

401-26

CORPORACION CORFO	
Depto. Recursos Hidráulicos	
Ofna. Archivo	Nº.

COMISION DE INVESTIGACION CIENTIFICA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

CIC.55/66

Concepción, 10 de Mayo de 1966

DE NUESTRA CONSIDERACION:

Nos permitimos hacerle(s) llegar junto a la presente el Informe final de la Investigación N° 90 subvencionada con fondos de la Ley N° 14824, titulada "ESTUDIO DE FLUJO Y DIRECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS EN CANCHONES, SALAR DE PINTADOS, PAMPA DEL TAMARUGAL", realizada por los Profesores Pablo Dobud U. (M.Sc.), Werner Recke W. de nuestro Instituto y los Profesores Dr. Harold Behrens y Claudio Silva de la Universidad de Chile.-

Cualquiera otra información que Ud.(s) precise en relación a esta Investigación puede solicitarla a nombre del Prof. W. Recke (Casilla 3-C. Concepción).-

atentamente

Sin otro particular saluda a Ud.(s) muy

Prof. Orlando Paredes C.

Secretario

AL SEÑOR(ES)
JAIME DONOSO
DEPARTAMENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS - CORFO -
RAMON NIETO N° 920
SANTIAGO

OP/MP.

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
COMISION DE INVESTIGACION CIENTIFICA

INSTITUTO CENTRAL DE QUIMICA
SECCION RADIOQUIMICA

CORPORACION de FOMENTO
Depto. Recursos Hidráulicos
Ofna. Archivo No. 25

MFN 2615
IID 632E 0810

Codificado

ESTUDIO DE FLUJO Y DIRECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS EN CANCHONES, SALAR DE PINTADOS, PAMPA DEL TAMARUGAL



PABLO DOBUD URQUETA
WERNER RECKE W.
Instituto Central de Química
Universidad de Concepción

Dr. HAROLD BEHRENS L.
CLAUDIO SILVA
Departamento de Química
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

00810

1966

INTRODUCCION

El presente informe corresponde al Proyecto CIC N° 90, presentado como la primera etapa de un estudio sobre flujo y dirección de aguas subterráneas en parte de la Pampa del Tamarugal, en la zona de Canchones y Salar de Pintados, región ubicada en la Provincia de Tarapacá, Departamento de Iquique.

Los trabajos en el terreno se efectuaron entre el 11 y 28 de noviembre de 1965 y tuvieron por objeto estudiar estas variables en doce pozos distribuidos en dicha zona, que es objeto de estudios por la Corfo con fines de reforestación. Los pozos fueron perforados por la Sección Aguas Subterráneas de la Corfo, teniendo un diámetro de tres pulgadas enturbados con Rocalit y perforados en un 7 a 10% de su superficie total.

El método utilizado, dilución puntual de un isotopo radioactivo, fué el mismo que empleó por primera vez en Chile el Dr. Johann Mairhofer entre Diciembre de 1964 y Marzo de 1965. Este experto internacional en aplicación de isótopos en hidrología fué enviado a nuestro país por la Agencia Internacional de Energía Atómica con sede en Viena, a petición de nuestro Gobierno y dentro del Plan de Asistencia Técnica. El equipo utilizado en el presente trabajo es el mismo que trajo el Dr. Mairhofer a Chile.

Este estudio tiende a completar los correspondientes realizados en el proyecto de la Corfo de Reforestación de la Pampa de Tamarugal con los métodos clásicos.

La realización de este estudio fué posible gracias a la colaboración prestada por el Sr. Carlos Werner, Jefe de la Oficina de Corfo en Iquique; al Sr. Eduardo Falcon del Instituto de Investigaciones Geológicas, quien nos acompañó en todas las experiencias realizadas.

Agradecemos también al ingeniero agrónomo Sr. Francisco Araya, Jefe de la Estación Experimental de Canchones y al personal que tan eficientemente colaboró en nuestras labores.

Las características de los pozos, incluidas en este Informe, fueron suministradas por el Instituto de Investigaciones Geológicas, según los datos obtenidos por el perforista Sr. José Soto.

CONCEPCION, marzo de 1966.
mm.

Teoría

Entre los diversos métodos utilizados para medir el flujo de aguas subterráneas se encuentra el de dilución puntual, usado en este trabajo.

Este método consiste en esencia inyectar en un pozo a la profundidad de la napa equífera un trazador cualquiera y medir la disminución de éste con algún método adecuado, suponiendo que la disminución se debe exclusivamente al arrastre del indicador por el agua que fluye a través del pozo. Esta disminución del trazador es proporcional a la velocidad del agua subterránea.

Para ello se deben hacer las suposiciones siguientes:

- a) Que el régimen de flujo es estable (1)
- b) Que no existen flujos verticales
- c) Que la concentración del trazador en el volumen de medida es homogéneo en todo instante

Para obtener las condiciones enumeradas se utiliza el aparato diseñado por el Dr. J. Mairhofer, descrito en detalle en el informe precedente.

El trazador usado en todas las experiencias fué I^{131} , al estado de NaI.

El gasto en un pozo se puede definir:

$$Q = V_f \cdot F \quad (m^3/seg) \quad (1)$$

en que

V_f = Velocidad de filtración dentro del pozo

F = Sección vertical por la cual fluye el gasto Q .

1) Guizerix : p.27 Radioisotopes in Hydrology IAEA 1963 Viena.

Si en un volumen determinado V dentro del pozo se disuelve una cantidad x de trazador, la concentración estará dada por :

$$C = \frac{x}{V} \quad (2)$$

Suponiendo que la cantidad de agua Q que entra al pozo por unidad de tiempo es igual a la cantidad de mezcla Q que sale, la variación del trazador en el pozo se puede establecer de la siguiente manera:

$$\text{Variación } x = x \text{ que entra} - x \text{ que sale}$$

En un tiempo dt

entra : $Q \cdot 0 \cdot dt$ y

sale : $Q \cdot C \cdot dt$

de donde

$$dx = Q \cdot 0 \cdot dt - Q \cdot C \cdot dt$$

o sea

$$dx = - Q \cdot C \cdot dt \quad (3)$$

introduciendo (1) y (2) en (3) se obtiene:

$$dx = - \frac{V_f \cdot F \cdot x}{V} \cdot dt$$

e integrando:

$$\text{Log } \frac{x}{x_0} = - \frac{V_f \cdot F \cdot t}{V}$$

de donde

$$V_f : - \frac{V}{F \cdot t} \times \text{Log } \frac{x}{x_0}$$

Como el trazador usado es radioactivo, las condiciones de medida son siempre las mismas, las actividades A son proporcionales a las cantidades x del trazador, pudiéndose escribir por lo tanto:

$$V_f = - \frac{V}{F \cdot t} \log \frac{A}{A_0} \quad (4)$$

De los estudios de Ogilvi y Mairhofer se desprende que a esta ecuación hay que introducir un factor de corrección para obtener la velocidad real del agua subterránea.

El factor f' que introduce Ogilvi (2) toma en cuenta la deformación hidrodinámica producida por la presencia del pozo en función del filtro del relleno alrededor de éste y el factor f'' de Mairhofer 2) el porcentaje de superficie perforada del entubamiento. Ambos factores han sido determinados experimentalmente y se encuentran graficados para diversas condiciones. Fig A y B. De estos gráficos es fácil determinar el valor numérico correspondiente.

Si

$$f = f' \times f'' \quad (5)$$

se introduce en (4) se obtiene:

$$V_a = - \frac{V}{f \cdot F \cdot t} \times \log \frac{A}{A_0}$$

El equipo empleado y su uso se describen en detalle en el informe precedente, de fecha 6 de julio de 1965, de manera que en el presente solo se darán los datos recogidos, los cálculos correspondientes y las conclusiones a que se llega.

Pozo Huaica Canchones N°1.-

Fecha Experiencias: 11 Noviembre 1965.

Ubicación : 1,2 Km al Este de Huaica al lado del camino que une Huaica con Canchones.

Diámetro pozo : 3 pulgadas

Material tubo : Rocalit

N° de perforaciones: 2650

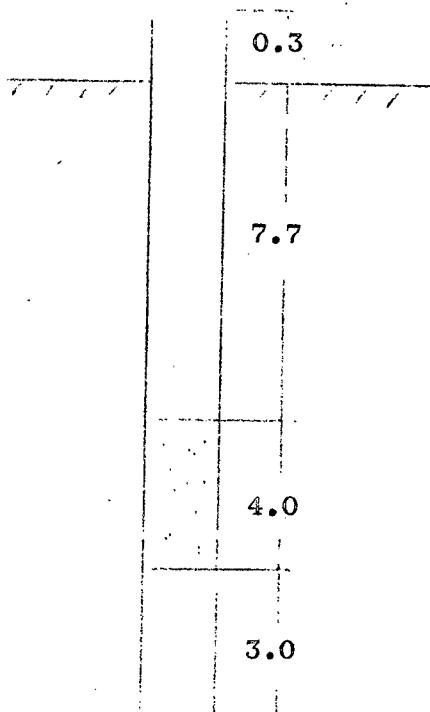
Diámetro perforaciones: 1/4 pulgadas

Longitud tubo perforado: 4 m.

Perfil pozo

Datos Perforación

No hay



Pozo Huaica-Canchones N°1

Medida de Velocidad

Experiencia N°1

Profundidad Medida: 11 m.

Contaminación residual C: 0,30 = 30%

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A. - C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	27800	166800	-	-	A.
0	24400	146400	0.877	0.577	
0,5	19500	117000	0.701	0.401	
1	16600	99600	0.597	0.297	
1.5	15100	90600	0.543	0.243	
2	14100	84600	0.507	0.207	
2.5	13800	82800	0.496	0.196	
3	13100	78600	0.471	0.171	
3.5	13000	78000	0.467	0.167	
4	13300	79800	0.478	0.178	
4.5	13600	81600	0.489	0.189	
5	12800	76800	0.460	0.160	
5.5	12800	76800	0.460	0.160	
6	12500	75000	0.449	0.149	
6.5	11900	71400	0.428	0.128	
7	11900	71400	0.428	0.128	
7.5	12400	74400	0.446	0.146	
8	11500	69000	0.413	0.113	
8.5	11400	68400	0.410	0.110	
9	12200	73200	0.438	0.138	
9.5	11200	67200	0.402	0.102	
10	11400	68400	0.410	0.110	
11	11300	67800	0.406	0.106	
12	10100	60600	0.363	0.063	
13	10300	61800	0.370	0.070	

Pozo Huaica - Canchones 1

Experiencia N° 1

Ejemplo de cálculo:

Se da en forma detallada y con todas las explicaciones necesarias el cálculo de la velocidad del agua correspondiente a la experiencia N° 1 del pozo Huaica - Canchones 1.

Para comodidad de los cálculos la fórmula se puede escribir:

$$V_a = \frac{V}{f.F.t} \times \text{Log} \frac{A_o}{A}$$

Dado que la sonda detectora es cilíndrica, el volumen V en el que se disuelve el isótopo es:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} h$$

y la sección vertical F

$$F = d \times h$$

Reemplazando se obtiene:

$$V_a = \frac{\pi \cdot d}{4 \cdot f \cdot t} \times \text{Log} \frac{A_o}{A}$$

El diámetro de todos los pozos es de 3 pulgadas, por lo tanto

$$d = 3 \text{ pulgadas} = 7,62 \text{ cm}$$

Además:

$$\text{Log} \frac{A_o}{A} = 2,3 \quad \log \frac{A_o}{A}$$

Reemplazando:

$$V_a = \frac{3.14 \times 7.62 \times 2.3}{4 \times f \times t} \times \log \frac{A_o}{A}$$

$$V_a = \frac{13.76}{f \times t} \times \log \frac{A_o}{A} \quad [\text{cm/seg}]$$

Determinación de f

Se calcula primero el por ciento de superficie perforada:

$$\% \text{ perf.} = \frac{\text{Sup. perforaciones} \times 100}{\text{Sup. total tubo perforado}}$$

$$\% \text{ perf.} = \frac{\text{Sup. l perf.} \times \text{N}^\circ \text{ Perf} \times 100}{\text{Sup. total tubo perforado}}$$

$$\text{Sup. perf.} = \pi r^2$$

$$\text{Sup. total} = \pi d h$$

Reemplazando

$$\% \text{ perf.} = \frac{r^2 \times 100 \times \text{N}^\circ \text{ perf.}}{d \cdot h}$$

El diámetro de todos los pozos es 3 pulgadas y el de todas las perforaciones 1/4 pulgadas.

Luego:

$$d = 3 \text{ pulgadas} = 7.62 \text{ cm.}$$

$$r = 1/8 \text{ " } = 0.3175 \text{ cm.}$$

De donde:

$$\% \text{ perf.} = \frac{(0.3175)^2 \times 100 \times \text{N}^\circ \text{ perf.}}{7.62 \times h}$$

$$\% \text{ perf.} = \frac{1.32 \times \text{N}^\circ \text{ perf.}}{h.}$$

Para este pozo:

N° perforaciones = 2650

$h = 4 \text{ m} = 400 \text{ cm}$

Luego:

$$\% \text{ perf.} = \frac{1,32 \times 2650}{400} = 8,73 \%$$

Del gráfico del Dr. Mairhofer se deduce que para este porcentaje de perforaciones

$$f'' = 0.9$$

y del gráfico de Ogilvi, ya que en torno al pozo no hay relleno

$$f' = 2.$$

$$\text{Luego } f = f' \times f'' = 0.9 \times 2 = 1.8$$

Determinación de A y A_o

Con los datos de la tabla correspondiente se dibuja un gráfico en papel semilogarítmico, en que en las ordenadas se lleva la razón A/A_o y en las abscisas el tiempo, obteniéndose la curva a. (Gráfico Pozo Huaica-Canchones 1 Exp. 1).

Como se puede apreciar en esta curva, la contaminación residual fué de un 30%. Restando este valor a la curva a, se obtiene la b, que es la que sirve para la determinación de la velocidad.

Esta curva se puede dividir en tres partes:

La bajada brusca al comienzo (1- línea punteada) corresponde a la dilución del isótopo en el volumen de medida.

La parte recta (2 - línea llena) corresponde efectivamente al arrastre del isótopo por el agua que fluye por el pozo y es la parte que sirve para la determinación de A y A_o .

La parte final (3 - línea punteada) que es prácticamente constante corresponde a la contaminación residual. En esta experiencia, esta parte de la curva no se midió, sino que se incluyó en forma arbitraria con fines de explicación. En otras experiencias se vé

claramente la parte tres.

Cualquier parte de la recta (2) sirve para determinar A y A_o, que se leen simplemente, lo mismo que el tiempo.

Así, para un tiempo:

$$t = 0 \text{ min.} = 0 \text{ seg} \quad A_o = 0,21$$

y para

$$t = 10 \text{ min.} = 600 \text{ seg} \quad A = 0,113$$

Cálculo de V_a

Teniendo todos los datos se introducen en la ecuación y se calcula V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \times t} \times \log \frac{A_o}{A} \quad [\text{cm/seg}]$$

En el caso presente:

$$f = 1,8$$

$$t = 600 \text{ seg.}$$

$$A_o = 0,21$$

$$A = 0,113$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,21}{0,113} = \log 1,86 = 0,269$$

Luego:

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,269}{1,8 \times 600} = 3,43 \times 10^{-3} \quad [\text{cm/seg}]$$

o expresado en m/ día

$$V_a = \frac{3,43 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 2,96 \quad [\text{m/día}]$$

o redondeando:

$$V_a = 3 \quad [\text{m/día}]$$

Pozo Huaica-Canchones N°1

Medida de Velocidad

Experiencia N°2

Profundidad Medida: 10 m.

Contaminación residual C : 0,20 = 20%

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A. - C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	2050	12300	-	-	A.
0	2050	12300	1.000	0.800	
0.5	2020	12120	0.985	0.785	
1	2060	12360	1.004	0.804	
1.5	2050	12300	1.000	0.800	
2	2060	12360	1.004	0.804	
2.5	1960	11760	0.956	0.756	
3	2110	12660	1.029	0.829	
3.5	2000	12000	0.975	0.775	
4	1930	11580	0.941	0.741	
4.5	1930	11580	0.941	0.741	
5	1870	11220	0.912	0.712	
5.5	1800	10800	0.878	0.678	
6	1680	10080	0.819	0.619	
6.5	1650	9900	0.804	0.604	
7	1530	9180	0.746	0.546	
7.5	1370	8220	0.668	0.468	
8	1270	7620	0.619	0.419	
8.5	1130	6780	0.551	0.351	
9	1100	6600	0.536	0.336	
9.5	990	5940	0.482	0.282	
10	1030	6180	0.502	0.302	
11	970	5820	0.473	0.273	
12	860	5160	0.419	0.219	
13	900	5400	0.439	0.239	
14	840	5040	0.409	0.209	
15	820	4920	0.400	0.200	
	C/60 seg				
20	4380	4380	0.356	0.156	
25	3990	3990	0.324	0.124	
30	3660	3660	0.297	0.097	
35	3610	3610	0.293	0.093	
40	3430	3430	0.278	0.078	

Pozo Huaica - Canchones N° 1

Experiencia N°2

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \times t} \times \log \frac{A_o}{A} \quad [\text{cm/seg}]$$

En este caso:

$$f = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min} = 0 \text{ seg} \quad A_o = 0.62$$

$$\text{Para } t = 10 \text{ min} = 600 \text{ seg} \quad A = 0.305$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0.62}{0.305} = \log 2,03 = 0.308$$

Luego

$$V_a = \frac{13,76 \times 0.308}{1,8 \times 600} = 3,92 \times 10^{-3} \quad [\text{cm/seg}]$$

$$\text{ó} \quad V_a = \frac{3,92 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 3,4 \quad [\text{m/día}]$$

Pozo Huaica - Canchones N° 1

Medida de Velocidad

Experiencia N° 3

Profundidad Medida : 10 m.

Contaminación residual C : 0.20 = 20%

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A. - C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	2300	13800	-	-	A.
0	2300	13800	1.000	0.800	
0.5	2312	13872	1.005	0.805	
1	2104	12624	0.914	0.714	
1.5	2199	13194	0.951	0.751	
2	2169	13014	0.943	0.743	
2.5	2265	13590	0.984	0.784	
3	2146	12876	0.933	0.733	
3.5	2135	12810	0.928	0.728	
4	2055	12330	0.893	0.693	
4.5	2075	12450	0.902	0.702	
5	2170	13020	0.943	0.743	
5.5	2022	12132	0.879	0.679	
6	2125	12750	0.923	0.723	
6.5	1947	11682	0.846	0.646	
7	1909	11454	0.830	0.630	
7.5	1760	10560	0.765	0.565	
8	1658	9948	0.720	0.520	
8.5	1606	9636	0.698	0.498	
9	1561	9366	0.700	0.500	
9.5	1504	9024	0.653	0.453	
10	1350	8100	0.586	0.386	
10.5	1273	7638	0.553	0.353	
11	1206	7236	0.524	0.324	
11.5	1141	6846	0.496	0.296	
12	1146	6876	0.498	0.298	
13	1146	6876	0.498	0.298	
15	1027	6162	0.446	0.246	
20	866	5196	0.376	0.176	
	C/60 seg				
30	4720	4720	0.342	0.142	
41	4073	4073	0.295	0.095	
50	3784	3784	0.274	0.074	
58	3528	3528	0.255	0.055	

Nota: En este pozo no se efectuaron medidas de dirección.

Pozo Huaica Canchones N°1

Experiencia N° 3

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \times t} \times \log \frac{A_0}{A} \quad [\text{cm/seg}]$$

En este caso:

$$f = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min} = 0 \text{ seg} \quad A_0 = 0.67$$

$$\text{Para } t = 10 \text{ min} = 600 \text{ seg} \quad A = 0.34$$

$$\log \frac{A_0}{A} = \log \frac{0.67}{0.34} = \log 1,97 = 0,294$$

Luego

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,294}{1,8 \times 600} = 3,75 \times 10^{-3} \quad [\text{cm/seg}]$$

$$\text{ó} \quad V_a = \frac{3,75 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 3,2 \quad [\text{m/día}]$$

El señor Eduardo Falcón del IIG. apreció en forma un poco diferente la pendiente de la recta útil, obteniendo para dos de las experiencias, valores de 2,1 y 2,6 m/día. Se decidió por lo tanto tomar como resultado final el término medio de los cinco resultados obtenidos :

$$V_a = \frac{2,1 + 2,6 + 3,0 + 3,4 + 3,2}{5} = 2,8 \quad [\text{m/día}]$$

Pozo Huaica - Canchones N° 2

Fecha Experiencia : 12 noviembre de 1965.

Ubicación: 1,2 Km al Este de Huaica al lado del camino que
une Huaica con Canchones.

Diámetro Pozo : 3 pulgadas

Material Tubo : Rocalit

N° de perforaciones: 2650

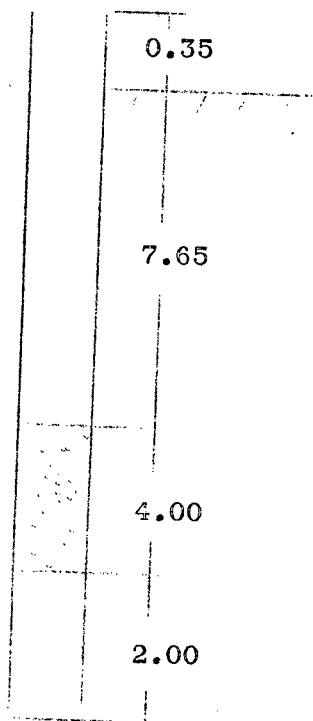
Diámetro Perforaciones: 1/4 pulgadas

Longitud Tubo perforado: 4 m.

Perfil Pozo

Datos Perforación

No hay



Pozo Huaica - Canchones N° 2

Medidas de Dirección

Dirección Norte : 0°

Experiencia N° 1

Grados	Actividad	
	C/30 seg	C/60 seg
0	1381	2762
40	1088	2176
80	1450	2900
120	1066	2132
160	1030	2060
200	1390	2780
240	1550	3100
280	1487	2974
320	1272	2544
360	1381	2762

Experiencia N°2

Grados	Actividad	
	C/30 seg	C/60 seg
0	1061	2122
20	1050	2100
60	1400	2800
100	1184	2368
140	972	1944
180	1150	2300
220	1200	2400
260	1373	2746
300	1275	2550
340	1050	2100

Experiencia N° 3

Grados	Actividad	
	C/30 seg	C/60 seg
60	1250	2500
100	1330	2660
140	1017	2034
180	1280	2560
220	1190	2380
260	1257	2514
300	1140	2280
340	992	1984

Experiencia N° 4

Grados	Actividad	
	C/30 seg	C/60 seg
0	700	1400
20	660	1320
40	720	1440
60	778	1556
80	778	1556
100	778	1556
120	675	1350
140	573	1196
160	564	1128
180	665	1330
200	660	1320
220	733	1466
240	700	1400
260	700	1400
280	727	1454
320	650	1300
360	665	1330

Experiencia N° 5

Grados	Actividad	
	C/30 seg	C/60 seg
180	740	1480
200	938	1876
220	1070	2140
260	1075	2150
280	893	1786
300	740	1480
320	628	1256
340	633	1266
360	665	1330

NOTA : En este pozo no se efectuaron medidas de velocidad.

Determinación de la Dirección

Bases teóricas: Si en un pozo, a la altura de la napa acuífera se inyecta un trazador radioactivo, éste será arrastrado por el agua en la dirección del flujo. Si además el trazador se fija en el terreno a través del cual es arrastrado, la mayor actividad con respecto al eje del pozo estará en la dirección que tiene el agua subterránea.

Al introducir a la altura de inyección del isótopo un detector colimado, que sólo puede medir radiaciones provenientes frente a su área sensible y girarlo en torno a su eje en 360° , se puede registrar la actividad en torno al eje del pozo.

Con las actividades medidas se hace un gráfico en coordenadas polares. La dirección que corresponde a la mayor actividad o la dirección que lleva la disminución del mínimo, que deben estar sobre una línea recta, es la del escurrimiento subterráneo.

