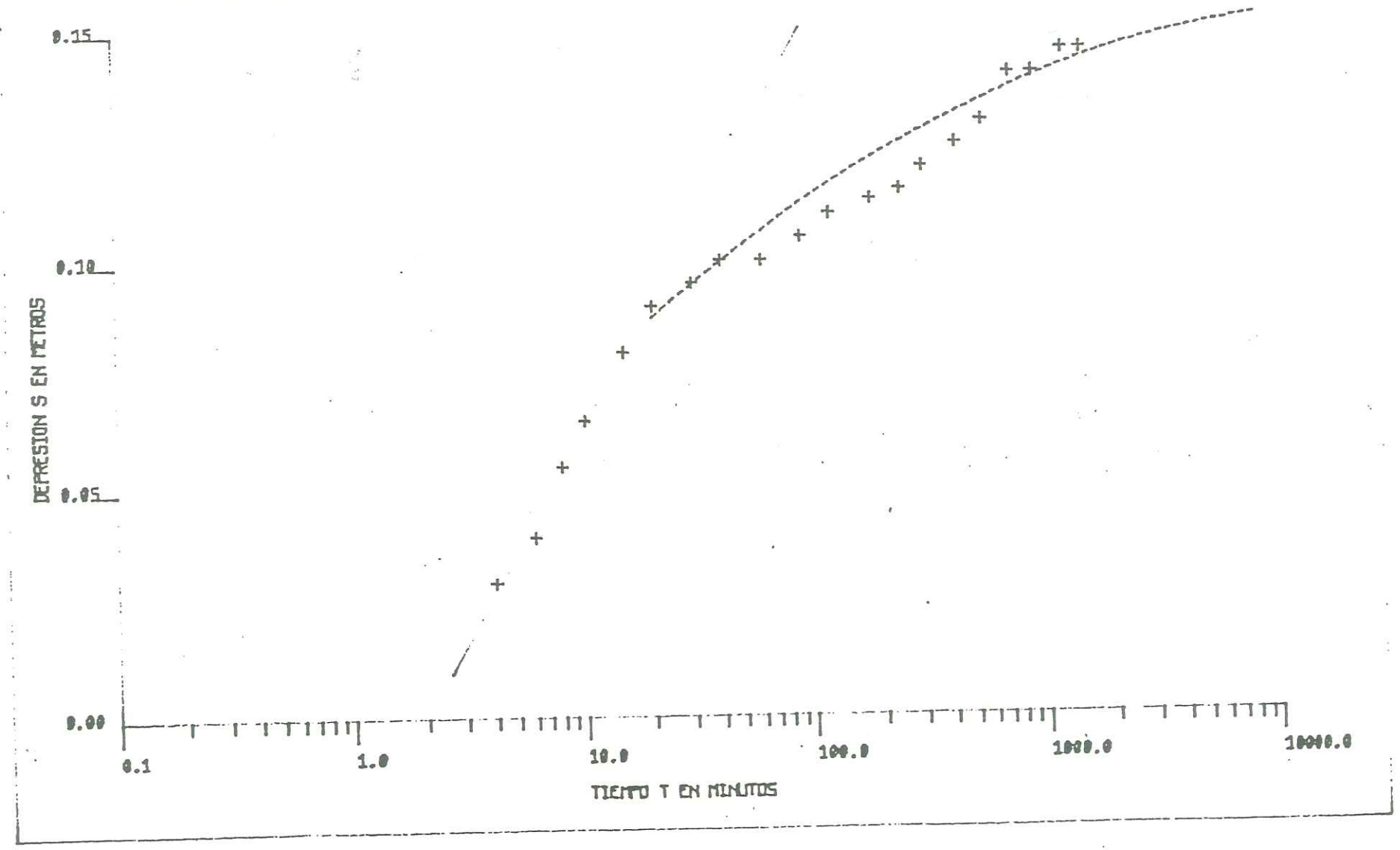
POZO DE OBSERVACION 60
DISTANCIA R EN M 28.9



