

RT
239
V.1



VIABILIDADE DO MÉTODO SÍSMICO DE REFRAÇÃO
EM ALUVIÕES ESTANIFERAS DE RONDÔNIA



I 99
I/2009

Nagib Chamon
Cesar Eduardo T. Cardoso

MAIO 1973



-Diretoria de Operações
Departamento de Geologia Geral
e Agência Porto Velho

ÍNDICE

	Página
RESUMO	ii
ILUSTRAÇÕES	iii
QUADROS	iii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 - Objetivo da Investigação	1
1.2 - Localização e Extensão da área	1
1.3 - Fisiografia	2
1.4 - Método de Investigação	2
1.5 - Trabalhos Geofísicos Anteriores ...	5
2. LEVANTAMENTO SÍSMICO DE REFRAÇÃO	5
2.1 - Equipamento	5
2.2 - Operação de Campo	9
3. RESULTADOS DO TRABALHO	11
3.1 - Perfil Tempo-Distância (Dromodrôni- cas)	11
3.2 - Perfil Composto	11
3.3 - Determinação da Espessura da Zona Intemperizada	12
4. VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO NAS CAMADAS	12
5. INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	13
5.1 - Determinação da Forma do Refrator Sísmico	14
5.2 - Interpretação Baseada no Método de HALES	14

5.3 - Interpretação Baseada no Método de TARRANT	16
6. CONCLUSÕES	18
7. RECOMENDAÇÕES	20
8. AGRADECIMENTOS	20
9. BIBLIOGRAFIA	21
APÊNDICE	22

RESUMO

Objetivava-se, primordialmente, demonstrar que o método sísmico de refração é o ideal para a investigação de paleo-vales, que constituem os depósitos secundários de cassiterita em Rondônia. Os trabalhos de campo se estenderam por quase três semanas e observou-se que se poderia obter uma produção mensal média de 15 quilômetros. Foram feitas quatro seções sísmicas, num total de 4.200 metros. Duas perpendiculares ao presumível paleo-canal do atual Rio das Garças e duas ao do Igarapé Maruim. Ainda que se dispusesse dos dados de poços nas primeiras seções, estes só foram utilizados para comparação final. Esta comparação está mostrada nos perfis, e só parcialmente dados e resultados são coincidentes. A interpretação dos dados foi feita utilizando-se de dois métodos diferentes, obtendo-se aproximadamente os mesmos resultados.

ILUSTRAÇÕES

Figura	Página
1. Mapa de Localização	Envelope
2. Disposição dos Geofones	3
3. Sismogramas de Refração	4
4. Dispositivo, programa de tiro e quantidade carga	6
5. Determinação de velocidade de propagação em poço	7
6. Determinação de velocidade de propagação em poço	8
7. Redução ao Datum do Lado Emergente	15
8. Centro e raio de Curvatura pelo Método TARRANT	16

LISTAGEM DOS QUADROS

1. Determinação das velocidades e espessuras na zona intemperizada - Linha 112	
2. Determinação das velocidades e espessuras na zona intemperizada - Linha 80	
3. Determinação das velocidades e espessuras na zona intemperizada - Linha 4800	
4. Determinação das velocidades e espessuras na zona intemperizada - Linha 3200	
5. Linha 112 - Rio das Garças	Envelope
Linha 112 - Rio das Garças (Redução em Ane xo)	Envelope
6. Linha 80 - Rio das Garças	Envelope

	Linha 80 - Rio das Garças (Redução em Anexo)	Envelope
7.	Linha 4800 - Igarapé Maruim	Envelope
	Linha 4800 - Igarapé Maruim (Redução em Anexo)	Envelope
8.	Linha 3200 - Igarapé Maruim	Envelope
	Linha 3200 - Igarapé Maruim (Redução em Anexo)	Envelope

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Objetivo da Investigação

Os testes geofísicos do método sísmico de refração operados pela CPRM em uma restrita área do Território Federal de Rondônia haviam sido solicitados pelo DNPM. Tinha-se em mente as seguintes razões:

- 1 - embora fosse notório e universalmente reconhecido que tal método é o mais indicado para pesquisas aluvionares em todo o mundo, pretendia-se verificar sua viabilidade e custos nesta região.
- 2 - mostrar que o número de poços de sondagens poderia ser sensivelmente reduzido com a aplicação conjunta deste método geofísico.
- 3 - preestabelecer o lugar mais favorável de acumulação da cassiterita e conseqüentemente, localizar os pontos mais recomendáveis para a sondagem inicial.
- 4 - demonstrar que o método de refração seria então de grande valor dentro do objetivo de se tentar aumentar o volume aluvionar conhecido atualmente.