El equipo usado para efectuar estas mediciones está descrito en detalle en el informe precedente. Como trazador se usó Rosa de Bengala marcada con I^{131} que tiene la propiedad de fijarse por algún tiempo en el terreno.

Dirección

Con los datos tabulados se confeccionó el gráfico correspondiente. En este gráfico se puede ver que el máximo está en la dirección 200° y la disminución del mínimo lleva la misma dirección.

Por lo tanto la dirección del agua subterránea es 200° , siendo la dirección Norte igual a 0° .

Pozo Huaica - Canchones N°3

Fecha Experiencias: 12 Noviembre de 1965.

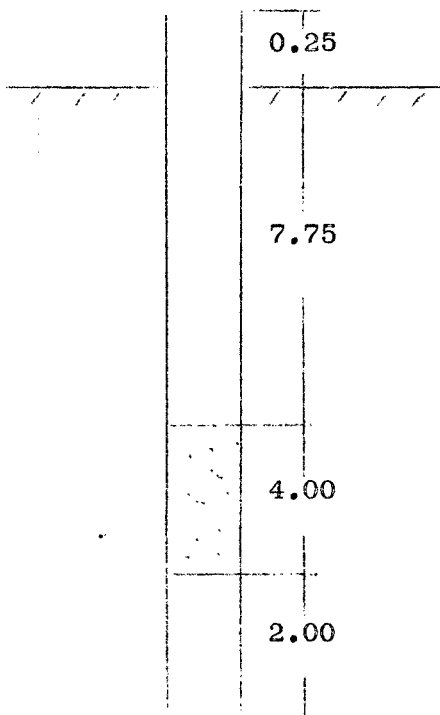
Ubicación : 1,2 Km al Este de Huaica al lado del camino que una Huaica con Canchones, aproximadamente 40 m. al Norte del pozo Huaica-Canchones N°1.

Diámetro pozo : 3 pulgadas
Material Tubo : Rocalit
N° de perforaciones: 2650
Diámetro perforaciones 1/4 pulgadas
Longitud tubo perforado : 4 m.

Perfil Pozo

Datos Perforación

No hay.



Pozo Huaica Canchones N°3

Medida de Velocidad

Experiencia N°1

Profundidad Medida : 11 m.

Contaminación residual C : $0.23 = 23 \%$

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A.-C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	41300	247800	-	-	A.
0	41300	247800	1.000	0.770	
0.5	35000	210000	0.847	0.617	
1.5	30800	184800	0.746	0.516	
2	28800	172800	0.700	0.470	
2.5	27200	163200	0.660	0.430	
3	26900	161400	0.651	0.421	
3.5	25900	155400	0.627	0.397	
4	25100	150600	0.607	0.377	
4.5	25200	151200	0.610	0.380	
5	24440	146640	0.591	0.361	
5.5	22900	137400	0.554	0.324	
6	23700	142200	0.573	0.343	
6.5	22900	137400	0.554	0.324	
7	23300	139800	0.564	0.334	
7.5	22400	134400	0.542	0.312	
8	21700	130200	0.525	0.295	
8.5	21200	127200	0.513	0.283	
9	21600	129600	0.523	0.293	
9.5	21900	131400	0.530	0.300	
10	20700	124200	0.501	0.271	

Pozo Huatica - Canchones N° 3

Experiencia N° 1

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \cdot t} \times \log \frac{A_o}{A} \quad [\text{cm/seg}]$$

Para este pozo el porcentaje de superficie perforada es:

$$\% \text{ perf.} = \frac{1,32 \times 2650}{400} = 8,7 \%$$

De los gráficos de Ogilvi y Mairhofer se deduce:

$$f' = 2$$

$$f'' = 0,9$$

$$\text{Luego } f = f' \times f'' = 2 \times 0,9 = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min.} = 0 \text{ seg}$$

$$A_o = 0,500$$

$$\text{Para } t = 8 \text{ min.} = 480 \text{ seg}$$

$$A = 0,295$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,500}{0,295} = \log 1,69 = 0,228$$

Luego:

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,228}{1,8 \times 480} = 3,63 \times 10^{-3} \quad [\frac{\text{cm}}{\text{seg}}]$$

$$\text{ó } V_a = \frac{3,63 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 3,1 \quad [\frac{\text{m}}{\text{día}}]$$

Pozo Huaica - Canchones N°3

Medida de Velocidad

Experiencia N° 2

Profundidad Medida: 11 m.

Contaminación residual C: $0.18 = 18\%$

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A.-C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	39000	234000	-	-	A.
0	26000	156000	0.666	0.486	
0.5	25100	150600	0.643	0.463	
1	24100	144600	0.617	0.437	
1.5	22100	132600	0.566	0.386	
2	19050	114300	0.488	0.308	
2.5	18200	109200	0.466	0.286	
3	17200	103200	0.441	0.261	
3.5	15500	93000	0.397	0.217	
4	15300	91800	0.392	0.212	
4.5	16000	96000	0.410	0.230	
5	15800	94800	0.405	0.225	
5.5	15500	93000	0.397	0.217	
6	15300	91800	0.392	0.212	
6.5	15600	93600	0.400	0.220	
7	15600	93600	0.400	0.220	
7.5	14000	84000	0.358	0.178	
8	14600	87600	0.374	0.194	
11	13300	79800	0.341	0.161	
15	11500	69000	0.294	0.114	
20	11200	67200	0.287	0.107	
25	11000	66000	0.282	0.102	
30	10200	61200	0.261	0.081	
35	9500	57000	0.243	0.063	
40	9100	54600	0.233	0.053	
45	8800	52800	0.225	0.045	
50	8300	49800	0.212	0.032	
55	8600	51600	0.220	0.040	
63	7000	42000	0.181	0.001	

Pozo Huaica - Canchones N°3

Experiencia N° 2

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \cdot t} \times \log \frac{A_o}{A} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

En este caso:

$$f = 1,8$$

Para $t = 0 \text{ min. } 0 \text{ seg}$

$$A_o = 0,305$$

Para $t = 10 \text{ min. } = 600 \text{ seg}$

$$A = 0,164$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,305}{0,164} = \log 1,86 = 0,270$$

Luego

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,270}{1,8 \times 600} = 3,44 \times 10^{-3} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$\text{ó } V_a = \frac{3,44 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 3,0 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Pozo Huaica - Canchones N°3

Medida de Velocidad

Experiencia N°3

Profundidad Medida : 11 m

Contaminación residual C : 0.18 = 18%

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A. - C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	57000	342000	-	-	A.
0	57000	342000	1.000	0.820	
0.5	50900	305400	0.892	0.712	
1	44800	268800	0.785	0.605	
1.5	41800	250800	0.733	0.553	
2	35900	215400	0.629	0.449	
2.5	35700	214200	0.626	0.446	
3	33300	199800	0.584	0.408	
3.5	32400	194400	0.568	0.388	
4	29900	179400	0.524	0.344	
4.5	29500	177000	0.517	0.337	
5	29600	177600	0.519	0.339	
5.5	28900	173400	0.507	0.327	
6	28300	169800	0.495	0.315	
6.5	26500	159000	0.464	0.284	
7	26300	157800	0.461	0.281	
7.5	25400	152400	0.441	0.261	
8	24800	148800	0.435	0.255	
8.5	23900	143400	0.419	0.239	
9	25300	151800	0.443	0.263	
9.5	25100	150600	0.440	0.260	
10	23400	140400	0.410	0.230	
11	22900	137400	0.401	0.221	
11.5	21800	130800	0.382	0.202	
12	21600	129600	0.378	0.198	
12.5	21200	127200	0.371	0.191	
13	21300	127800	0.373	0.193	
13.55	21700	130200	0.380	0.200	
14	21000	126000	0.368	0.188	
15	21100	126600	0.370	0.190	
16	20000	120000	0.350	0.170	

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A. - C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
17	18500	111000	0.324	0.144	
18	18200	109200	0.319	0.139	
19	17400	104400	0.305	0.125	
20	17200	103200	0.301	0.121	
21	17500	105000	0.307	0.127	
22	16700	100200	0.292	0.112	
23	16000	96000	0.280	0.100	
24	16400	98400	0.287	0.107	
25	15700	94200	0.275	0.095	
26	15600	93600	0.273	0.093	
27	15600	93600	0.273	0.093	
28	14700	88200	0.257	0.077	
29	14400	86400	0.252	0.072	
30	14100	84600	0.247	0.067	
31	14600	87600	0.256	0.076	
32	14300	85800	0.250	0.070	
33	13400	80400	0.235	0.055	
34	13800	82800	0.242	0.062	
35	12900	77400	0.226	0.046	
36	12600	75600	0.221	0.041	
37	13400	80400	0.235	0.055	
38	12400	74400	0.217	0.037	
39	12400	74400	0.217	0.037	
40	11900	71400	0.208	0.028	
41	12900	77400	0.226	0.046	
42	11900	71400	0.208	0.028	
43	11300	67800	0.198	0.018	
44	11600	69600	0.203	0.023	
47	11500	69000	0.203	0.023	
52	10500	63000	0.184	0.004	
57	10800	64800	0.189	0.009	

Nota: En este pozo no se efectuaron medidas de dirección.-

Pozo Huaica - Canchones N°3

Experiencia N° 3

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \cdot t} \times \log \frac{A_o}{A} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

En este caso:

$$f = 1,8$$

$$\text{Para } t = 10 \text{ min.} = 600 \text{ seg}$$

$$A_o = 0,26$$

$$\text{Para } t = 24 \text{ min.} = 1440 \text{ seg}$$

$$A = 0,10$$

$$\text{El tiempo será : } 1440 - 600 = 840 \text{ seg}$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,26}{0,10} = \log 2,60 = 0,415$$

Luego

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,415}{1,8 \times 840} = 3,77 \times 10^{-3} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$\text{ó } V_a = \frac{3,77 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 3,2 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

El resultado final será el término medio de las medidas, o sea:

$$V_a = \frac{3,1 + 3,0 + 3,2}{3} = 3,1 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Pozo Enap - Norte

Fecha Experiencias: 24 Noviembre - 1965

Ubicación : 6,6 Km al sur de Canchones (Ver plano)

Diámetro Pozo : 3 pulgadas

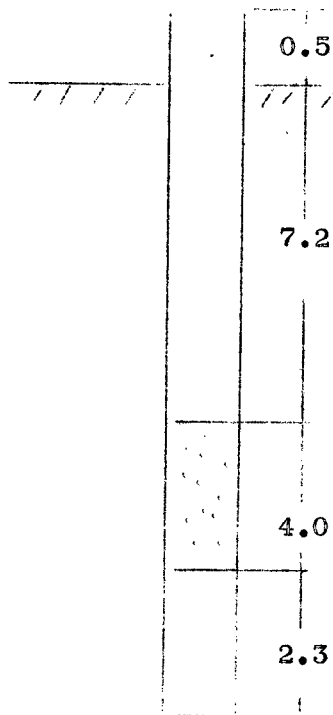
Material tubo : Rocalit

N° de Perforaciones: 2544

Diámetro Perforaciones: 1/4 pulgadas

Longitud tubo perforado: 4 m.

Perfil Pozo



Datos Perforación

Profundidad	Material atravesado
0 - 3 m	Arcilla Roja
3 - 5 m	Arcilla con Arena
5 - 5,5 m	Grava
5,5-7 m	Arcilla con Arena
7 - 9,5 m	Arena
9,5- 11,5 m	Grava con Arena
11,5- 12 m	Arcilla con Arena
12 - 13,5 m	Arcilla

Pozo: Enap - Norte

Medida de Velocidad

Experiencia N° 1

Profundidad Medida: 9.70

Contaminación residual: C = 0.25 o sea 25%

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A.-C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	5860	35160	-	-	A.
0	4960	29760	0.843	0.593	
0.5	4770	28620	0.813	0.563	
1	4400	26400	0.750	0.500	
1.5	3810	22860	0.650	0.400	
2	3270	19620	0.558	0.308	
2.5	2840	17040	0.484	0.234	
3	2340	14040	0.399	0.149	
3.5	2070	12420	0.353	0.108	
4	2040	12240	0.348	0.098	
4.5	1840	11040	0.313	0.063	
5	1810	10860	0.308	0.058	
5.5	1770	10620	0.302	0.052	
6	1840	11040	0.313	0.063	
6.5	1770	10620	0.302	0.052	
7	1650	9900	0.281	0.031	
7.5	1680	10080	0.286	0.036	
8	1680	10080	0.286	0.036	
8.5	1770	10620	0.302	0.052	
9	1690	10140	0.288	0.038	
9.5	1660	9960	0.283	0.033	
10	1600	9600	0.273	0.023	
11	1610	9660	0.274	0.024	
12	1650	9900	0.281	0.031	
13	1620	9720	0.276	0.026	
14	1620	9720	0.276	0.026	
15	1670	10020	0.284	0.034	
20	1640	9840	0.279	0.029	
	c/60 seg				
25	9650	9650	0.274	0.024	
30	9500	9500	0.270	0.020	
35	9560	9560	0.271	0.021	
45	9560	9560	0.271	0.021	
60	9350	9350	0.266	0.016	
75	9160	9160	0.260	0.010	
90	9915	9915	0.281	0.031	

Pozo Enap Norte

Experiencia N°1

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \cdot t} \times \log \frac{A_o}{A} \quad [\text{cm/seg}]$$

Para este pozo el porciento de superficie perforada es:

$$\% \text{ perf.} = \frac{1,32 \times 2544}{400} = 8,4 \%$$

De los gráficos de Ogilvi y Mairhofer se deduce:

$$f' = 2$$

$$f'' = 0,9$$

$$\text{Luego } f = f' \times f'' = 2 \times 0,9 = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min.} = 0 \text{ seg}$$

$$A_o = 0,059$$

$$\text{Para } t = 15 \text{ min.} = 900 \text{ seg}$$

$$A = 0,034$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,059}{0,034} = \log 1,74 = 0,240$$

Luego:

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,240}{1,8 \times 900} = 2,11 \times 10^{-3} \quad [\text{cm/seg}]$$

$$\text{ó } V_a = \frac{2,11 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 1,8 \quad [\text{m/día}]$$

Pozo : Enap-Norte

Medida de Velocidad

Experiencia N° 2

Profundidad Medida: 9.0 m.

Contaminación residual C: 0.20 = 20%

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A.-C	Observaciones
	6/10 seg	C/60 seg			
-	15300	91800	-	-	A
0	4570	27420	0.298	0.098	
0.5	4500	27000	0.294	0.094	
1	4560	27360	0.298	0.098	
1.5	4560	27360	0.298	0.098	
2	4510	27060	0.294	0.094	
3	4570	27420	0.298	0.098	
4	4530	27180	0.295	0.095	
5	4630	27960	0.304	0.104	
6	4470	26820	0.292	0.092	
9	4340	26040	0.283	0.083	
10	4380	26280	0.286	0.086	
11	4390	26340	0.286	0.086	
12	4460	26760	0.291	0.091	
13	4360	26160	0.284	0.084	
14	4360	26160	0.284	0.084	
15	4360	26160	0.284	0.084	
20	4250	25500	0.277	0.077	
25	4160	24960	0.271	0.071	
30	4110	24660	0.268	0.068	
35	3950	23700	0.258	0.058	
40	4000	24000	0.261	0.061	
45	3950	23700	0.258	0.058	
50	3750	22500	0.245	0.045	

Pozo : Enap - Norte

Medidas de Dirección

Dirección Norte : 0°

Experiencia N° 1

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0°	6527	26028
40°	5834	23336
80°	4366	17464
120°	2782	11128
160°	2179	8716
200°	2076	8304
240°	2458	9832
280°	3291	13164
320°	4509	18036

Experiencia N°2

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0°	5127	20508
20°	5544	22216
60°	5206	20824
100°	3606	14424
140°	2364	9456
180°	2292	9168
220°	2347	9388
260°	3477	13908
300°	4440	17760
340°	4910	19640

Experiencia N° 3

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0°	5243	20972
20°	5203	20812
40°	5307	21228
60°	4716	18864
80°	3883	15532
100°	3436	13744
120°	2523	10092
140°	2177	8708
160°	2162	8642
180°	2109	8436
200°	2350	9400
220°	2632	10528
240°	3258	13032
260°	3909	15636
280°	4245	16980
300°	4319	17276
320°	4523	18092
340°	4679	18716

Experiencia N° 4

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0°	6536	26144
20°	5218	20872
40°	4952	19808
60°	4219	16876
80°	3562	14248
100°	3287	13148
120°	2842	11368
140°	2731	10924
160°	3230	12920
180°	3684	14736
200°	3785	15140
220°	4469	17876
240°	4470	17880
260°	4424	17969
280°	4307	17228
300°	3923	15692
320°	3721	14884
340°	3712	14848

Experiencia N° 5

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0°	3937	15748
20°	4540	18160
40°	4965	19860
60°	2963	11852
80°	3153	12612
100°	3115	12460
120°	2955	11820
140°	3212	12848
160°	3642	14568
180°	4185	16740
200°	3710	14840
220°	4029	16116
240°	4511	18044
260°	4507	18028
280°	4355	17420
300°	3816	15264
320°	3756	15024
340°	3669	14676
0°	3749	14996

Experiencia N° 6

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0°	2957	11828
20°	2776	11104
40°	2276	9104
60°	2282	9120
80°	2342	9368
100°	2497	9988
120°	2567	10268
140°	2700	10800
160°	2849	11396
180°	3023	12092
200°	2906	11624
220°	3308	13232
240°	3399	13596
260°	3481	13924
280°	3293	13172
300°	3220	12880
320°	2864	11456
340°	2924	11696
0°	3022	12088

Pozo Enap Norte

Experiencia N°2

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \times t} \times \log \frac{A_o}{A} \quad [\text{cm/seg}]$$

En este caso:

$$f = 1,8$$

Para $t = 0 \text{ min.} = 0 \text{ seg}$

$$A_o = 0,100$$

Para $t = 20 \text{ min.} = 1200 \text{ seg}$

$$A = 0,0745$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,100}{0,0745} = \log 1,345 = 0,129$$

$$\text{Luego } V_a = \frac{13,76 \times 0,129}{1,8 \times 1200} = 8,5 \times 10^{-4} \quad [\text{cm/seg}]$$

$$\text{ó } V_a = \frac{8,5 \times 10^{-4} \times 86400}{100} = 0,74 \quad [\text{m/día}]$$

El resultado final será el término medio de las dos medidas, o sea:

$$V_a = \frac{1,8 \times 0,74}{2} = 1,3 \quad [\text{m/día}]$$

Dirección: Del gráfico correspondiente se ve que el agua fluye en la dirección de 220° .

Pozo Tirana 1

Fecha Experiencias: 12 noviembre 1965.

Ubicación: 7,5 Km al Norte del Pueblo La Tirana(Ver plano).

Diámetro Pozo : 3 pulgadas

Material tubo : Rocalit

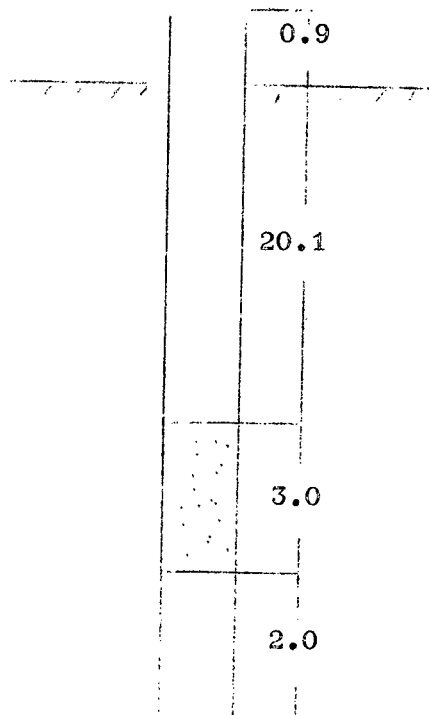
N° de Perforaciones: 1830

Diámetro Perforaciones : 1/4 pulgadas

Longitud tubo Perforado: 3 m.

Perfil Pozo

Datos Perforación



Profundidad	Material atravesado
0. - 2.5 m	Arcilla
2.5 - 3.0 m	Arenisca Dura
3.0 - 18.0 m	Capas intercaladas de Arcilla, Arenisca y Arena
18.0 - 19.5 m	Arena Gruesa
19.5 - 25.0 m	Arena con algunas capas aisladas de Arcilla
25.0 - 25.5 m	Grava
25.5 - 35.0 m	Arcilla con capas arenas

Pozo Tirana 1

Medida de Velocidad

Experiencia N° 1

Profundidad Medida : 24 m.

Contaminación residual C: 0,30 = 30%

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A. - C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	78000	468000	-	-	A.
0	78000	468000	1.000	0.700	
0.5	80000	480000	1.025	0.725	
1	78600	471600	1.007	0.707	
1.5	76500	459000	0.980	0.680	
2	77300	463800	0.991	0.691	
2.5	75300	451800	0.965	0.665	
3	74700	448200	0.957	0.657	
3.5	76200	457200	0.976	0.676	
4	75200	451200	0.964	0.664	
4.5	75300	451800	0.965	0.665	
5	72800	436800	0.933	0.633	
5.5	75200	451200	0.964	0.664	
6	72700	436200	0.932	0.632	
6.5	73300	439800	0.939	0.639	
7	72600	435600	0.930	0.630	
7.5	72000	432000	0.923	0.623	
8	71400	428400	0.915	0.615	
9	71500	429000	0.916	0.616	
14	62690	376140	0.803	0.503	
19	63400	380400	0.812	0.512	
24	58600	351600	0.750	0.450	
29	57000	342000	0.730	0.430	
34	53500	321000	0.685	0.385	
39	52000	312000	0.666	0.366	
44	49300	295800	0.632	0.332	
49	46900	281400	0.601	0.301	
54	44000	264000	0.564	0.264	
59	43500	261000	0.557	0.257	
64	40600	243600	0.520	0.220	
69	38500	231000	0.493	0.193	
74	37900	227400	0.485	0.185	
81	36600	219600	0.469	0.169	

NOTA: En este pozo no se efectuaron medidas de dirección.

Pozo Tirana 1

Experiencia N° 1

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \times t} \times \log \frac{A_o}{A} \quad \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

Para este pozo el porciento de superficie perforada es:

$$\% \text{ perf.} : \frac{1,32 \times 1830}{300} = 8,0 \%$$

De los gráficos de Ogilvi y Mairhofer se deduce:

$$f' = 2$$

$$f'' = 0,9$$

Luego:

$$f = f' \times f'' = 2 \times 0,9 = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min.} = 0 \text{ seg}$$

$$A_o = 0,72$$

$$\text{Para } t = 20 \text{ min.} = 1200 \text{ seg}$$

$$A = 0,50$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,72}{0,50} = \log 1,44 = 0,158$$

Luego

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,158}{1,8 \times 1200} = 1,00 \times 10^{-3} \quad \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$\delta \quad V_a = \frac{1,00 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 0,86 \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Pozo Tirana 3

Fecha experiencias: 12 noviembre 1965.

Ubicación: 7,5 Km al Norte del Pueblo La Tirana (Ver Plano)

Diámetro Pozo: 3 pulgadas

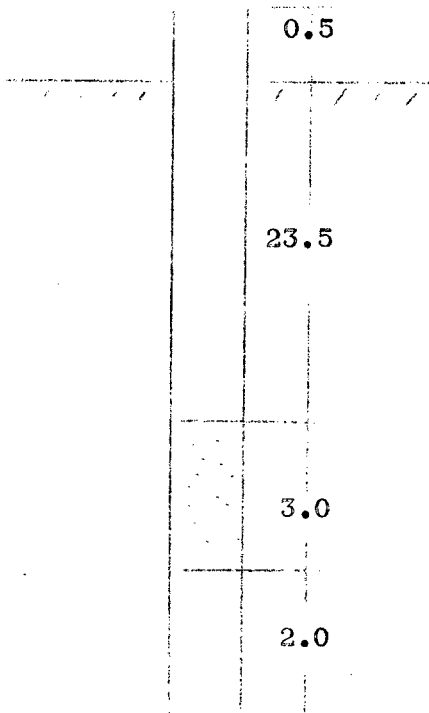
Material tubo: Rocalit

N° de Perforaciones: 1830

Diámetro Perforaciones: 1/4 pulgadas

Longitud tubo Perforado: 3 m.