FECHA 30687

CUENCA 47
POZO DE BOMBEO 54
CAUDAL DE BOMBEO EN M3/H 1.5

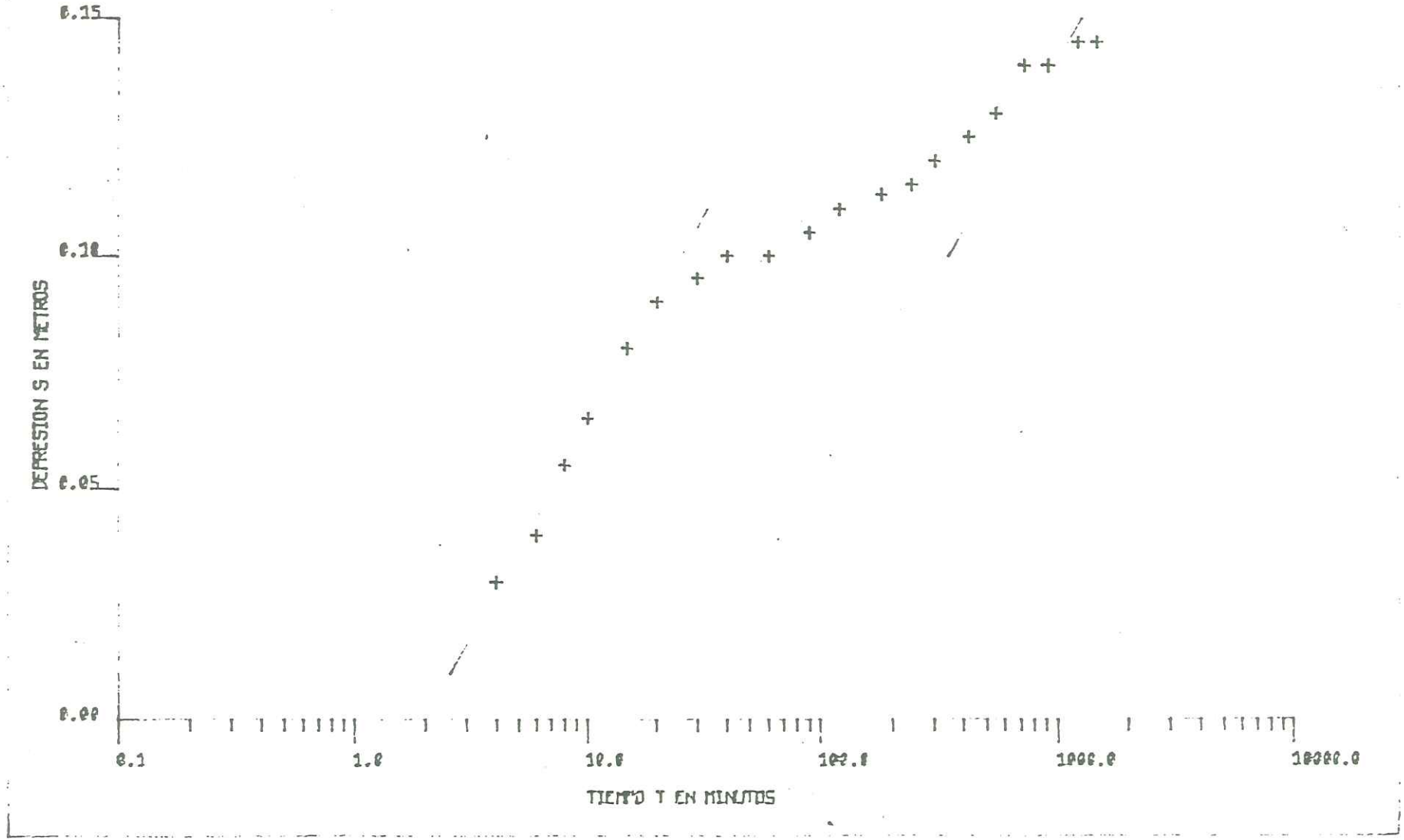
POZO DE OBSERVACION 55
DISTANCIA R EN M 12.3



FECHA 3#667

CUENCA 47
POZO DE BOMBEO 54
CAUDAL DE BOMBEO EN M3/H 1.5

POZO DE OBSERVACION 55
DISTANCIA R EN M 12.3



RESUMEN DE LOS DATOS DE LOS ENSAYOS POR BOMBEO

Metodo de interpretacion	RECUPERACION DE THEIS	
Fecha y hora de inicio del ensayo	30787	956
Pozo de bombeo	57	
Caudal del ensayo Q	2.1	m3/hora
Distancia r	0.00	m
Duracion del bombeo tb	1515.	minutos
Nivel estatico	2.340	m
Pendiente de la recta representativa ds	0.14	m
Transmisividad kD	67.0	m2/dia