Perfil Pozo



Datos Perforación

Profundidad	Material atravesado
0 - 2 m	Arcilla
2 - 18 m	Capas areniscas dura intercalada con arena y arcilla
18 - 26 m	capa arena y grava bajo presión
26 - 28 m	capa dura arcilla limosa
28 - 31 m	Arena poca arcilla
31 - 32 m	Grava
32 - 35 m	Arena poca arcilla.

Pozo Tirana 3

Medida de Velocidad

Experiencia N° 1

Profundidad Medida : 24,5 m

Contaminación residual C: 0,30 = 30%

Tiempo min	Actividad		A/A.	A/A - C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	59800	360800	-	-	A.
0	59800	360800	1.000	0.700	
0.5	58000	348000	0.964	0.664	
1	54000	324000	0.898	0.598	
1.5	54400	326400	0.904	0.604	
2	54500	327000	0.906	0.606	
2.5	55000	330000	0.915	0.615	
3	52000	312000	0.864	0.564	
3.5	55600	333600	0.924	0.624	
4	54400	326400	0.904	0.604	
4.5	53500	321000	0.889	0.589	
5	55200	331200	0.917	0.617	
10	54100	324600	0.899	0.599	
20	40700	244200	0.676	0.376	
30	48500	291000	0.806	0.506	
40	45800	274800	0.762	0.462	
50	45300	271800	0.753	0.453	

NOTA : En este pozo no se efectuaron medidas de dirección.

Pozo Tirana 3
Experiencia N°1

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \times t} \times \log \frac{A_o}{A} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

Para este pozo el porcentaje de superficie perforada es:

$$\% \text{ perf.} : \frac{1,32 \times 1830}{300} = 8,0 \%$$

De los gráficos de Ogilvi y Mairhofer se deduce :

$$f' = 2$$

$$f'' = 0,9$$

Luego:

$$f = f' \times f'' = 2 \times 0,9 = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min.} = 0 \text{ seg}$$

$$A_o = 0,64$$

$$\text{Para } t = 30 \text{ min.} = 1800 \text{ seg}$$

$$A = 0,50$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,64}{0,50} = \log 1,28 = 0,107$$

$$\text{Luego } V_a = \frac{13,76 \times 0,107}{1,8 \times 1800} = 4,54 \times 10^{-4} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$\text{ó } V_a = \frac{4,54 \times 10^{-4} \times 86400}{100} = 0,39 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

$$\text{o sea } 0,4 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Pozo Panamericana - N° 2

Fecha experiencia : 13 Noviembre - 1965

Ubicación: En el cruce carretera Panamericana con cañería agua potable a Iquique.

Diámetro pozo : 3 pulgadas

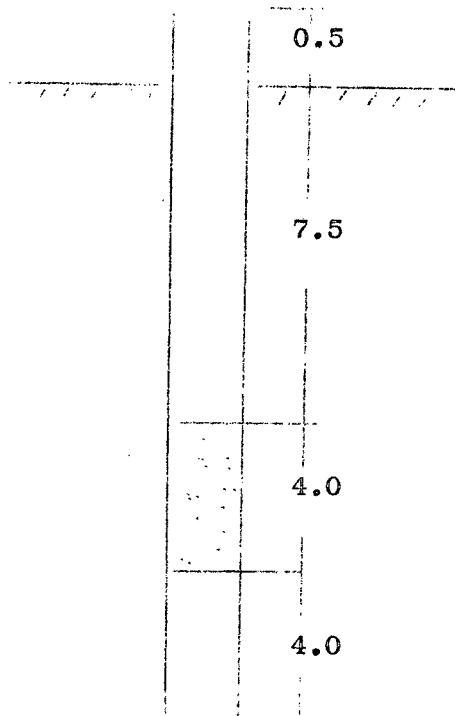
Material tubo : Rocalit

N° de Perforaciones: 2342

Diámetro perforaciones: 1/4 pulgadas

Longitud tubo perforado: 4 m.

Perfil Pozo



Datos Perforación
Profundidad Material Atravesado

0.-	0.10 m	sal
0.10 -	1.0 m	arena fina
1.0 -	8.0	arcilla con
		algunas capas arena
8.0 -	12.0	grava con arena -
12.0 -	17.0	arcilla con poca arena

Pozo Panamericana N°2

Medida de Velocidad

Experiencia N°1

Profundidad Medida: 11 m

Contaminación residual C: 0.16 = 16%

Tiempo min.	Actividad		A/A°	A/A° - C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	3199	19140	-	-	A°
0	3199	19140	1.000	0.840	
0.5	1663	9978	0.521	0.361	
1.0	1527	9162	0.478	0.318	
1.5	1513	9078	0.474	0.314	
2	1537	9222	0.481	0.321	
2.5	1444	8664	0.452	0.292	
3	1400	8400	0.438	0.278	
3.5	1275	7650	0.399	0.239	
4	1143	6858	0.358	0.198	
4.5	1203	7218	0.377	0.217	
5	1133	6798	0.355	0.195	
5.5	1085	6510	0.340	0.180	
6	1020	6120	0.319	0.159	
6.5	1050	6300	0.329	0.169	
7	1060	6360	0.332	0.172	
7.5	1050	6300	0.329	0.169	
8.5	976	5856	0.305	0.145	
9	960	5760	0.300	0.140	
9.5	942	5652	0.295	0.135	
10	1003	6018	0.314	0.154	
11	959	5754	0.300	0.140	
11.5	888	5328	0.278	0.118	
12	901	5406	0.282	0.122	
12.5	887	5322	0.278	0.118	
13	880	5280	0.275	0.115	
13.5	875	5250	0.274	0.114	
14	863	5178	0.270	0.110	
20	835	5010	0.261	0.101	
25	772	4632	0.242	0.082	
30	735	4410	0.230	0.070	
35	739	4431	0.231	0.071	
-	C/60 seg				
189	3172	3172	0.165	0.005	

Pozo Panamericana 2

Experiencia N°1

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \cdot t} \times \log \frac{A_o}{A} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

Para este pozo el porciento de superficie perforada es:

$$\% \text{ perf.} = \frac{1,32 \times 2342}{400} = 7,7 \%$$

De los gráficos de Ogilvi y Mairhofer se deduce:

$$f' = 2$$

$$f'' = 0,9$$

Luego:

$$f = f' \times f'' = 2 \times 0,9 = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min.} = 0 \text{ seg}$$

$$A_o = 0,28$$

$$\text{Para } t = 10 \text{ min.} = 600 \text{ seg}$$

$$A = 0,14$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,28}{0,14} = \log 2,00 = 0,301$$

Luego

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,301}{1,8 \times 600} = 3,83 \times 10^{-3} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$\text{ó } V_a = \frac{3,83 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 3,3 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Pozo Panamericana N°2

Medida de Velocidad

Experiencia N°2

Profundidad medida : 9 m.

Contaminación residual C: 0.35 = 35%

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A.-C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	7915	47490	-	-	A.
0	7915	47490	1.000	0.650	
0.5	6572	45432	0.956	0.606	
1	5765	33990	0.715	0.365	
1.5	5212	31272	0.658	0.308	
2	5059	30354	0.639	0.289	
2.5	4695	28170	0.593	0.243	
3	4360	26160	0.550	0.200	
3.5	4357	26142	0.550	0.200	
4	4115	24690	0.519	0.169	
4.5	3970	23820	0.501	0.151	
5	3899	23394	0.492	0.142	
5.5	3767	22602	0.475	0.125	
6	3730	22380	0.471	0.121	
6.5	3520	21120	0.444	0.094	
7	3500	21000	0.442	0.092	
7.5	3555	21330	0.449	0.099	
8	3344	20064	0.422	0.072	
8.5	3388	20328	0.428	0.078	
9	3354	20124	0.423	0.073	
9.5	3342	20052	0.421	0.071	
10	3344	20064	0.422	0.072	
11	3404	20424	0.430	0.080	
12	3300	19800	0.416	0.066	
13	3368	20208	0.425	0.075	
14	3244	19464	0.409	0.059	
15	3150	18900	0.397	0.047	
18	3120	18720	0.392	0.042	
	C/30 seg				
23	8973	17946	0.377	0.027	
28	8800	17600	0.370	0.020	

Pozo Panamericana N° 2

Medidas de Dirección

Dirección Norte = 11° Este

Experiencia N°1

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
20°	2355	9420
60°	2146	8584
100°	2160	8640
140°	2270	9080
180°	2422	9688
220°	3541	14164
260°	1976	7904
300°	1519	6076
340°	1364	5456

Experiencia N°2

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0°	2375	9500
40°	1821	7284
60°	2595	10384
100°	2759	11036
140°	2349	9396
180°	3149	12596
220°	4073	16292
260°	3852	15408
300°	2945	11780
340°	2397	9588

Experiencia N°3

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0°	1664	6656
80°	3400	13600
120°	3874	15496
160°	4171	16684
200°	4143	16572
220°	3999	15996
240°	3602	14408
280°	3776	15104
320°	2765	11060

Pozo Panamericana 2

Experiencia N°2

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \cdot t} \times \log \frac{A_o}{A} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

En este caso:

$$f = 1,8$$

$$\text{Para } t = 10 \text{ min.} = 600 \text{ seg}$$

$$A_o = 0,074$$

$$\text{Para } t = 20 \text{ min.} = 1200 \text{ seg}$$

$$A = 0,033$$

El tiempo será: $1200 - 600 = 600 \text{ seg.}$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,074}{0,033} = \log 2,24 = 0,350$$

Luego

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,350}{1,8 \times 600} = 4,46 \times 10^{-3} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$\text{ó } V_a = \frac{4,46 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 3,8 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

El resultado final será el término medio de las medidas:

$$V_a = \frac{3,3 + 3,8}{2} = 3,5 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Dirección: Del gráfico correspondiente se ve que el agua fluye en la dirección de 200° (corregido para la desviación de la colocación de la brújula).

Pozo Panamericana 4

Fecha experiencias: 26 Noviembre de 1965.

Ubicación: Al lado de la Cantera Panamericana, 11,2 Km al Norte de Pintados.

Diámetro Pozo: 3 pulgadas

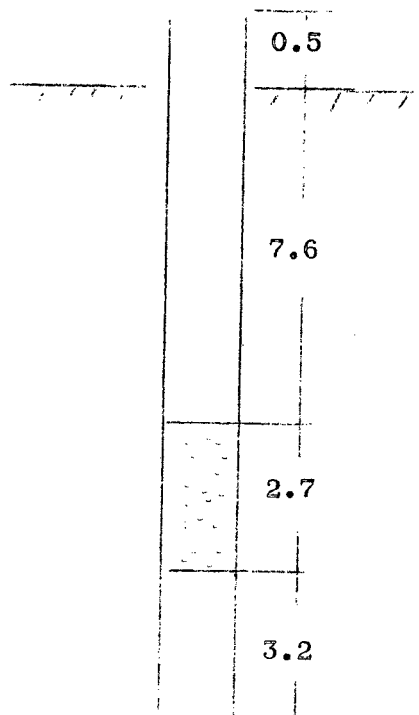
Material tubo: Rocalit

N° de Perforaciones: 2000

Diámetro de Perforaciones: 1/4 pulgadas

Longitud tubo perforado: 2,7 m.

Perfil Pozo



Datos Perforación

Profundidad	Material atravesado
0 - 0,15 m	Sal
0,15-1,5 m	Arcilla con Arena
1.5 -2.0 m	Arena
2.0 -9.0 m	Arcilla con Arena
9.0 -10.0 m	Grava
10.0 -13.5 m	Arcilla con Arena

Pozo Panamericana N°4

Medida de Velocidad

Experiencia N°1

Profundidad Medida: 9,30 m

Contaminación residual C: 0.20 = 20%

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A.-C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	9020	54120	-	-	A.
0	9020	54120	1.000	0.800	
0.5	9430	56580	1.045	0.845	
1	9060	54360	1.004	0.804	
1.5	7980	47880	0.884	0.684	
2	6900	41400	0.764	0.564	
2.5	6040	36240	0.669	0.469	
3	5130	30780	0.568	0.368	
3.5	4800	28800	0.532	0.332	
4	4550	27300	0.504	0.304	
4.5	4000	24000	0.443	0.243	
5	3720	22320	0.412	0.221	
5.5	3670	22020	0.406	0.206	
6	3510	21060	0.389	0.189	
6.5	3415	20490	0.378	0.178	
7	3340	20040	0.370	0.170	
7.5	3290	19740	0.364	0.164	
8	3160	18960	0.350	0.150	
8.5	3000	18000	0.332	0.132	
9	3000	18000	0.332	0.132	
9.5	3120	18720	0.345	0.145	
10	3080	18480	0.341	0.141	
	C/30 seg				
11	8780	17560	0.324	0.124	
12	8900	17800	0.328	0.128	
15	8380	16760	0.309	0.109	
20	7690	15380	0.284	0.084	
25	7480	14960	0.276	0.076	
30	7100	14200	0.262	0.062	
35	7140	14280	0.263	0.063	
40	6720	13440	0.248	0.048	
45	6520	13040	0.240	0.040	
50	6180	12360	0.228	0.028	
55	6050	12100	0.223	0.023	
60	5920	11840	0.218	0.018	

Pozo Panamericana 4

Medidas de Dirección

Dirección Norte: 0°

Experiencia N°1

Grados	Actividad	
	C/30seg	C/60 seg
0	484	969
20	510	1020
40	1066	2132
60	1220	2440
80	1350	2700
100	1500	3000
120	1790	3580
140	1950	3900
160	2170	4340
180	1980	3960
200	1890	3780
220	1800	3600
240	1840	3680
260	1840	3680
280	1840	3680
300	1770	3540
320	1710	3420
340	1700	3400
360	1680	3360

Experiencia N°2

Grados	Actividad	
	C/30 seg	C/60 seg
0	1060	2120
20	990	1980
40	1060	2120
60	1170	2340
80	1280	2560
100	1360	2720
120	1390	2780
140	1580	3160
160	1770	3540
180	1650	3300
200	1590	3180
220	1440	2880
240	1360	2720
260	1150	2300
280	1050	2100
300	995	1990
320	980	1960
340	950	1900
360	960	1920

Pozo Panamericana N°4

Medidas de Dirección

Dirección Norte: 0°

Experiencia N° 5

Grados	Actividad	
	C/30seg	C/60 seg
0	1060	2120
20	1260	2520
40	1330	2660
60	1410	2820
80	1480	2960
100	1460	2920
120	1535	3070
140	1420	2840
160	1500	3000
180	1540	3080
200	1500	3000
220	1370	2740
240	1290	2580
260	1180	2360
280	1120	2240
300	1050	2100
320	945	1890
340	860	1720

Pozo Panamericana 4

Experiencia N°1

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \cdot t} \times \log \frac{A_o}{A} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

Para este pozo el porciento de superficie perforada es:

$$\% \text{ perf.} = \frac{1,32 \times 2000}{270} = 9,8 \%$$

De los gráficos de Ogilvi y Mairhofer se deduce:

$$f' = 2$$

$$f'' = 0,9$$

Luego

$$f = f' \times f'' = 2 \times 0,9 = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min} = 0 \text{ seg} \quad A_o = 0,230$$

$$\text{Para } t = 20 \text{ min.} = 1200 \text{ seg} \quad A = 0,081$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,230}{0,081} = \log 2,84 = 0,453$$

Luego

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,453}{1,8 \times 1200} = 2,88 \times 10^{-3} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$\text{ó } V_a = \frac{2,88 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 2,5 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Dirección: Del gráfico correspondiente se vé que el agua fluye en la dirección de 160°.

Pozo Panamericana N°7

Fecha experiencia: 24 de noviembre de 1965.

Ubicación : En el cruce de la carretera Panamericana con el camino
que une Pintados con Pica.

Diámetro Pozo: 3 pulgadas

Material tubo: Rocalit

N° de Perforaciones: 1500

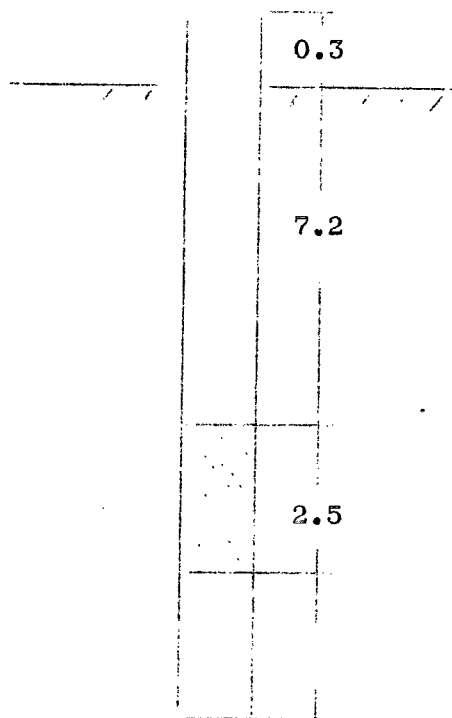
Diámetro Perforaciones: 1/4 pulgadas

Longitud tubo perforado: 2,50 m.

Perfil Pozo

Datos Perforación

No hay



Pozo Panamericana 7

Medida de Velocidad

Experiencia N°1

Profundidad medida: 8,0 m

Contaminación residual C: 0,30 = 30%

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A.-C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	3150	18900	-	-	A.
0	3150	18900	1.000	0.700	
0,5	2450	14700	0.777	0.477	
1	2070	12420	0.657	0.357	
1,5	1870	11220	0.593	0.293	
2	1870	11220	0.593	0.293	
2,5	1770	10620	0.561	0.261	
3	1750	10500	0.555	0.255	
3,5	1690	10140	0.536	0.236	
4	1680	10080	0.533	0.233	
4,5	1650	9900	0.523	0.223	
5	1570	9420	0.498	0.198	
5,5	1510	9060	0.479	0.179	
6	1360	8160	0.431	0.131	
6,5	1310	7860	0.415	0.115	
7	1260	7560	0.400	0.100	
7,5	1290	7740	0.409	0.109	
8	1290	7740	0.409	0.109	
8,5	1260	7560	0.400	0.100	
9	1250	7500	0.396	0.096	
9,5	1250	7500	0.396	0.096	
10	1270	7620	0.403	0.103	
11	1260	7560	0.400	0.100	
12	1190	7140	0.377	0.077	
13	1150	6900	0.365	0.065	
14	1210	7260	0.384	0.084	
15	1180	7080	0.374	0.074	
20	1150	6900	0.365	0.065	
	C/60 seg				
25	6780	6780	0.358	0.058	
30	6940	6940	0.366	0.066	
35	6420	6420	0.339	0.039	

Pozo Panamericana 7

Experiencia N°1

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \cdot t} \times \log \frac{A_0}{A} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

Para este pozo el porciento de superficie perforada es:

$$\% \text{ perf.} = \frac{1,32 \times 1500}{250} = 7,9 \%$$

De los gráficos de Ogilvi y Mairhofer se deduce:

$$f' = 2$$

$$f'' = 0,9$$

$$\text{Luego: } f = f' \times f'' = 2 \times 0,9 = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min.} = 0 \text{ seg} \quad A_0 = 0,170$$

$$\text{Para } t = 20 \text{ min.} = 1200 \text{ seg} \quad A = 0,054$$

$$\log \frac{A_0}{A} = \log \frac{0,170}{0,054} = \log 3,15 = 0,498$$

$$\text{Luego } V_a = \frac{13,76 \times 0,498}{1,8 \times 1200} = 3,17 \times 10^{-3} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$\text{ó } V_a = \frac{3,17 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 2,7 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Pozo Panamericana 7

Medida de Velocidad

Experiencia N° 2

Profundidad medida: 7, 4 m

Contaminación residual C : $0,30 = 30\%$

Tiempo min	Actividad		A/A.	A/A. - C	Observ.
	C/10 seg	C/60 seg			
-	3660	21960	-	-	A.
	3660	21960	1.000	0.700	
0,5	3460	20760	0.945	0.645	
1	3090	18540	0.844	0.544	
1,5	2660	15960	0.726	0.426	
2	2540	15240	0.693	0.393	
2,5	2250	13500	0.614	0.314	
3	2030	12180	0.554	0.254	
3,5	1940	11640	0.530	0.230	
4	1930	11580	0.527	0.227	
4,5	1860	11160	0.508	0.208	
5	1760	10560	0.480	0.180	
5,5	1810	10860	0.494	0.194	
6	1800	10800	0.491	0.191	
6,5	1840	11040	0.502	0.202	
7	1770	10620	0.483	0.183	
7,5	1840	11040	0.502	0.202	
8	1920	11520	0.524	0.224	
8,5	1900	11400	0.519	0.219	
9	1920	11520	0.524	0.224	
9,5	1857	11142	0.507	0.207	
10	1852	11112	0.506	0.206	
15	1770	10620	0.480	0.183	
20	1623	9738	0.443	0.143	
26	1535	9210	0.419	0.119	
30	1510	9060	0.412	0.112	
35	1462	8772	0.399	0.099	
42	1445	8670	0.394	0.094	
47	1412	8472	0.385	0.085	

Pozo Panamericana 7

Medidas de Dirección

Dirección Norte: 0°

Experiencia N° 1

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0	2119	8476
20	5064	20256
40	11449	45796
60	8662	34648
80	4755	19020
100	3860	15440
120	3346	13384
140	3340	13360
160	2873	11492
180	2711	10844
200	2624	10496
220	2476	9904
240	2166	8664
260	2011	8044
280	1896	7584
300	1690	6760
320	1540	6160
340	1393	5572
360	1948	7792

Experiencia N° 2

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0	2264	9056
20	3693	14772
40	5265	21060
60	4438	17752
80	3544	14176
100	3066	12264
120	3055	12220
140	2859	11436
160	2586	10344
180	2319	9276
200	1954	7816
220	1885	7540
240	1758	7032
260	1563	6252
280	1600	6400
300	1455	5820
320	1445	5780
340	1536	6144
360	2130	8520

Pozo Panamericana 7

Medidas de Dirección

Dirección Norte: 0°

Experiencia N° 3

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0	390	1560
20	400	1600
40	446	1784
60	394	1576
80	400	1600
100	427	1708
120	399	1596
140	457	1828
160	437	1748
180	446	1784
200	454	1816
220	449	1796
240	446	1784
260	467	1868
280	466	1864
300	440	1760
320	410	1640
340	382	1528
360	377	1508

Pozo Panamericana 7

Experiencia N° 2

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \cdot t} \times \log \frac{A_0}{A} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

En este caso:

$$f = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min.} = 0 \text{ seg} \quad A_0 = 0,29$$

$$\text{Para } t = 20 \text{ min.} = 1200 \text{ seg} \quad A = 0,14$$

$$\log \frac{A_0}{A} = \log \frac{0,29}{0,14} = \log 2,07 = 0,316$$

Luego:

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,316}{1,8 \times 1200} = 2,02 \times 10^{-3} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$\text{ó } V_a = \frac{2,02 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 1,8 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Por apreciación diferente de la parte útil de la recta, el Sr. Pál-
cón obtuvo como resultados los valores 6,1 y 3,1 metro/día. Se
decidió por lo tanto tomar como resultado el término medio:

$$V_a = \frac{2,7 + 1,8 + 6,1 + 3,1}{4} = 3,4 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Dirección: Del gráfico correspondiente se vé que el agua fluye
en la dirección de 140° .

Pozo Pintados Gallinazos 1

Fecha Experiencia: 26 noviembre 1965

Ubicación: 1,5 Km al Norte de Pintados en el camino a Gallinazo

Diámetro Pozo : 3 pulgadas

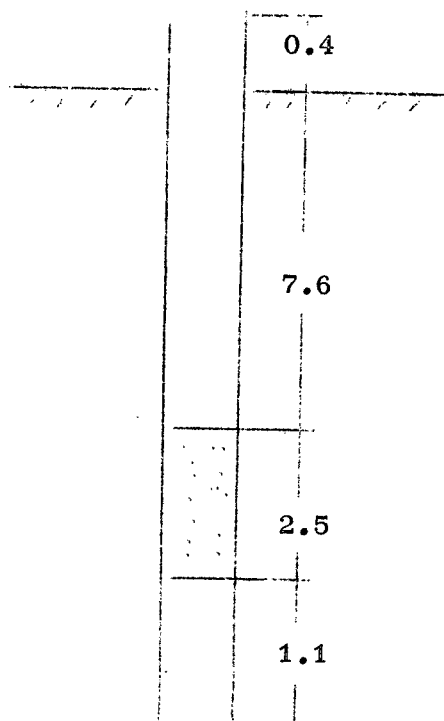
Material tubo : Rocalit

N° de Perforaciones: 2000

Diámetro Perforaciones: 1/4 pulgadas

Longitud tubo perforado : 2,5 m.

Perfil Pozo



Datos Perforación

Profundidad	Material atravesado
0,0 - 0,5 m	Costa sal
0,5 - 1,5 m	Capa sulfato con arena húmeda
1,5 - 6,0 m	Arcilla roja y verdosa
6,0 - 9,0 m	Grava con Arena
9,0 -12,0 m	Capa arcilla Verde oscura y arena

Pozo Pintados Gallinazos 1

Medidas de Velocidad

Experiencia N° 1

Profundidad Medida : 8,5 m.

Contaminación residual C : 0,07 = 7%

Tiempo min	Actividad		A/A.	A/A.- C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	-	85800	-	-	A.
0	5040	30240	0,352	0,282	
0,5	3710	22260	0,259	0.189	
1,5	2740	16440	0.191	0.121	
2	2400	14400	0.167	0.097	
2,5	2140	12840	0.149	0.079	
3	2010	12060	0.140	0.070	
3,5	1810	10860	0.126	0.056	
4	1690	10140	0.118	0.048	
4,5	1650	9900	0.115	0.045	
5	1620	9720	0.113	0.043	
	C/30 seg	-			
6	4610	9220	0.107	0.037	
7	4420	8840	0.103	0.033	
8	4200	8400	0.097	0.027	
9	4040	8080	0.094	0.024	
10	4000	8000	0.093	0.023	
15	3530	7060	0.082	0.012	
20	3310	6620	0.077	0.007	
25	3280	6560	0.076	0.006	
30	3260	6520	0.075	0.005	
45	3040	6080	0.070	0.000	

Pozo Pintado Gallinazos 1

Experiencia N°1

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \times t} \times \log \frac{A_o}{A} \quad \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

Para este pozo el porciento de superficie perforada es:

$$\% \text{ perf} = \frac{1,32 \times 2000}{250} = 10,5 \%$$

De los gráficos de Ogilvi y Mairhofer se deduce:

$$f' = 2$$

$$f'' = 0,9$$

Luego

$$f = f' \times f'' = 2 \times 0,9 = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min} = 0 \text{ seg}$$

$$A_o = 0,090$$

$$\text{Para } t = 16 \text{ min} = 960 \text{ seg}$$

$$A = 0,009$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,090}{0,009} = \log 10,0 = 1,00$$

Luego

$$V_a = \frac{13,76 \times 1,00}{1,8 \times 960} = 7,96 \times 10^{-3} \quad \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$\text{ó} \quad V_a = \frac{7,96 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 6,9 \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Pozo Pintados Gallinazos 1

Medidas de Velocidad

Experiencia N° 2

Profundidad Medida: 8,5 m

Contaminación residual C : $0,30 = 30\%$

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A.-C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	1430	8580	-	-	A.
0	1430	8580	1.000	0.700	
0.5	1280	7680	0.895	0.595	
1	1170	7020	0.818	0.518	
1.5	1120	6720	0.783	0.483	
2	1060	6360	0.741	0.441	
2.5	1010	6060	0.706	0.406	
3	960	5760	0.671	0.371	
3.5	930	5580	0.650	0.350	
4	900	5400	0.629	0.329	
4.5	810	4860	0.566	0.266	
5	770	4620	0.538	0.238	
5.5	730	4380	0.510	0.210	
6	710	4260	0.496	0.196	
	C/30 seg				
7	2100	4200	0.489	0.189	
8	2060	4120	0.480	0.180	
9	2030	4060	0.473	0.173	
10	1990	3980	0.463	0.163	
15	1750	3460	0.403	0.103	
20	1770	3540	0.412	0.112	
	C/60 seg				
25	3320	3320	0.386	0.086	
30	3100	3100	0.361	0.061	

Pozo Pintado Gallinazos 1

Medidas de Dirección

Dirección Norte : 0°

Experiencia N° 1

Grados	Actividad	
	C/30 seg	C/60 seg
0	561	1122
20	590	1180
40	642	1284
60	551	1102
80	670	1340
100	780	1560
120	840	1680
140	940	1880
160	970	1940
180	940	1880
200	950	1900
220	900	1800
240	870	1740
260	930	1860
280	940	1880
300	960	1920
320	800	1600
340	640	1280
360	580	1160

Experiencia N°2

Grados	Actividad	
	C/30 seg	C/60 seg
0	565	1130
20	600	1200
40	575	1150
60	658	1316
80	686	1372
100	750	1500
120	870	1740
140	965	1930
160	1020	2040
180	960	1920
200	980	1960
220	950	1900
240	910	1820
260	850	1700
280	714	1428
300	633	1266
320	560	1120
340	540	1080
360	550	1100

Pozo Pintados Gallinazos 1

Medidas de Dirección

Dirección Norte : 0°

Experiencia N° 3

Grados	Actividad	
	C/60 seg	C/60 seg
0	1080	1080
20	1160	1160
40	1140	1140
60	1150	1150
80	1270	1270
100	1455	1455
120	1644	1644
140	1852	1852
160	1950	1950
180	1854	1854
200	1854	1854
220	1730	1730
240	1570	1570
260	1380	1380
280	1180	1180
300	1110	1110
320	1060	1060
340	1060	1060
360	1040	1040

Pozo Pintados Gallinazos 1

Experiencia N°2

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13.76}{f \times t} \times \log \frac{A_o}{A} \quad \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

En este caso:

$$f = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min} = 0 \text{ seg} \quad A_o = 0,66$$

$$\text{Para } t = 6 \text{ min} = 360 \text{ seg} \quad A = 0,19$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,66}{0,19} = \log 3,48 = 0,542$$

Luego:

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,542}{1,8 \times 360} = 1,15 \times 10^{-2} \quad \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$\text{ó} \quad V_a = \frac{1,15 \times 10^{-2} \times 86400}{100} = 9,9 \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

El resultado final será el término medio de las dos medidas, o sea:

$$V_a = \frac{6,9 \times 9,9}{2} = 8,4 \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Dirección: Del gráfico correspondiente se ve que el agua fluye en la dirección de 160° .

Pozo pintados-Gallinazos N°3

Fecha Experiencia: 28 Noviembre de 1965.

Ubicación: 13,8 Km. al Norte de Pintados en el camino a gallinazos

Diámetro Pozo : 3 pulgadas

Material tubo : Rocalit

N° de Perforaciones: 1800

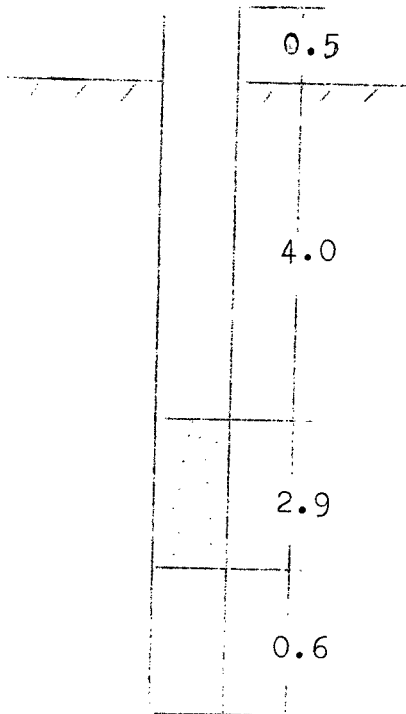
Diámetro Perforaciones: 1/4 pulgadas

Longitud tubo perforado: 2,9 m.

Perfil Pozo

Datos Perforación

Profundidad	Material atravesado
0 - 1 m.	Sal
1 - 2 m	Arena fina con poca Arcilla
2 - 6 m	Arcilla con Arena
6 - 7 m	Arena y Grava
7 - 8 m	Arcilla



Pozo Pintados-Gallinazos N°3

Medidas de Velocidad

Experiencia N°1

Profundidad Medida: 6 m.

Contaminación residual C: $0.20 = 20\%$

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A.-C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	4600	27600	-	-	A.
0.5	4600	27600	1.000	0.800	
0.5	4650	27900	1.010	0.810	
1	4600	27600	1.000	0.800	
1.5	4260	25560	0.926	0.726	
2	3990	23940	0.867	0.667	
2.5	3610	21660	0.784	0.584	
3	3150	18900	0.684	0.484	
3.5	2850	17100	0.619	0.419	
4	2365	14190	0.514	0.314	
4.5	2070	12420	0.450	0.250	
5	2070	12420	0.450	0.250	
5.5	1920	11520	0.417	0.217	
6	1740	10440	0.378	0.178	
6.5	1740	10440	0.378	0.178	
7	1740	10440	0.378	0.178	
7.5	1670	10080	0.363	0.163	
8	1660	9960	0.360	0.160	
-	C/30 seg	-	-	-	
9	4660	9320	0.337	0.137	
10	4630	9260	0.335	0.135	
11	4630	9260	0.335	0.135	
12	4640	9280	0.336	0.136	
13	4560	9120	0.330	0.130	
14	4500	9000	0.326	0.126	
-	C/60 seg	-	-	-	
20	8670	8670	0.314	0.114	
25	8440	8440	0.305	0.105	
30	8150	8150	0.295	0.095	
37	7330	7330	0.265	0.065	
40	7270	7270	0.263	0.063	
50	7060	7060	0.255	0.055	
60	6660	6660	0.241	0.041	
70	6410	6410	0.232	0.032	
80	6480	6480	0.234	0.034	

Pozo Pintados Gallinazos N° 3

Medidas de Dirección

Dirección Norte : 0°

Experiencia N°1

Grados	Actividad	
	C/10 seg	C/60 seg
0	230	1380
40	360	2160
80	800	4800
120	1710	10260
160	2080	12480
200	1870	11220
240	1160	6960
280	480	2880
320	260	1560
360	270	1620

Experiencia N° 2

Grados	Actividad	
	C/10 seg	C/60 seg
0	210	1260
20	270	1620
40	320	1920
60	520	3120
80	740	4440
100	960	5760
120	1300	7800
140	1450	8700
160	1740	10440
180	1660	9960
200	1530	9180
220	1340	8040
240	980	6080
260	660	3960
280	360	2160
300	250	1500
320	210	1260
340	170	1020
360	180	1080

Experiencia N° 3

Grados	Actividad	
	C/10 seg	C/60 seg
0	35	210
20	37	222
40	48	288
60	66	396
80	41	246
100	60	360
120	66	396
140	87	522
160	70	420
180	103	618
200	94	564
220	75	450
240	46	276
260	72	432
280	44	264
300	27	142
320	22	132
340	16	96
360	26	156

Pozo Pintados Gallinazos 3

Experiencia N°1

Cálculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f_{xt}} \times \log \frac{A_o}{A} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

Para este pozo el porciento de superficie perforada es:

$$\% \text{ perf.} = \frac{1,32 \times 1800}{290} = 8,2 \%$$

De los gráficos de Ogilv' y Mairhofer se deduce:

$$f' = 2$$

$$f'' = 0,9$$

Luego

$$f = f' \times f'' = 2 \times 0,9 = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min} = 0 \text{ seg} \quad A_o = 0,184$$

$$\text{Para } t = 20 \text{ min.} = 1200 \text{ seg} \quad A = 0,114$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,184}{0,114} = \log 1,61 = 0,207$$

Luego

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,207}{1,8 \times 1200} = 1,3 \times 10^{-3} \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

ó

$$V_a = \frac{1,3 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 1,12 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

$$\text{o sea, } 1,1 \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Dirección: Del gráfico correspondiente se ve que el agua fluye en la dirección de 160° .

Pozo Pintados Gallinazo N°4

Fecha Experiencia: 27 Noviembre de 1965.

Ubicación: A 2,5 Km. de la bifurcación del camino Pintados-Gallinazo a Oficina Diana, en dirección a éste.

Diámetro pozo : 3 pulgadas

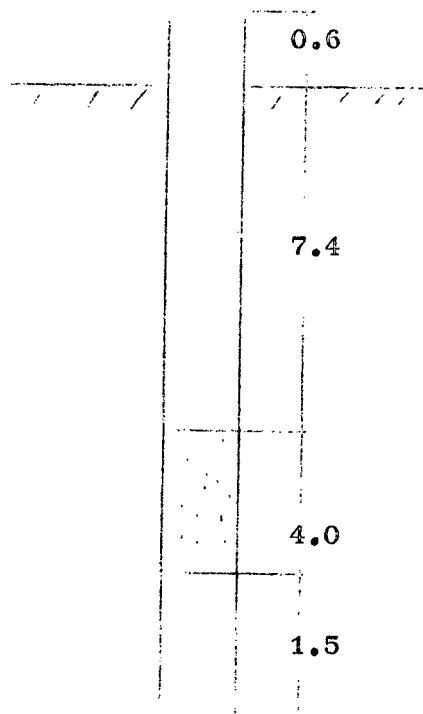
Material tubo: Rocalit

N° de perforaciones: 2700

Diámetro perforaciones: 1/4 pulgadas

Longitud tubo perforado: 4 m.

Perfil pozo



Datos Perforación
Profundidad Material atravezado

0 - 0.3 m	Sal
0.3 - 2.0 m	Arena con Grava
2.0 - 4.0 m	Arcilla con arena
4.0 - 7.0 m	Arcilla limosa con Arena
7.0 - 9.0 m	Arena con Grava
9.0 - 9.5 m	Capa limosa dura
9.5 - 13.5 m	Arcilla con Arena

Pozo Pintados-Gallinazo N° 4

Medida de Velocidad

Experiencia N°1

Profundidad Medida: 10 m

Contaminación residual C: $0.20 = 20\%$

Tiempo min.	Actividad		A/A.	A/A.-C	Observaciones
	C/10 seg	C/60 seg			
-	2276	13656	-	-	A.
0	2276	13656	1.000	0.800	
0.5	2150	12900	0.944	0.744	
1	1950	11700	0.856	0.656	
1.5	1740	10440	0.764	0.564	
2	1620	9720	0.711	0.511	
2.5	1340	8040	0.588	0.388	
3	1210	7260	0.531	0.331	
3.5	1050	6300	0.461	0.261	
4	910	5460	0.399	0.199	
4.5	830	4980	0.364	0.164	
5	810	4860	0.355	0.155	
	C/30 seg				
6	2150	4300	0.314	0.114	
7	2040	4080	0.298	0.098	
8	1970	3940	0.288	0.088	
9	2110	4220	0.309	0.109	
10	1950	3900	0.285	0.085	
	C/60 seg				
15	3500	3500	0.256	0.056	
20	3420	3420	0.250	0.050	
25	3420	3420	0.250	0.050	
30	3350	3350	0.245	0.045	

Pozo Pintados Gallinazo N° 4

Medidas de Dirección

Dirección Norte : 0°

Experiencia N° 1

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0	270	1080
40	420	1680
80	970	3880
120	1520	6080
160	1400	5600
200	1160	4640
240	600	2400
280	250	1000
320	150	600
360	170	680

Experiencia N°2

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0	170	680
20	210	840
40	280	1120
60	420	1680
80	640	2540
100	910	3640
120	1230	4920
140	1370	5480
160	1290	5160
180	1120	4480
200	890	3560
220	650	2600
240	500	2000
260	360	1440
280	240	960
300	160	640
320	150	600
340	120	480
360	190	760

Experiencia N°3

Grados	Actividad	
	C/15 seg	C/60 seg
0	120	480
20	130	520
40	150	600
60	250	1000
80	450	1800
100	580	2320
120	710	2840
140	810	3240
160	850	3400
180	860	3440
200	720	2880
220	550	2200
240	340	1360
260	250	1000
280	190	760
300	150	600
320	120	480
340	100	400
360	85	340

Pozo Pintados - Gallinazos 4

Experiencia N° 1

Calculo de V_a

$$V_a = \frac{13,76}{f \cdot t} \times \log \frac{A_o}{A} \quad \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

Para este pozo el porciento de superficie perforada es:

$$\% \text{ perf. : } \frac{1,32 \times 2700}{400} = 8,9\%$$

De los gráficos de Ogilvi y Mairhofer se deduce:

$$f' = 2$$

$$f'' = 0,9$$

$$\text{Luego } f = f' \times f'' = 2 \times 0,9 = 1,8$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ min.} = 0 \text{ seg} \quad A_o = 0,175$$

$$\text{Para } t = 10 \text{ min.} = 600 \text{ seg} \quad A = 0,082$$

$$\log \frac{A_o}{A} = \log \frac{0,175}{0,082} = \log 2,14 = 0,330$$

Luego

$$V_a = \frac{13,76 \times 0,330}{1,8 \times 600} = 4,2 \times 10^{-3} \quad \left[\frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$\text{ó } V_a = \frac{4,2 \times 10^{-3} \times 86400}{100} = 3,63 \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

$$\text{o sea, } 3,6 \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{día}} \right]$$

Dirección: Del gráfico correspondiente se ve que el agua fluye en la dirección de 140° .

RESUMEN DE LOS RESULTADOS

Pozo	Velocidad	Dirección Norte = 0°
Huaica Canchones 1	2,8 m/día	-
Huaica Canchones 2	-	200°
Huaica Canchones 3	3,1 m/día	-
Enap Norte	1,3 m/día	220°
Tirana 1	0,86 m/día	-
Tirana 3	0,4 m/día	-
Panamericana 2	3,5 m/día	200°
Panamericana 4	2,5 m/día	160°
Panamericana 7	3,4 m/día	140°
Pintados Gallinazo 1	8,4 m/día	160°
Pintados Gallinazo 3	1,1 m/día	160°
Pintados Gallinazo 4	3,6 m/día	140°

CONCLUSIONES

Este estudio indica experimentalmente que el agua subterránea en la zona del Salar de Pintado no es estática y que escurre con una velocidad media de 3,0 metros/día.

Los datos sugieren que la entrada del agua subterránea a la zona del Salar de Pintado tiene una dirección como que procede de un sector ubicado al Nor-este de dicha zona.

La variación de dirección observada sugiere un cambio de rumbo hacia el Sur o Sur-este pasando por el pueblo de Pintado, de acuerdo a los vectores del plano que se adjunta.

El pozo anotado con Pintado-Gallinazos 1, anota una velocidad apreciablemente mayor que la correspondiente al promedio de los otros pozos estudiados.

Un cálculo aproximado de la masa de agua que entraría por la zona Nor-este del salar corresponde en primera aproximación, al caudal de agua que escurre por el sector en que se encuentra ubicado el pozo Pintado Gallinazo 1.

En la zona Pintado-Gallinazo 1 se podría estimar un flujo potencial de 1,3 metros cúbicos/seg.

Se estima que este método permite hacer el estudio del escurrimiento de aguas subterráneas de una determinada zona a un costo aproximado 15 veces menor del correspondiente al método clásico, y para el caso presente en un tiempo entre 15 y 20 veces menor.

CORPORACION de FOMENTO	
Depto. Recursos Hidráulicos	
Ofna. Archivo	No.

EXPERIENCIAS DE OGILVI

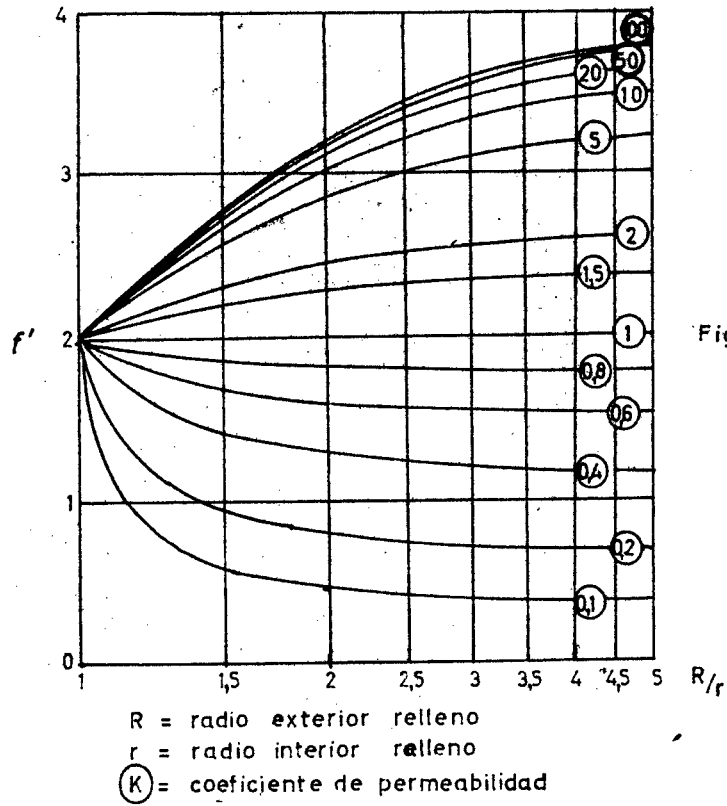


Fig. A

EXPERIENCIAS DE MAIRHOFER

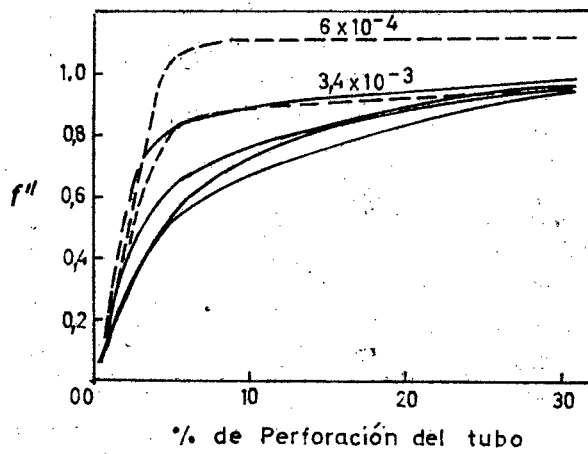
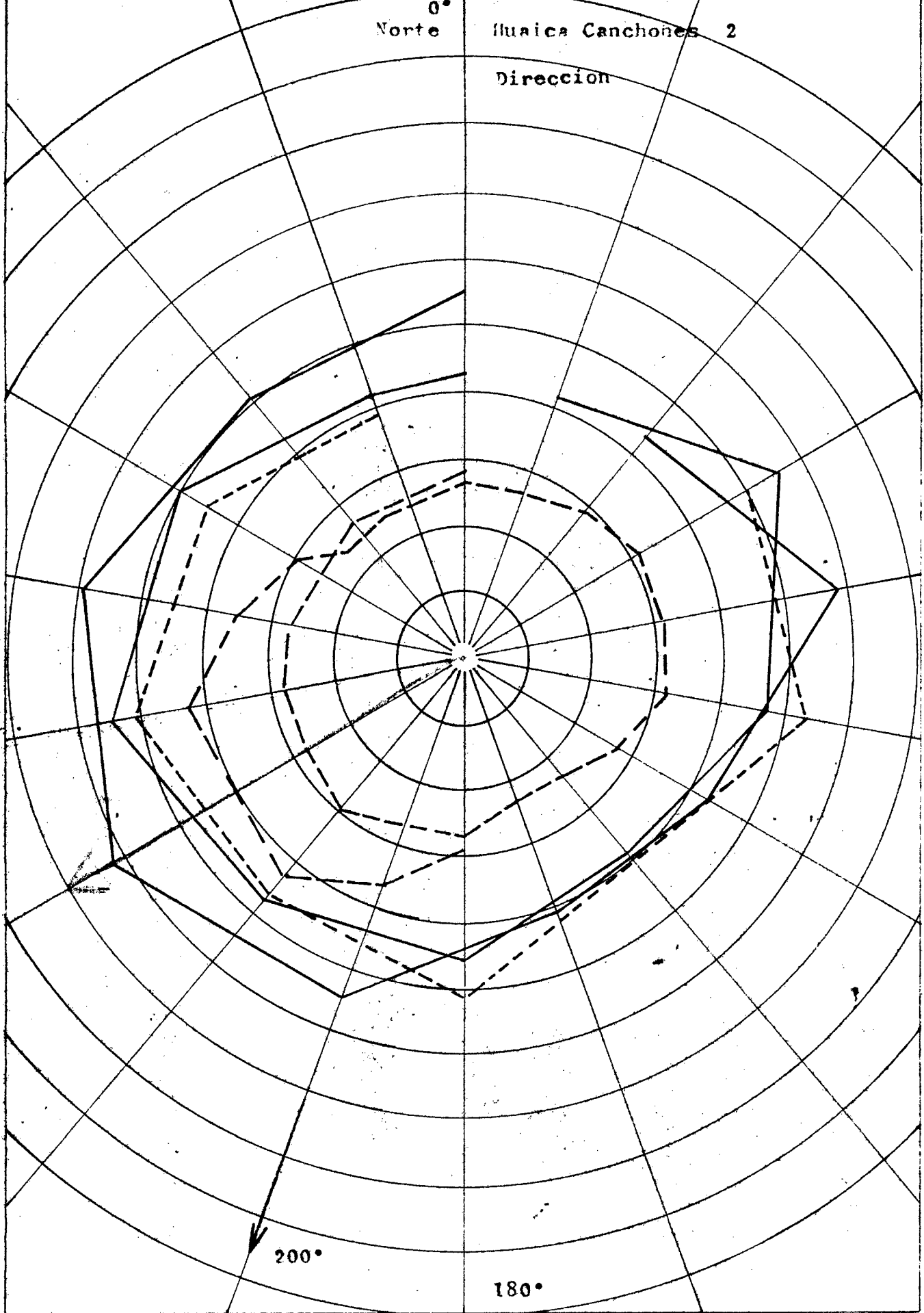