Metodo de interpretacion		JACOB
Fecha y hora de inicio del ensayo	20787	900
Pozo de bombeo	57	
Caudal del ensayo Q	2.1	m3/hora
Distancia r	8.70	m
Pendiente de la recta representativa ds	0.19	m
Tiempo para depresion nula To	4.86E-02	dia
Transmisividad kD	49.6	m2/dia
Coeficiente de almacenamiento S	4.9E-07	
Argumento funcion del pozo u	2.2E-01	

Metodo de interpretacion	RECUPERACION DE THEIS	
Fecha y hora de inicio del ensayo	30787	956
Pozo de bombeo	57	
Caudal del ensayo Q	2.1	m3/hora
Distancia r	8.70	m
Duracion del bombeo tb	1515.	minutos
Nivel estatico	2.060	m
Pendiente de la recta representativa ds	0.19	m
Transmisividad kD	48.2	m2/dia

Metodo de interpretacion		THEIS
Fecha y hora de inicio del ensayo	20787	900
Pozo de bombeo	57	
Caudal del ensayo Q	2.1	m3/hora
Distancia r	8.70	m
Transmisividad kD	42.	m2/dia
Coeficiente de almacenamiento S	9.6E-02	
Valores en el punto de coincidencia		
Tiempo tA	2.1E-01	dia
Depresion sA	0.11	m
Argumento funcion del pozo uA	2.1E-01	
Funcion del pozo W(u)A	1.2E+00	

Metodo de interpretacion		THEIS
Fecha y hora de inicio del ensayo	20787	900
Pozo de bombeo	57	
Caudal del ensayo Q	2.1	m3/hora
Distancia r	8.80	m
Transmisividad kD	40.	m2/dia
Coeficiente de almacenamiento S	7.7E-02	
Valores en el punto de coincidencia		
Tiempo tA	2.1E-01	dia
Depresion sA	0.13	m
Argumento funcion del pozo uA	1.8E-01	
Funcion del pozo W(u)A	1.3E+00	

Metodo de interpretacion		JACOB
Fecha y hora de inicio del ensayo	20787	900
Pozo de bombeo	57	
Caudal del ensayo Q	2.1	m3/hora
Distancia r	8.80	m
Pendiente de la recta representativa ds	0.20	m
Tiempo para depresion nula To	4.22E-02	dia
Transmisividad kD	46.9	m2/dia
Coeficiente de almacenamiento S	5.8E-02	
Argumento funcion del pozo u	1.9E-01	

Metodo de interpretacion	RECUPERACION DE THEIS	
Fecha y hora de inicio del ensayo	30787	956
Pozo de bombeo	57	
Caudal del ensayo Q	2.1	m3/hora
Distancia r	8.80	m
Duracion del bombeo tb	1515.	minutos
Nivel estatico	2.080	m
Pendiente de la recta representativa ds	0.23	m
Transmisividad kD	40.9	m2/dia

Metodo de interpretacion		THEIS
Fecha y hora de inicio del ensayo	20787	900
Pozo de bombeo	57	
Caudal del ensayo Q	2.1	m3/hora
Distancia r	28.90	m
Transmisividad kD	80.	m2/dia
Coeficiente de almacenamiento S	3.5E-02	
Valores en el punto de coincidencia		
Tiempo tA	2.1E-01	dia
Depresion sA	0.03	m
Argumento funcion del pozo uA	4.4E-01	
Funcion del pozo W(u)A	6.4E-01	

Metodo de interpretacion		JACOB
Fecha y hora de inicio del ensayo	20787	900
Pozo de bombeo	57	
Caudal del ensayo Q	2.1	m3/hora
Distancia r	28.90	m
Pendiente de la recta representativa ds	0.10	m
Tiempo para depresion nula To	1.02E-01	dia
Transmisividad kD	96.7	m2/dia
Coeficiente de almacenamiento S	2.6E-02	
Argumento funcion del pozo u	1.5E-01	

Metodo de interpretacion	RECUPERACION DE THEIS	
Fecha y hora de inicio del ensayo	30787	956
Pozo de bombeo	57	
Caudal del ensayo Q	2.1	m3/hora
Distancia r	28.90	m
Duracion del bombeo tb	1515.	minutos
Nivel estatico	2.087	m
Pendiente de la recta representativa ds	0.11	m
Transmisividad kD	87.7	m2/dia

Metodo de interpretacion		HANTUSH
Fecha y hora de inicio del ensayo	30687	900
Pozo de bombeo	54	
Caudal del ensayo Q	1.5	m3/hora
Distancia r	12.30	m
Depresion maxima sm	0.15	m
Depresion en el punto de inflexion sp	0.08	m
Pendiente en el punto de inflexion ds	0.09	m
Tiempo en el punto de inflexion tp	9.33E-03	dia
2.3*sp/dsp=e**r/L*K0(r/L)	1.93	
r/L	0.27	
e**(-r/L)	7.64E-01	
Transmisividad kD	56.3	m2/dia
Coeficiente de almacenamiento S	1.9E-03	
Factor de filtracion L	46.	
Resist. hid. acuitardo c=D/k=L**2/kD	37.	

Metodo de interpretacion		BERKALOFF
Fecha y hora de inicio del ensayo	30687	900
Pozo de bombeo	54	
Caudal del ensayo Q	1.5	m3/hora
Distancia r	12.30	m
Pendiente de la recta representativa ds	0.09	m
Tiempo para depresion nula to	1.35E-03	dia
Tiempo para depresion nula ty	1.82E-02	dia
Tiempo finalizacion primer tramo tan	2.08E-02	dia
Tiempo iniciacion ultimo tramo ta	5.00E-01	dia
Indice de retardo alfa	8.91E-01	
Transmisividad kD	74.	m2/dia
Coeficiente de almacenamiento Sa+Sy	2.14E-02	
Coeficiente de almacenamiento Sa	1.48E-03	

OBJETIVOS DEL CENTRO

Incrementar el conocimiento sobre la magnitud, distribución y variabilidad de las aguas (atmosféricas), superficiales y subterráneas para su uso en la formulación y evaluación de políticas y programas que aseguren el uso más eficiente de los recursos hídricos.

Mejorar el conocimiento de la forma en que la sociedad usa el agua de modo de permitir el manejo del recurso y mejorar la estimación de las demandas.

Mejorar la comprensión de los procesos que afectan las propiedades y movimiento del agua en los sistemas hidrológicos.

Mejorar la capacidad de predecir la localización, momento y severidad de fenómenos hidrológicos naturales o producidos por el hombre de modo de minimizar las pérdidas de vidas y bienes.

Mejorar la capacidad de identificar y delimitar las áreas sujetas a fenómenos hidrológicos naturales y producidos por el hombre y proveer los medios para seleccionar el modo más eficiente de prevenir o reducir el riesgo de pérdidas de vida y disrupción de las actividades económicas.

Mejorar la comprensión de las relaciones entre los distintos componentes de los recursos hídricos y los factores ambientales y antrópicos para asegurar su preservación.

Proveer en tiempo y forma, información y pronósticos de eventos hidrológicos importantes y de situaciones de riesgo inminente al público y organismos gubernamentales.

Mejorar la coordinación de la colección, almacenamiento y difusión de la información hídrica de modo de mejorar su accesibilidad.

Establecer normas para la definición, precisión y formato de la información hídrica de modo de mejorar la comunicación y facilitar el intercambio entre los usuarios.

Compilar y mantener actualizado un Atlas descriptivo de las variables y parámetros geográficos, hidrológicos, de usos y de aprovechamientos de los recursos hídricos nacionales y de las regiones periféricas cuyo comportamiento los afecten o sobre las cuales influyan.

Diseminar el conocimiento adquirido de modo de mejorar el acceso del sector público y privado a la comprensión de la información y tecnología de los recursos hídricos.

Asistir a organizaciones académicas, políticas y ejecutivas, estatales o privadas para mejorar su capacidad de realizar investigaciones y acciones relacionadas con los recursos hídricos.

Centro de Investigaciones Hidrológicas Ezeiza
Casilla de Correo 23
(1802) Aeropuerto Ezeiza Prov. Bs. As.
ARGENTINA

Teléfonos: 620-9174
0094
0839
Télex: 17483 RCBAI AR