Fig. B

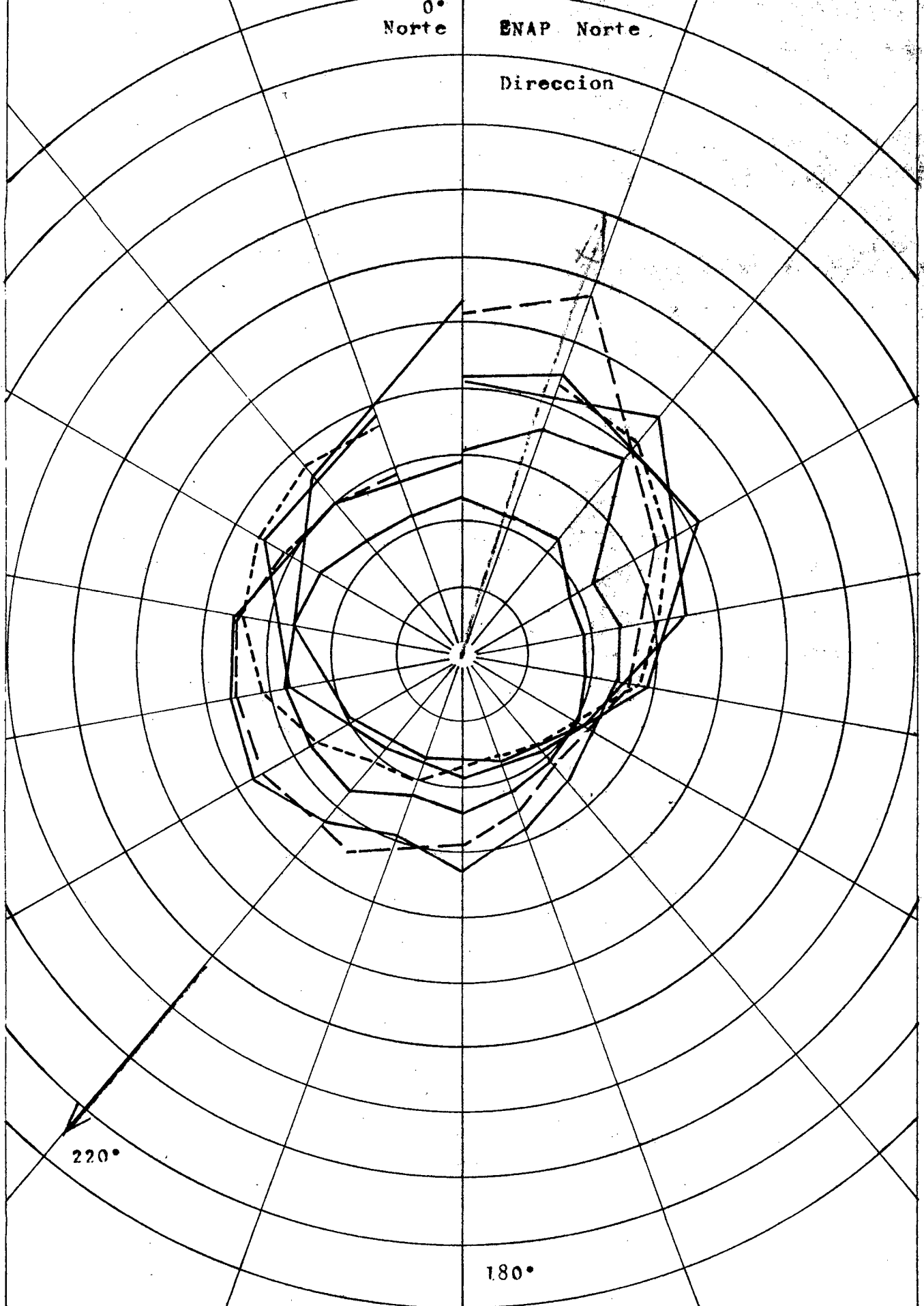
0° Norte Illica Canchones 2

Direccion



0° Norte ENAP Norte

Direccion



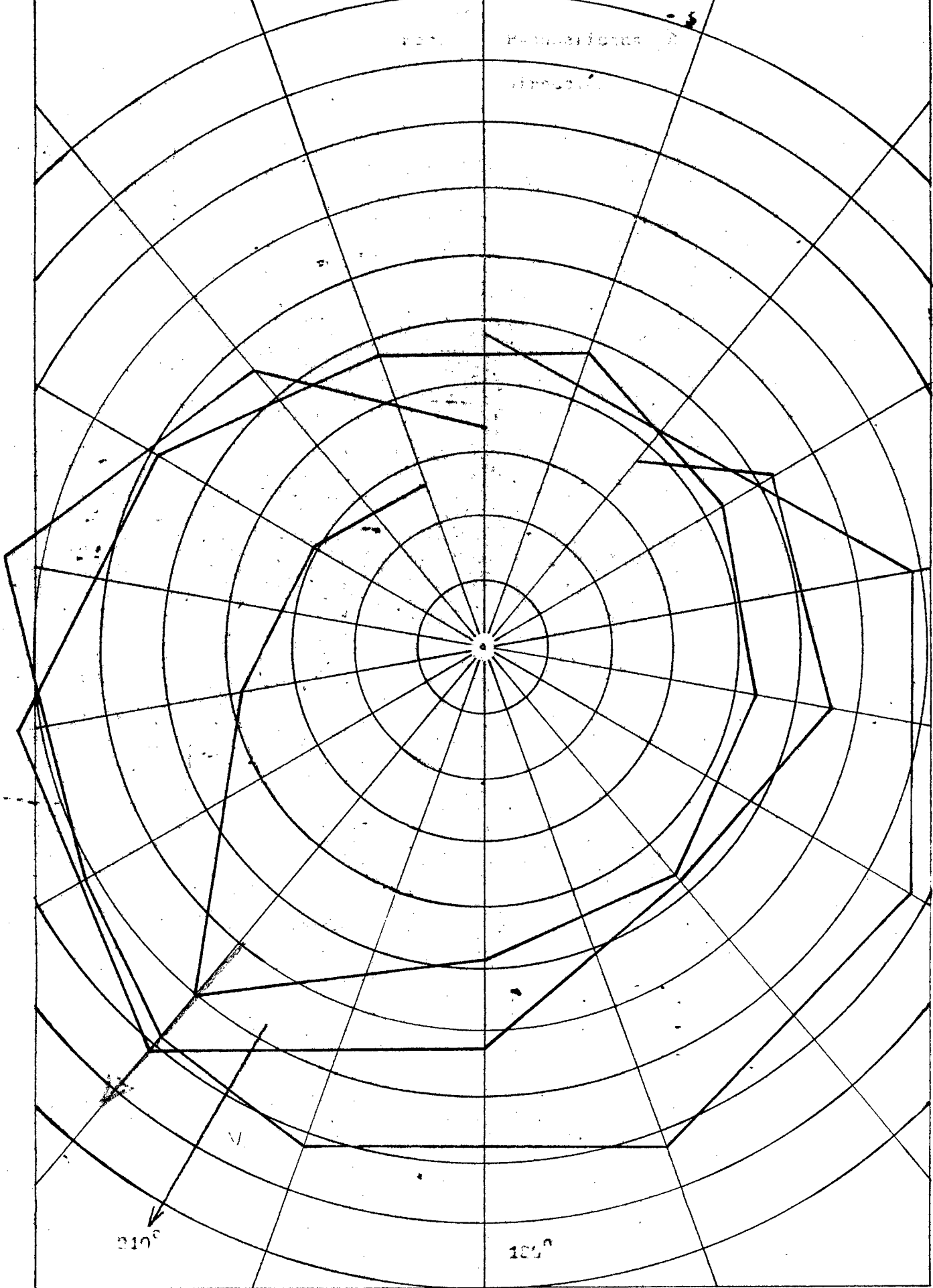
100

100

100

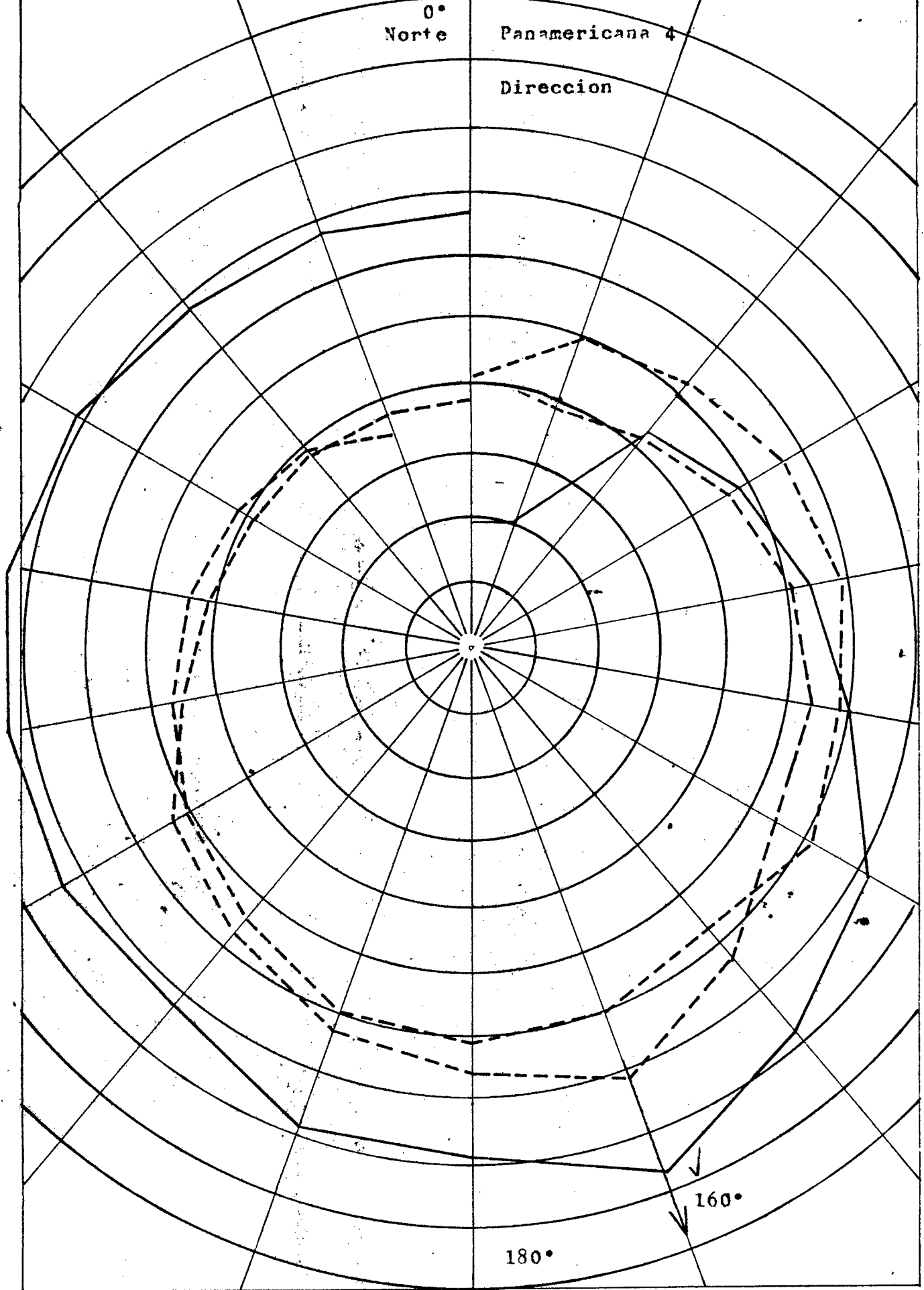
210°

180°

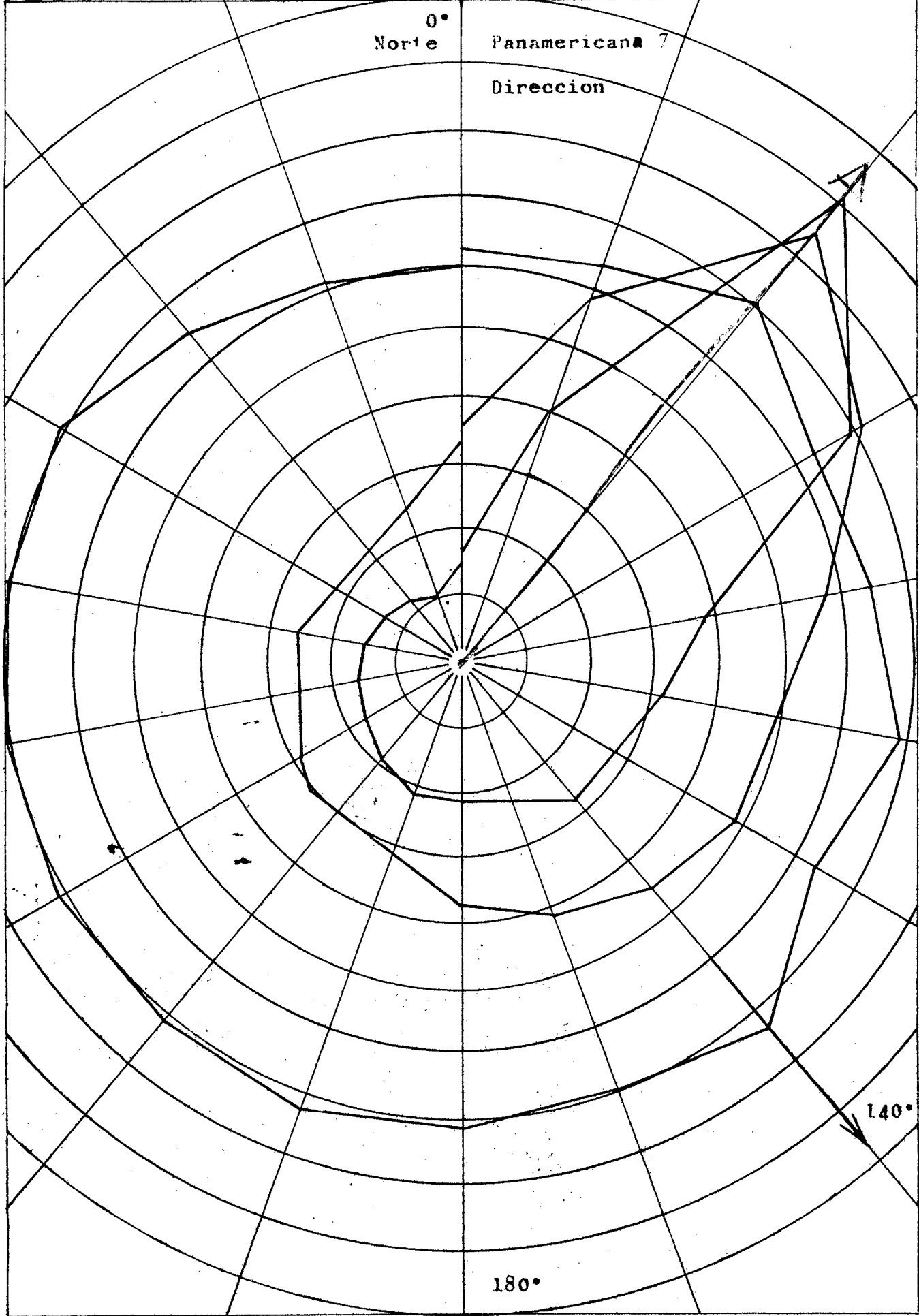


0°
Norte Panamericana 4

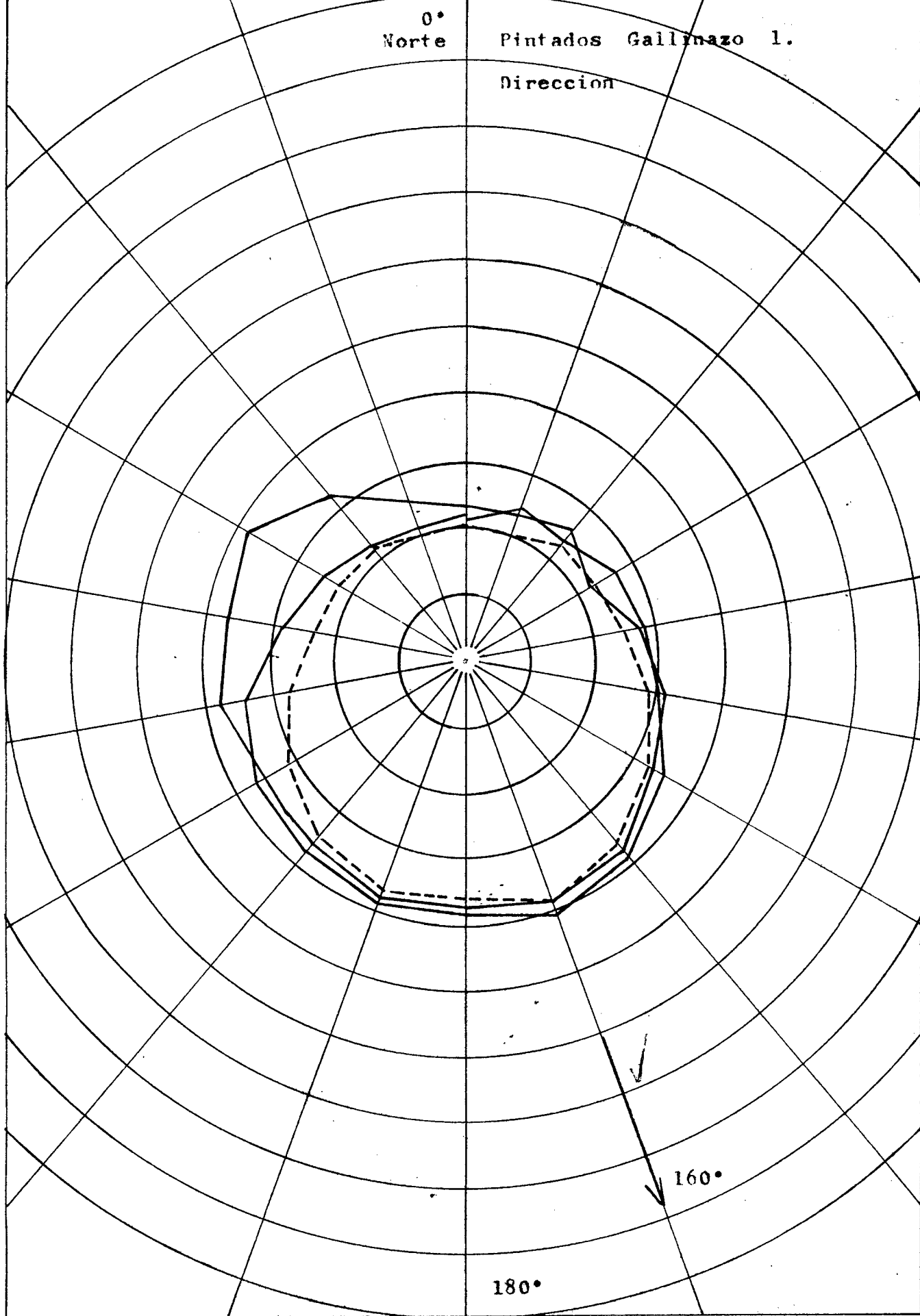
Direccion



0°
Norte Panamericana 7
DIRECCION

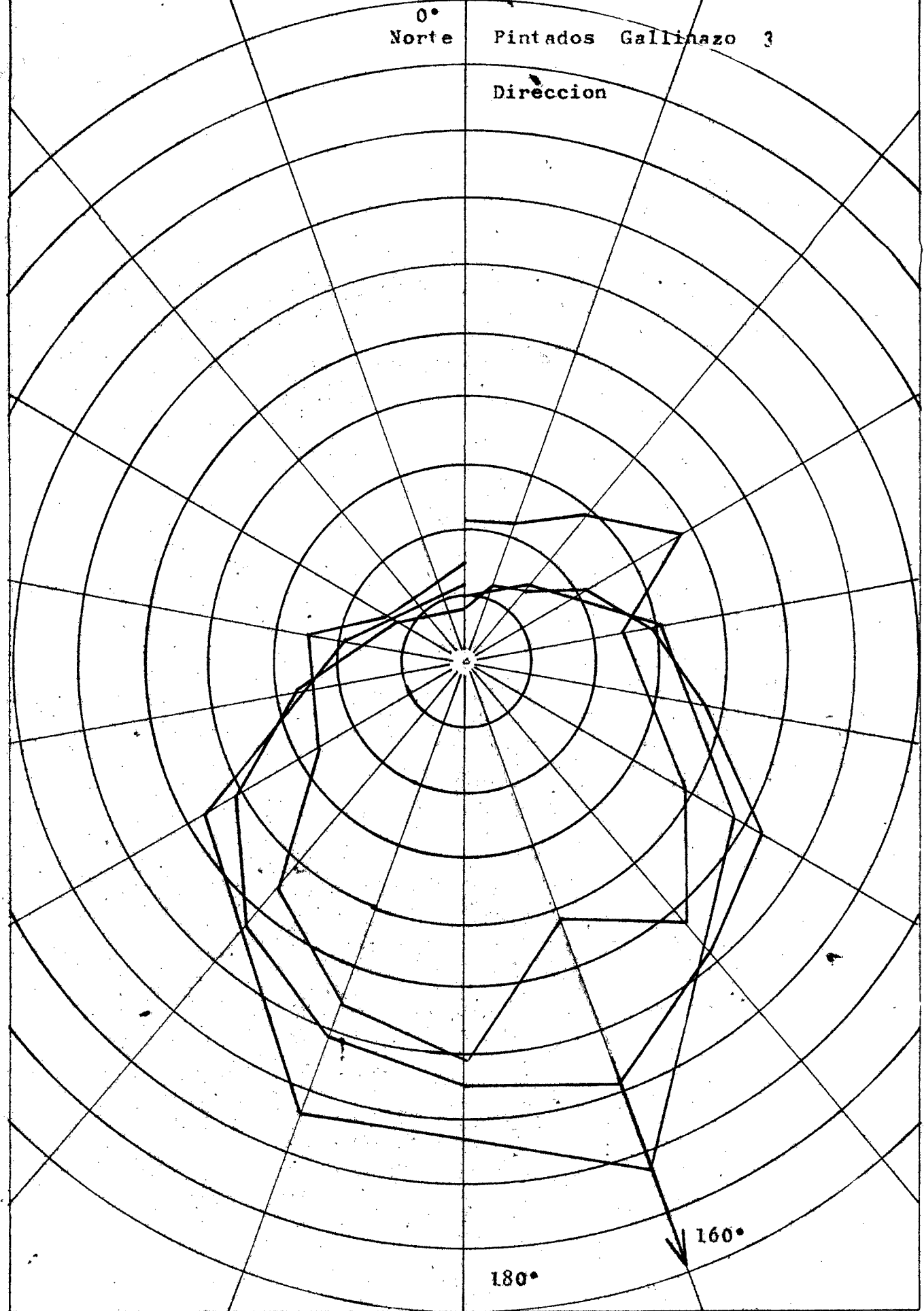


0°
Norte Pintados Gallinazo 1.
Direccion



0° Norte Pintados Gallinazo 3

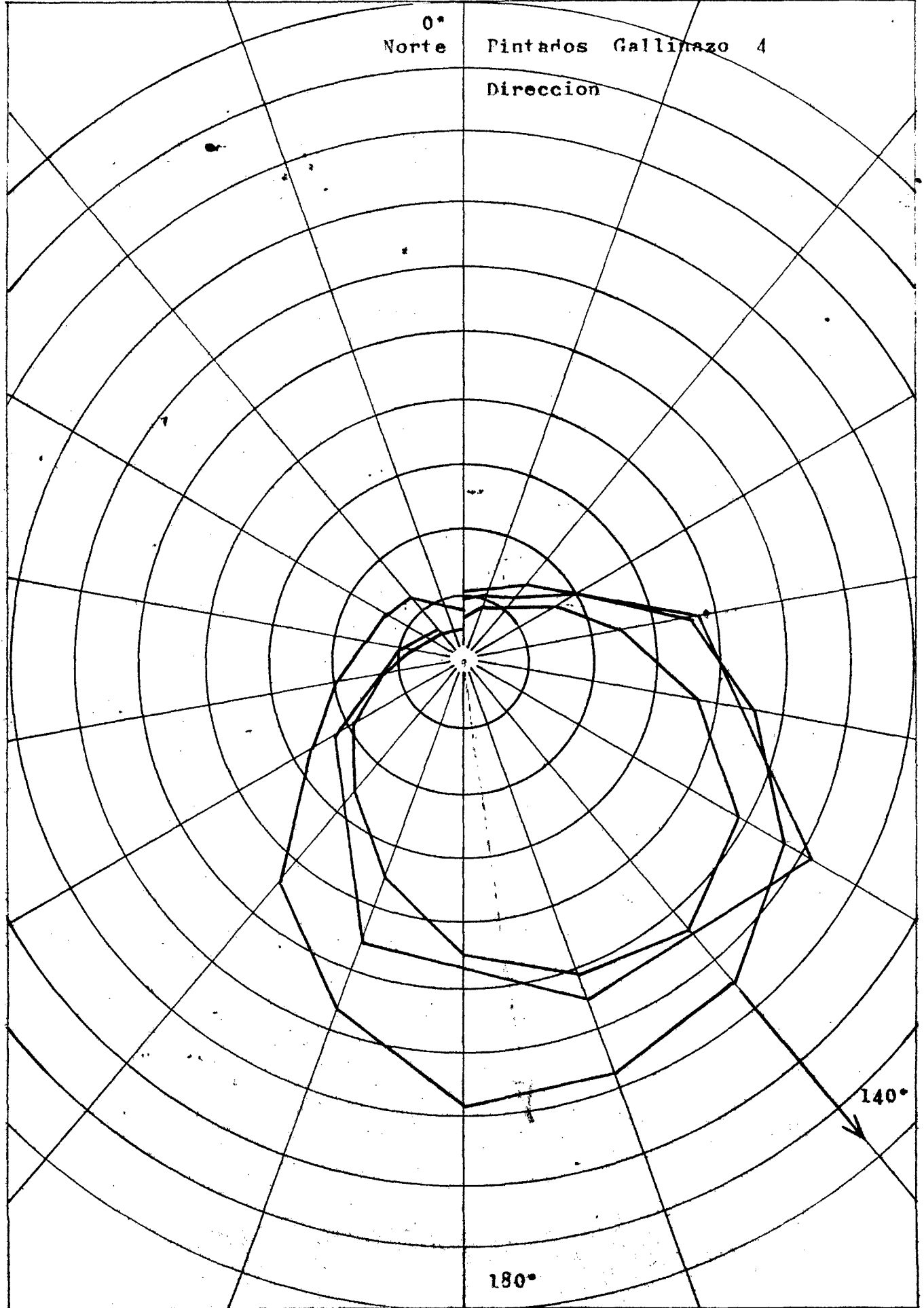
Dirección



0°
Norte

Pintados Gallinazo 4

Direccion



Flujo y Direccion de Aguas Subterraneas
en Canchones y Salar de Pintados,
PAMPA DEL TAMARUGAL

Plano de ubicacion de los pozos

Designacion:

T = Tirana

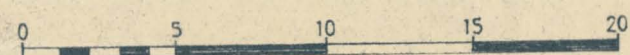
HC = Huaica, Canchones

P = Panamericana

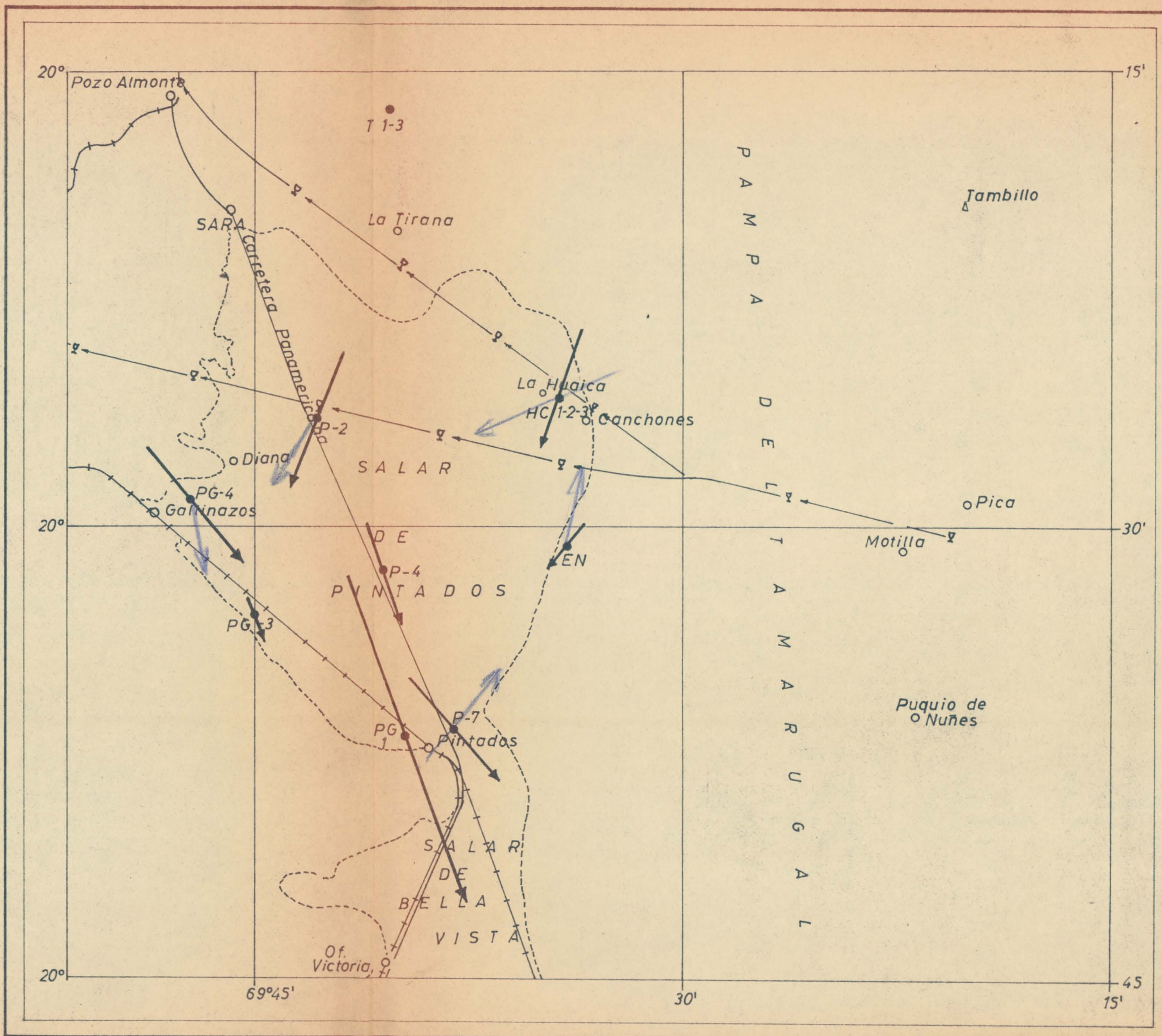
EN = Enap Norte

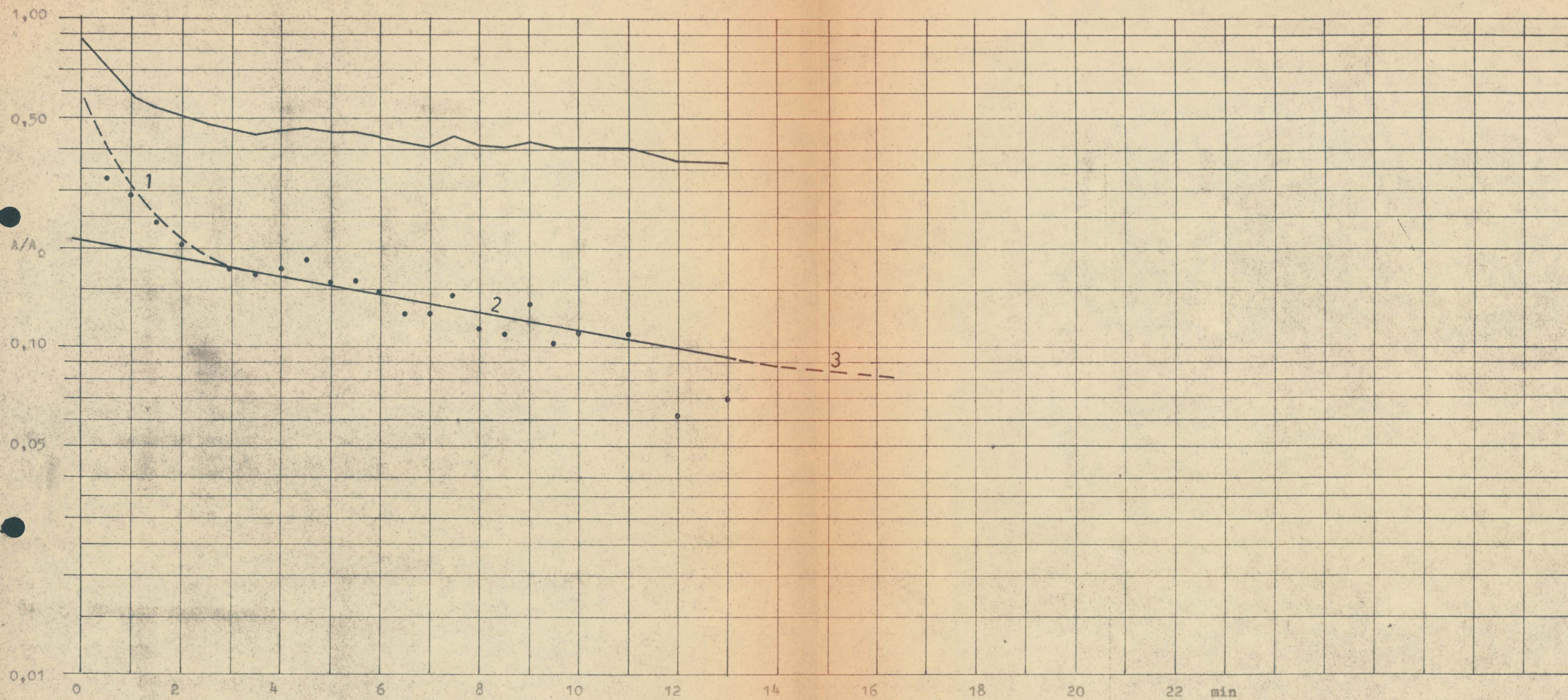
PG = Pintados Gallinazo

Los vectores indican la direccion de
las aguas y su longitud es proporcio-
nal a la velocidad: 1 cm = 1 m/dia



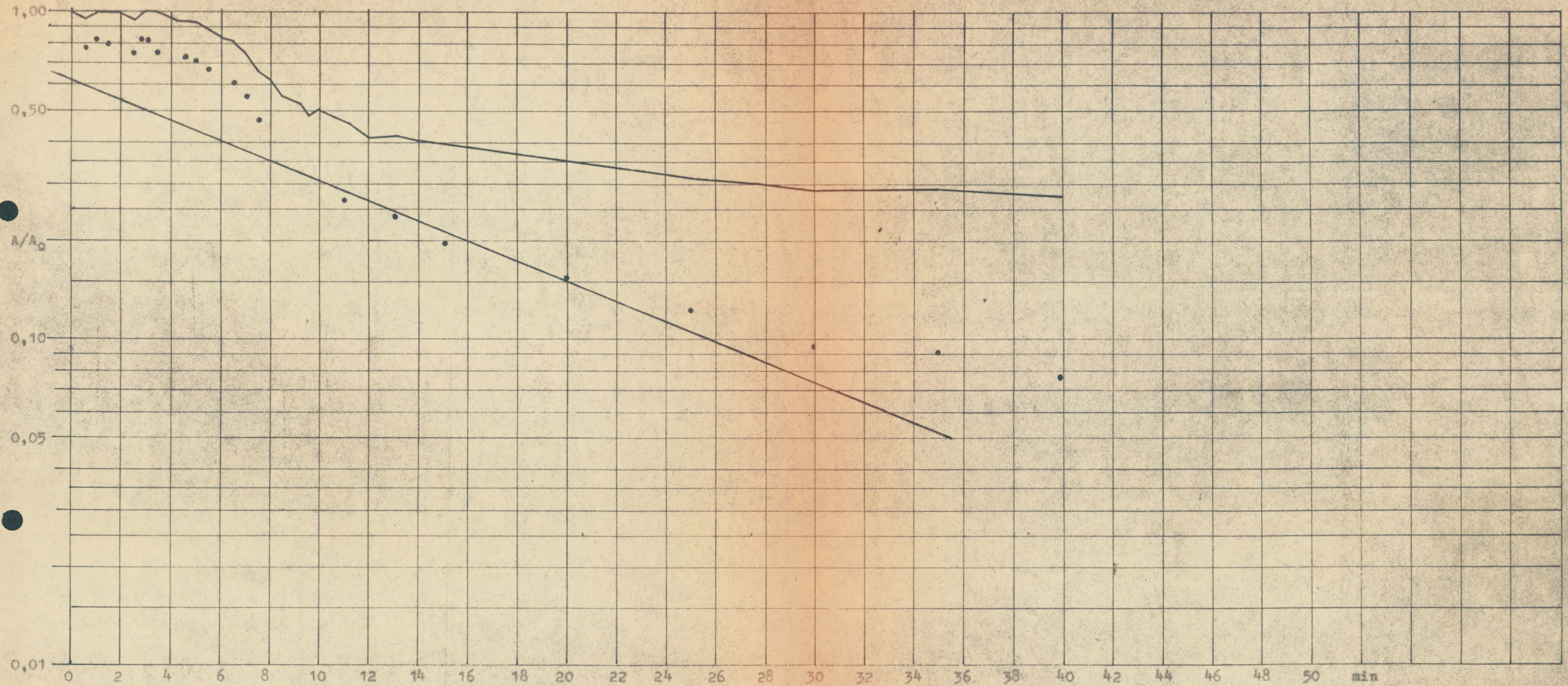
Escala 1 : 250000





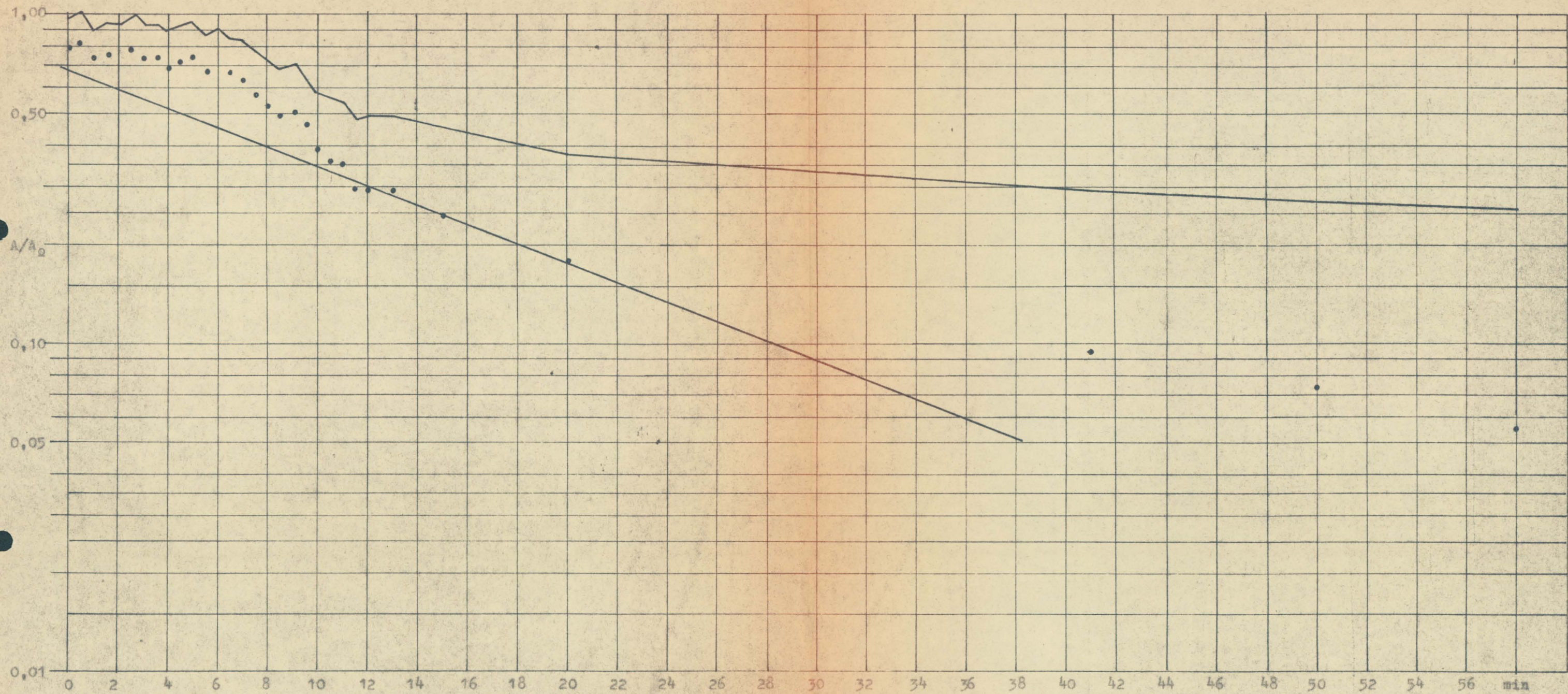
Pozo Hualea Canchones Nº 1

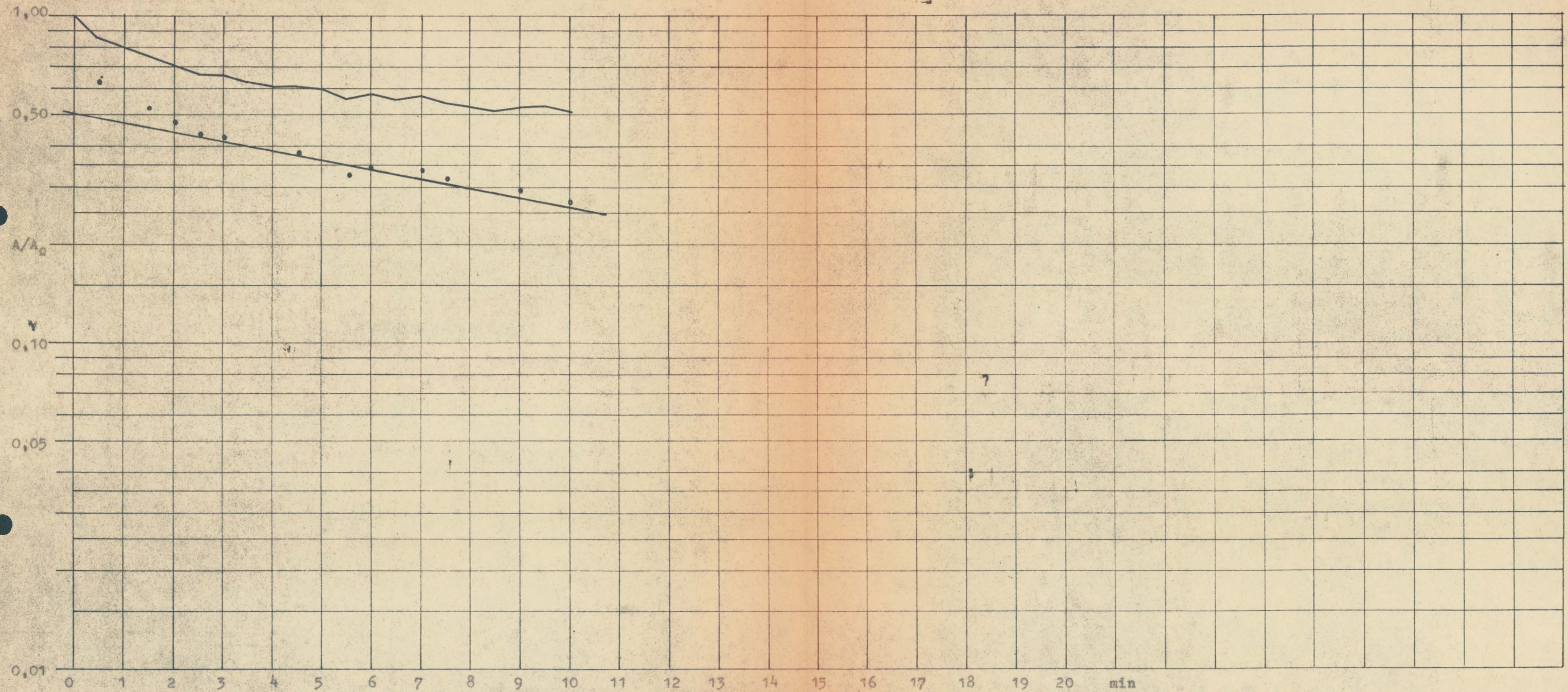
Experiencia Nº 2

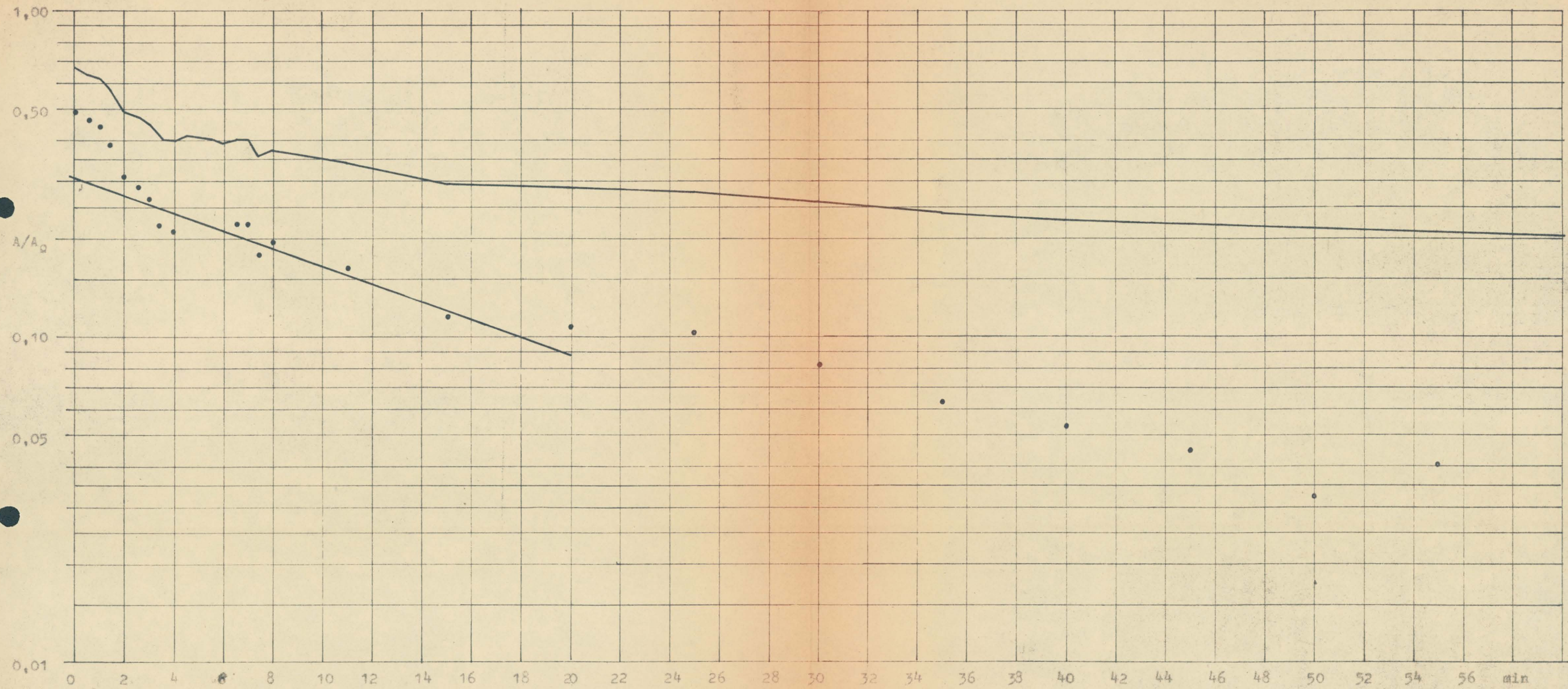


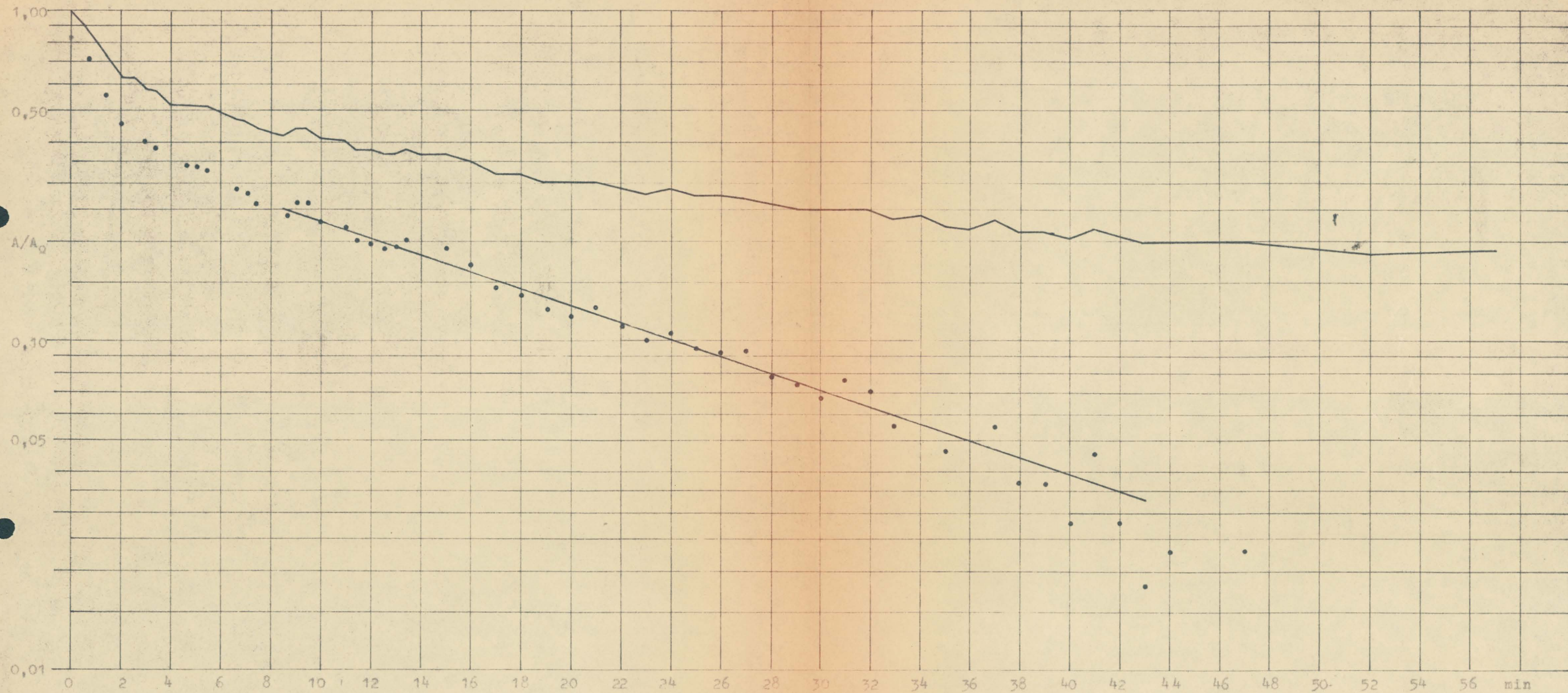
Pozo Huailca Canchones N° 1

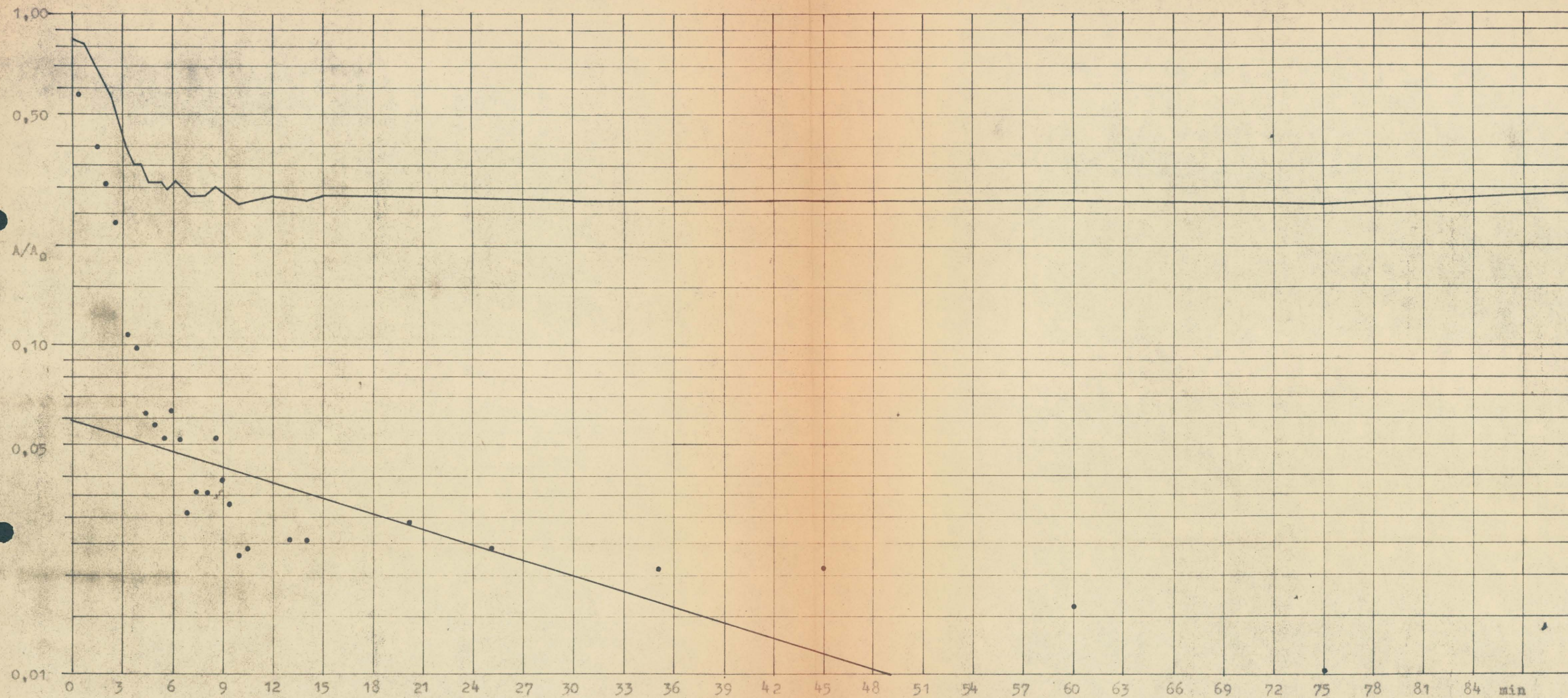
Experiencia N° 3

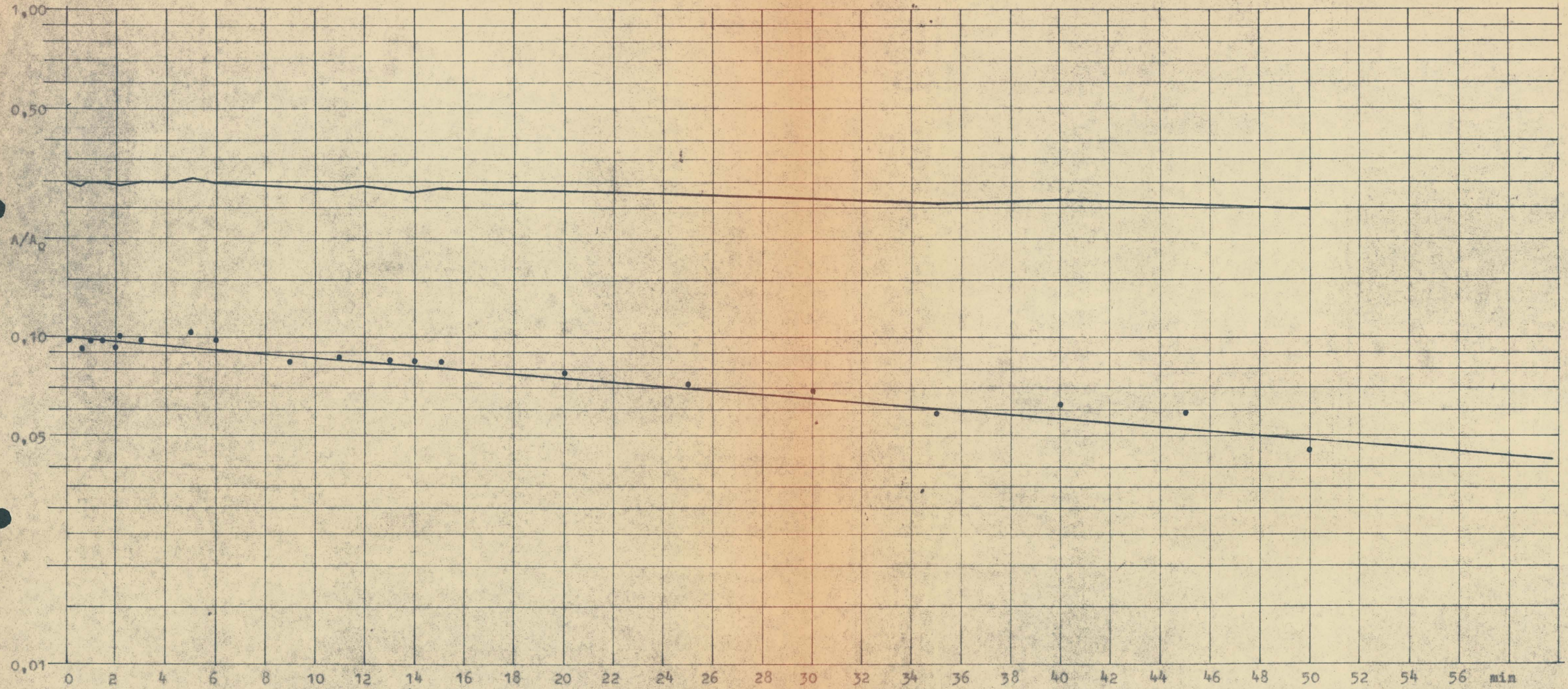


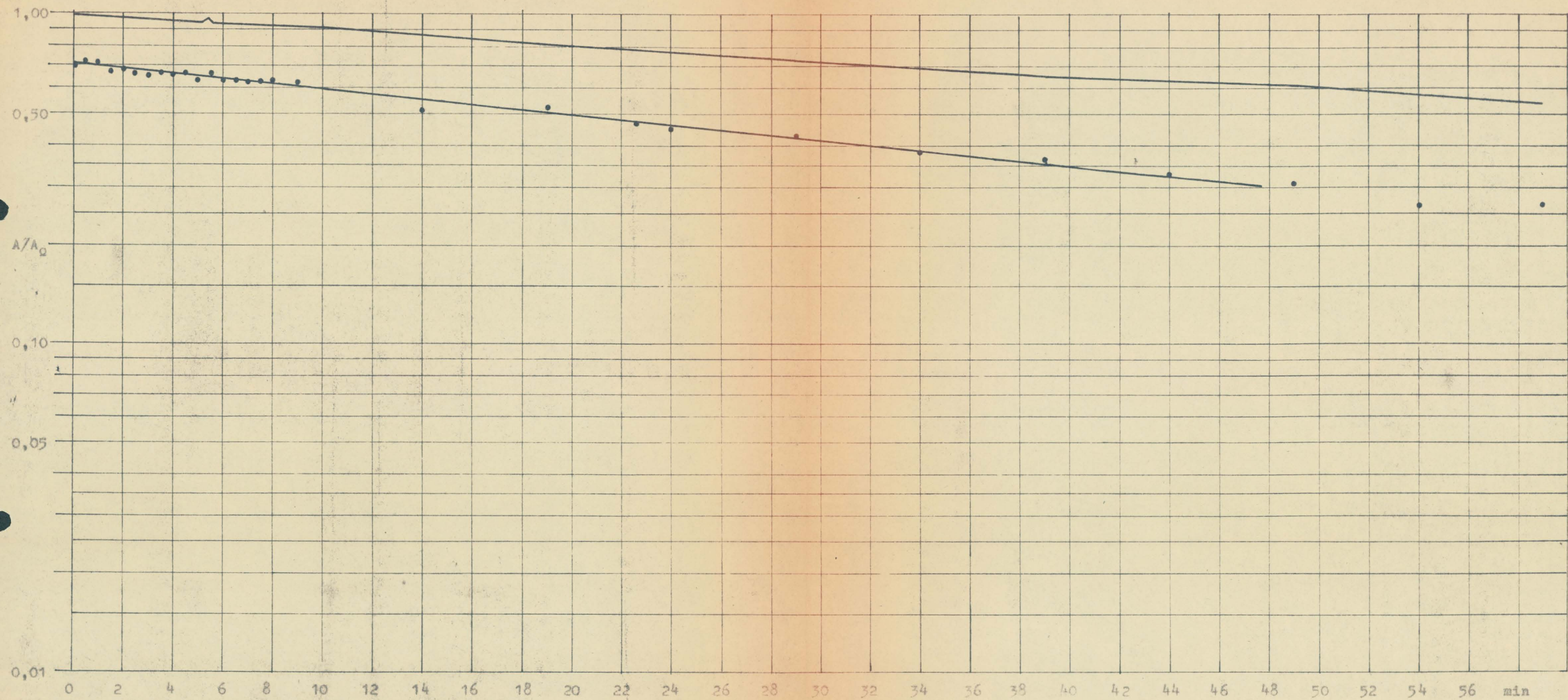




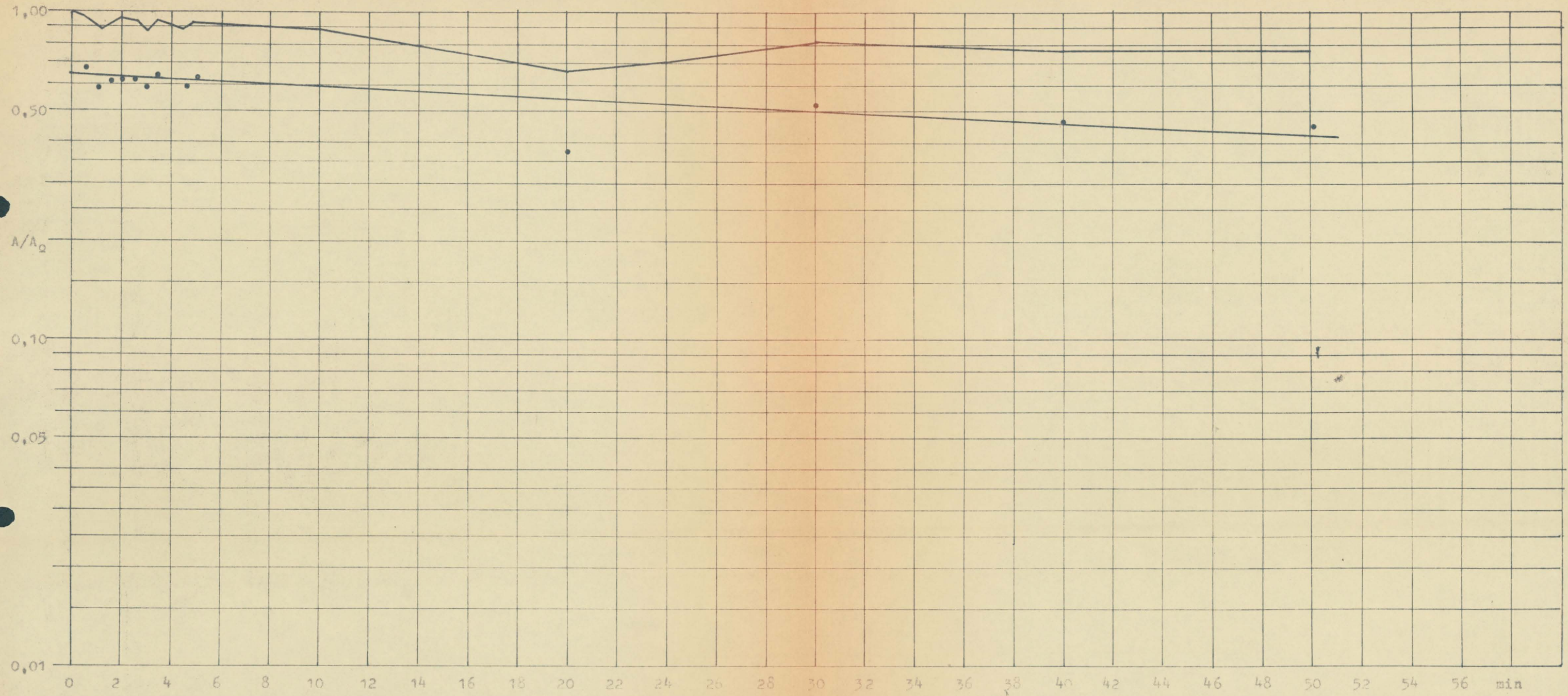


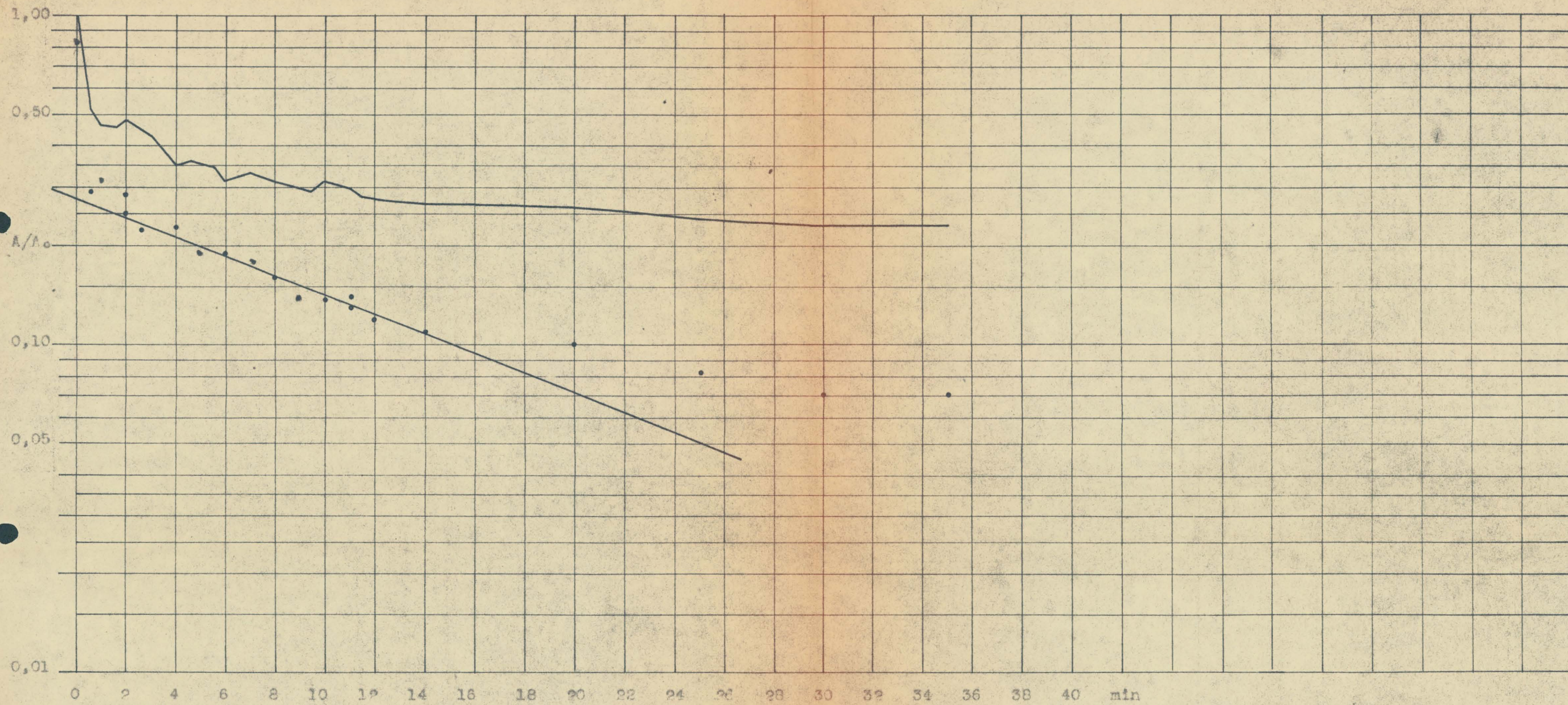


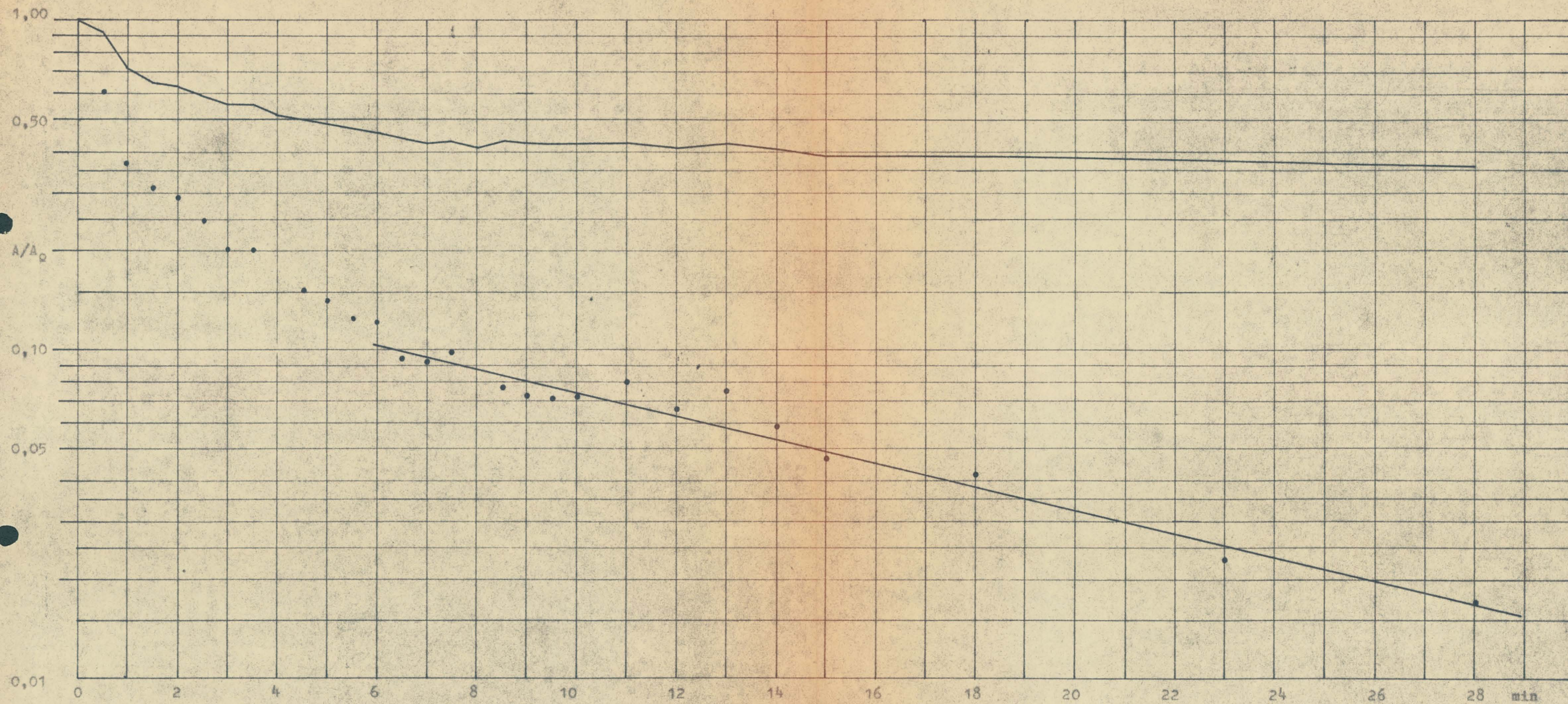


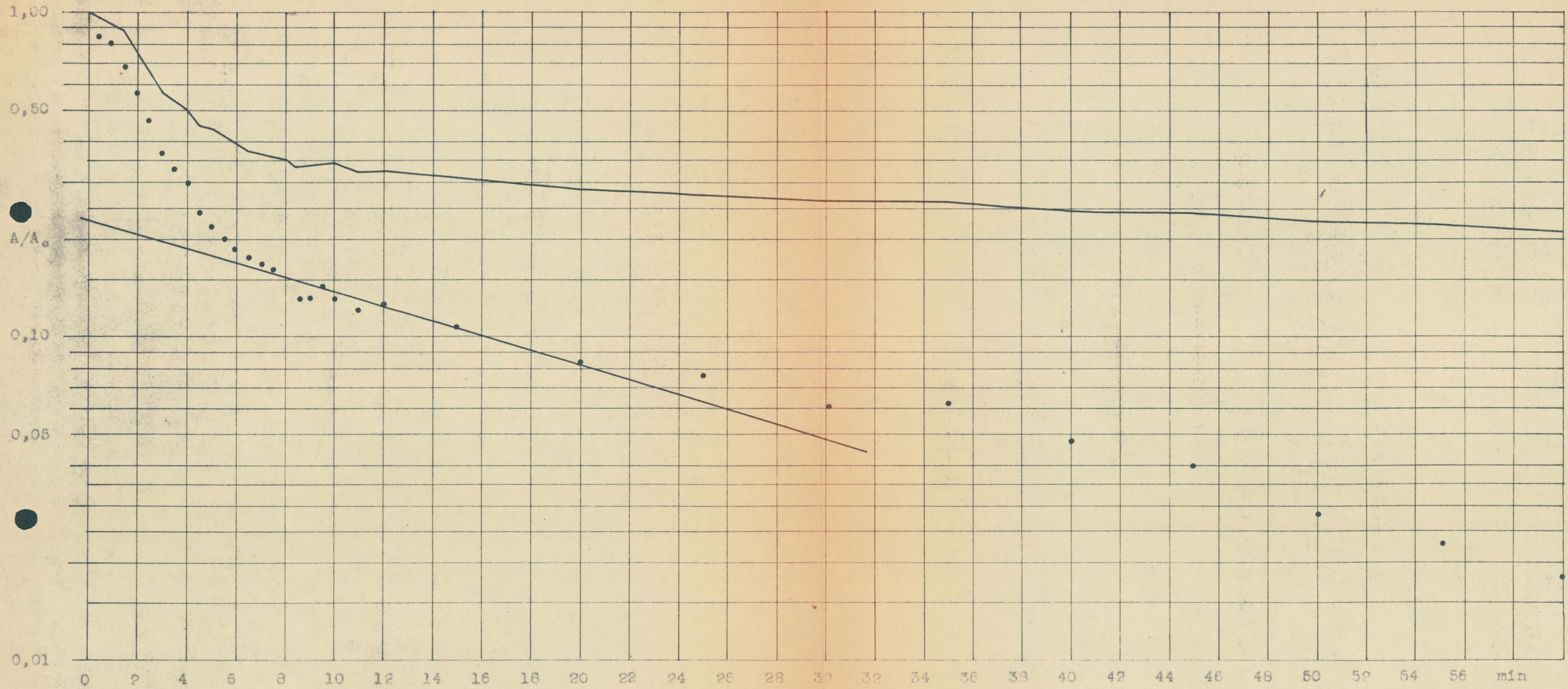


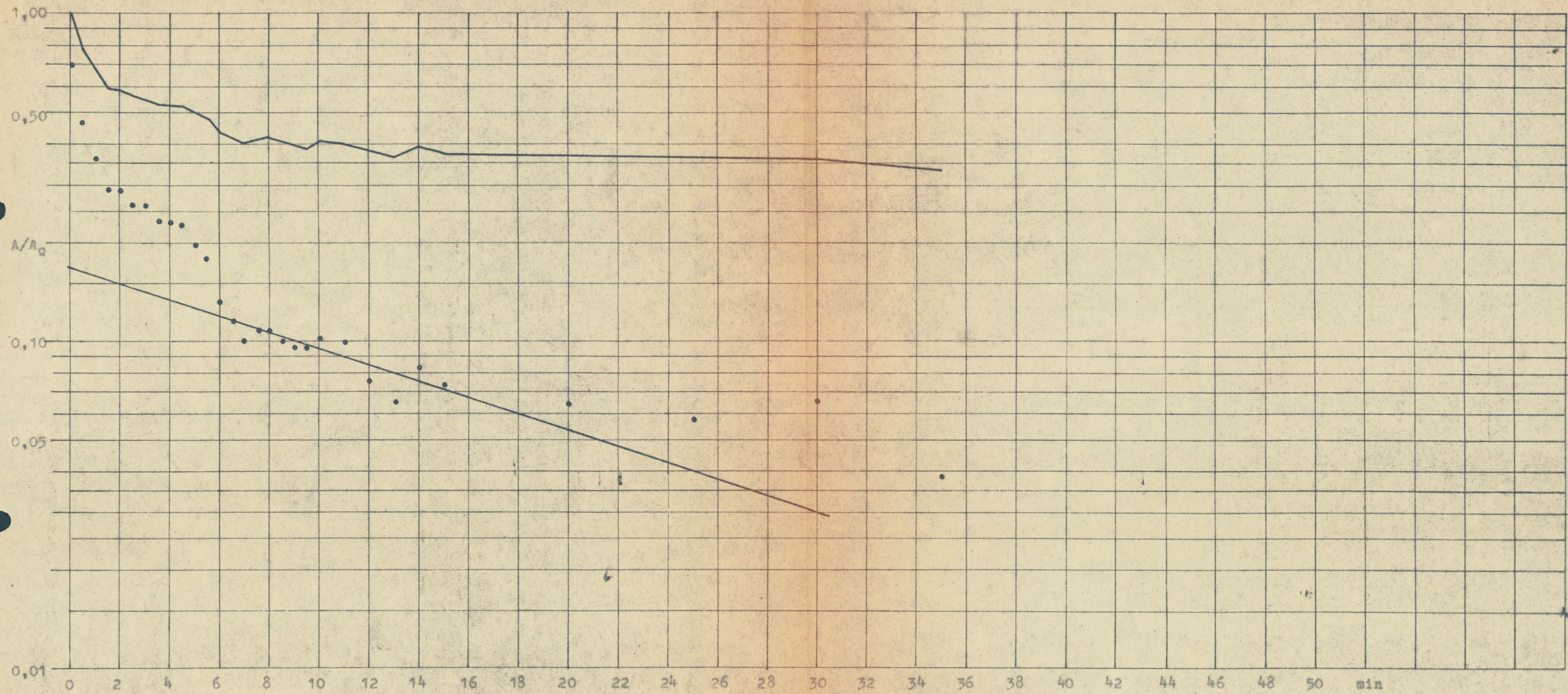
-Pozo Tirana 3
Experiencia Nº 1

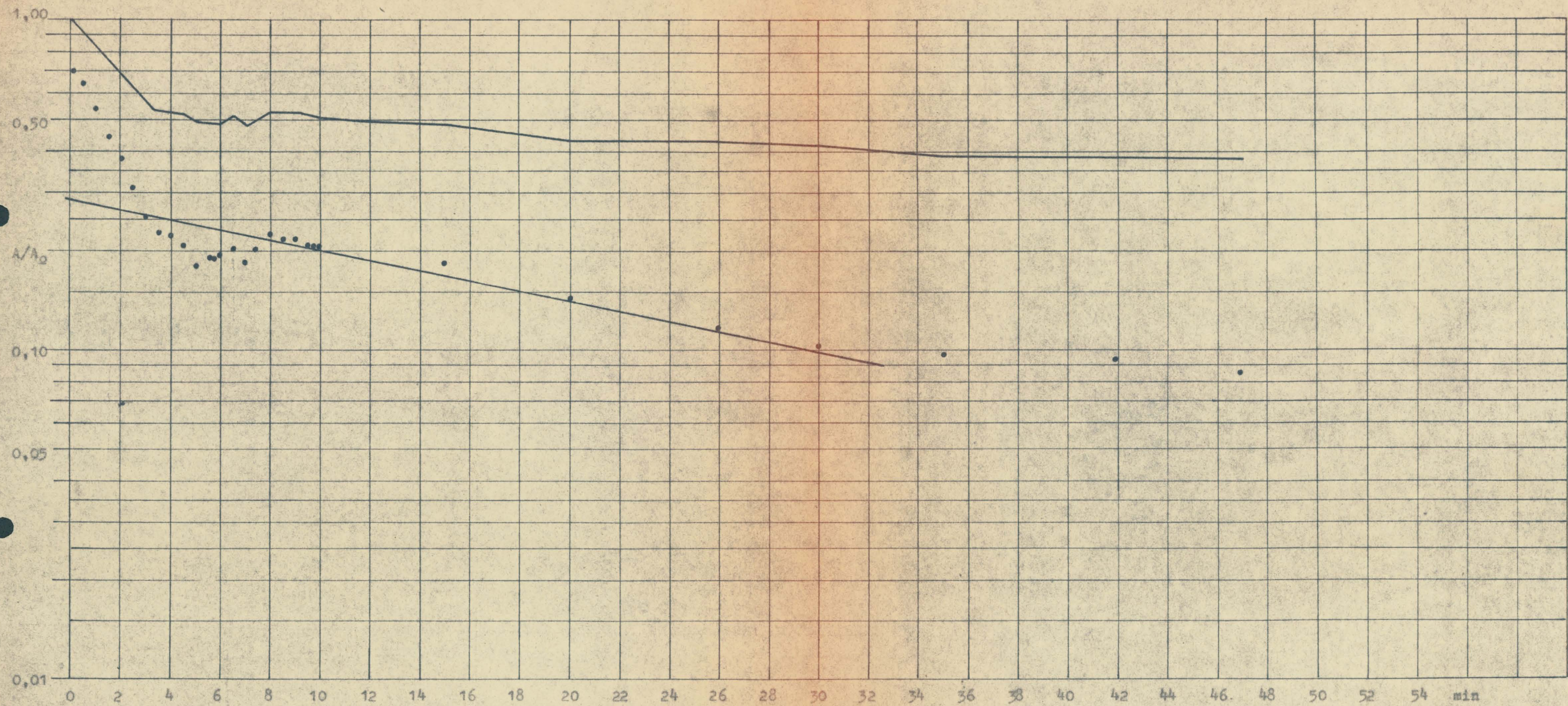


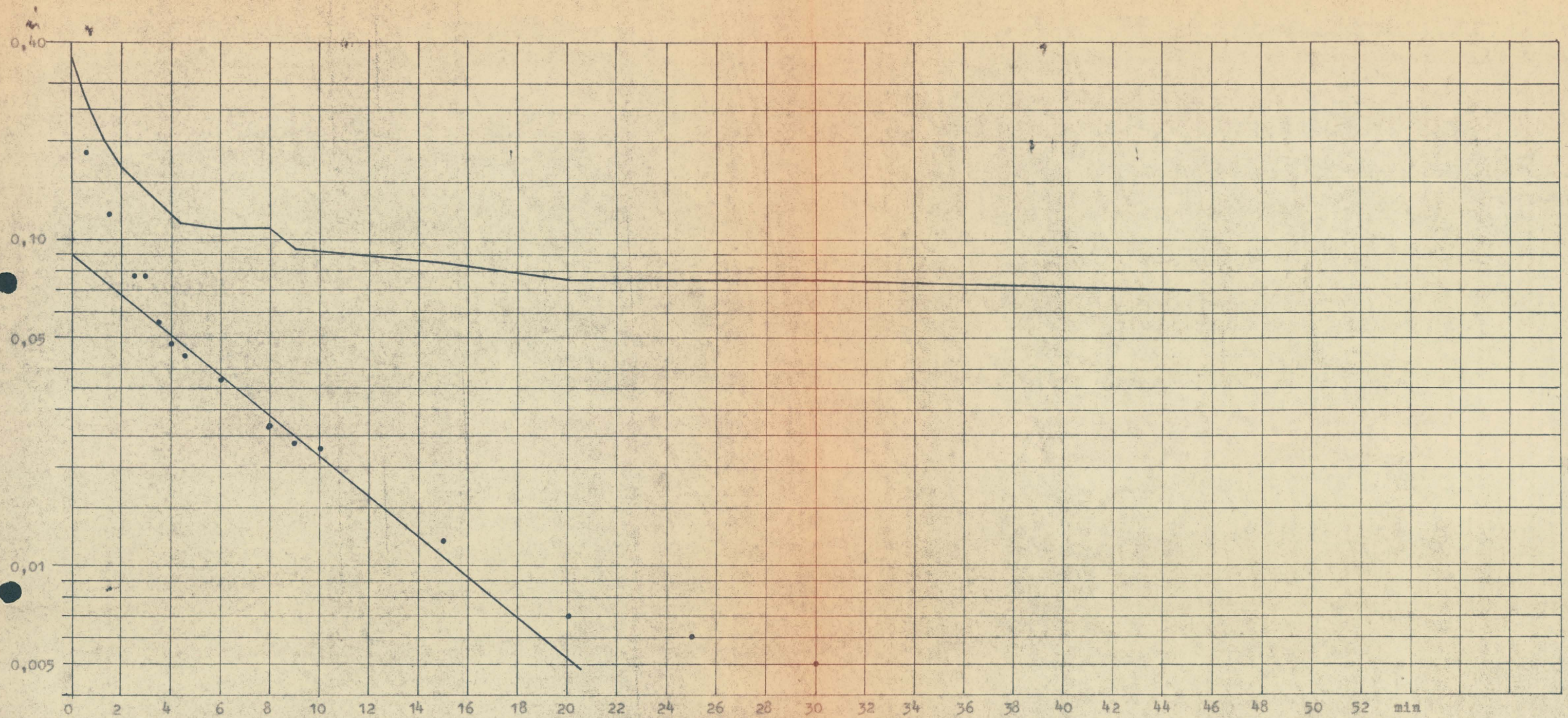


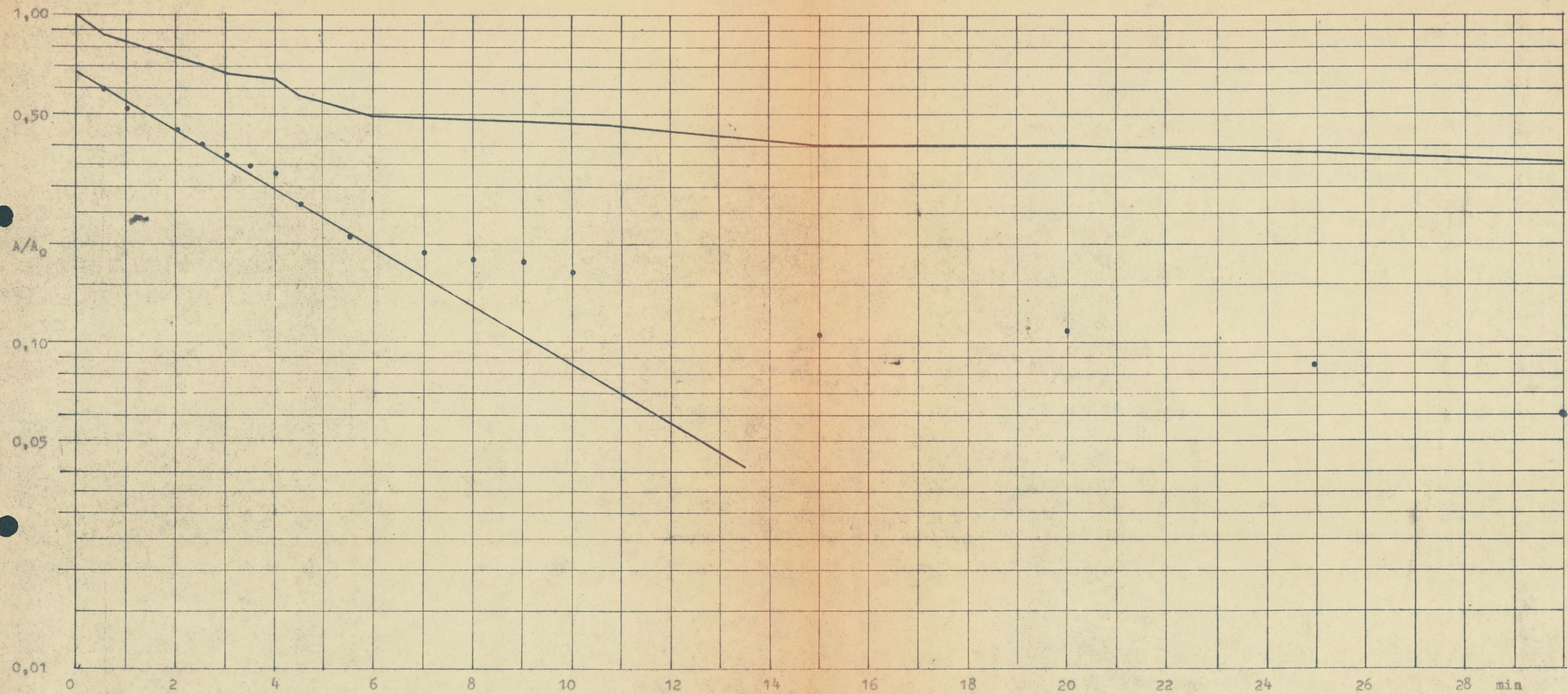


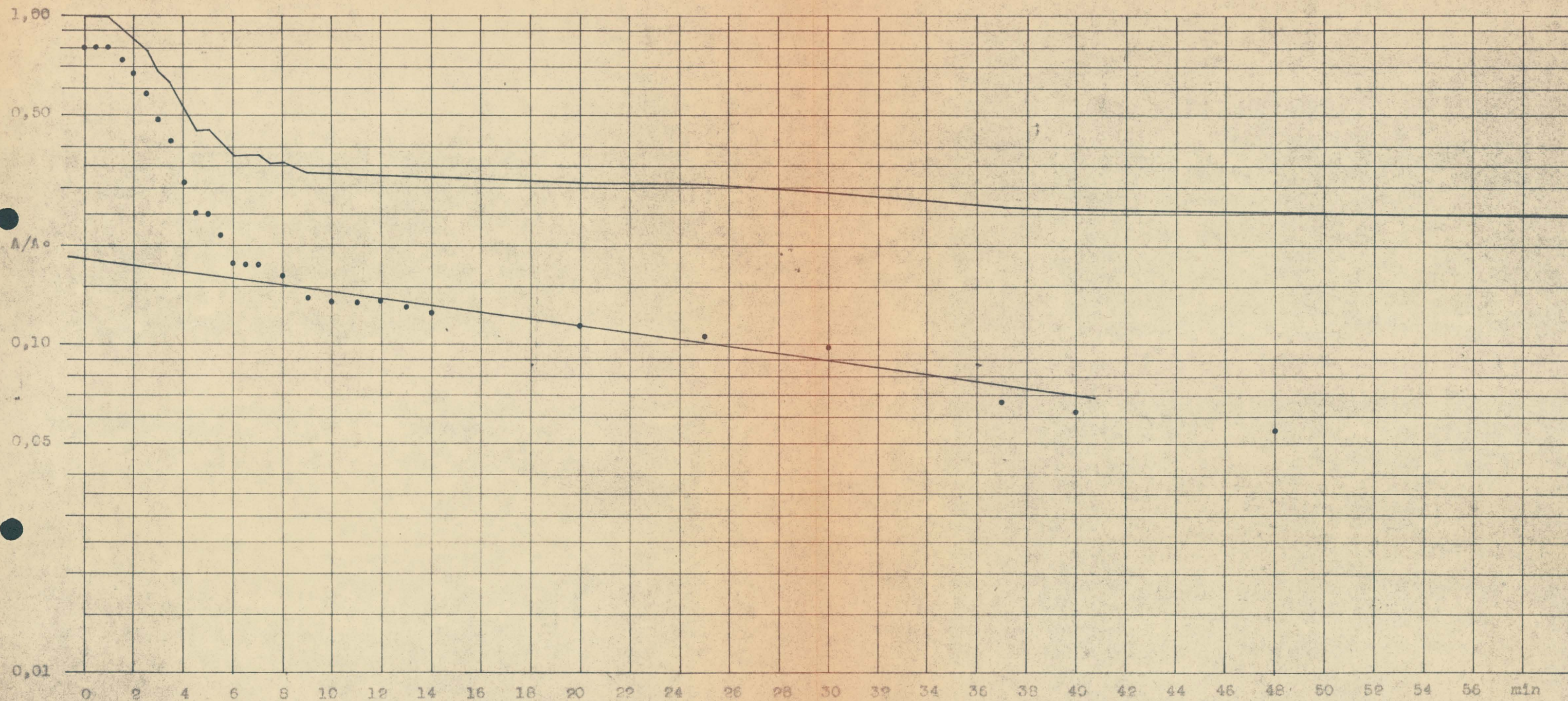












Pozo Pintado Gallinazo 4

Experiencia N° 1