1.2 - Localização e Extensão da Área

Entre as áreas mais propícias para se aplicar o método e conseqüentemente extrair desta investigação os melhores resultados, foi escolhida uma, com pedido de pesquisa solicitado pela Companhia Araçazeiros.

Esta área é conhecida pelo nome de Maria Conga de Nagô, se estendendo aproximadamente por uns 10 quilômetros ao longo da estrada que se liga a Rodovia Federal (Mapa de localização).

Entre as vantagens que esta área proporcionou deve se citar: a proximidade da Capital do Território, os alojamentos existentes, as picadas que já haviam sido abertas, vários poços de sondagem para se comparar os resultados, campo de pouso, etc.

1.3 - Fisiografia

A área em toda sua extensão é plana. O relevo topográfico não excede a 15 metros (perfis e tabelas da elevação topográfica anexos) e a elevação média é ao redor de 110 metros acima do nível do mar.

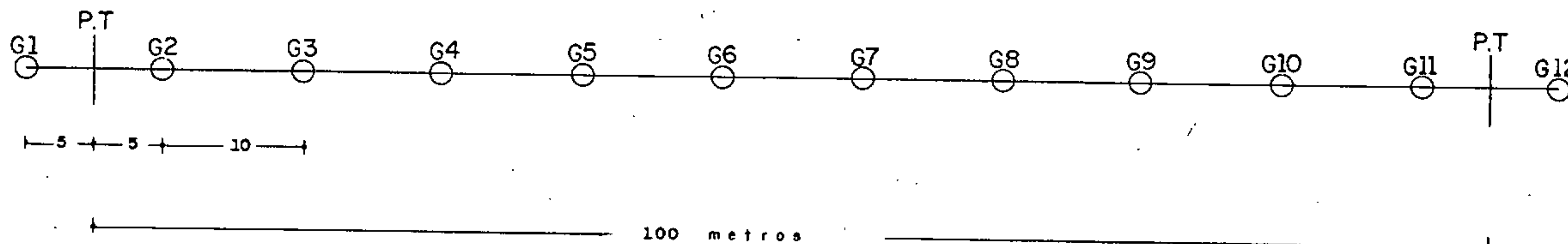
Em geral o solo é de pequena espessura. Nas seções investigadas, o manto de intemperização (no local impropriamente chamado capa laterítica, denominação mantida nos perfis) alcança em média 2 a 3 metros e o substrato, que é constituído essencialmente de rochas graníticas, é coberto por um manto aluvionar de cerca de 20 a 60 metros.

Os clásticos próximos à superfície constituem-se de areias grosseiras, com pouca argila, apresentando grãos de quartzo como constituinte principal, contendo ainda feldspato róseo, quase sem alteração. Estas areias não são consolidadas a friáveis, e uma estaca poderia facilmente penetrar um metro apenas com percussão de martelo.

1.4 - Método de Investigação

O sistema empregado que se apresentou mais eficiente, sob o ponto de vista prático de execução nas seções investigadas, foi o que é conhecido por "continuous profile shooting". A posição dos geofones ("spread"), fig. 2, enumerada de 1 a 10 (12 para o caso de seção 112), se desloca para uma posição sucessiva após dos tiros nos pontos preestabelecidos como mostra o esquema da figura 4.

"SPREAD" DOS GEOFONES



DISPOSIÇÃO DOS GEOFONES PARA DETERMINAÇÃO
DAS VELOCIDADES E ESPESSURA NA ZONA INTEMPERIZADA

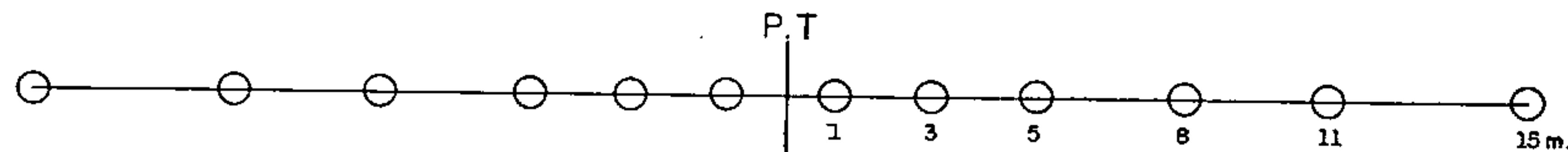


FIG. 2 Disposição dos geofones



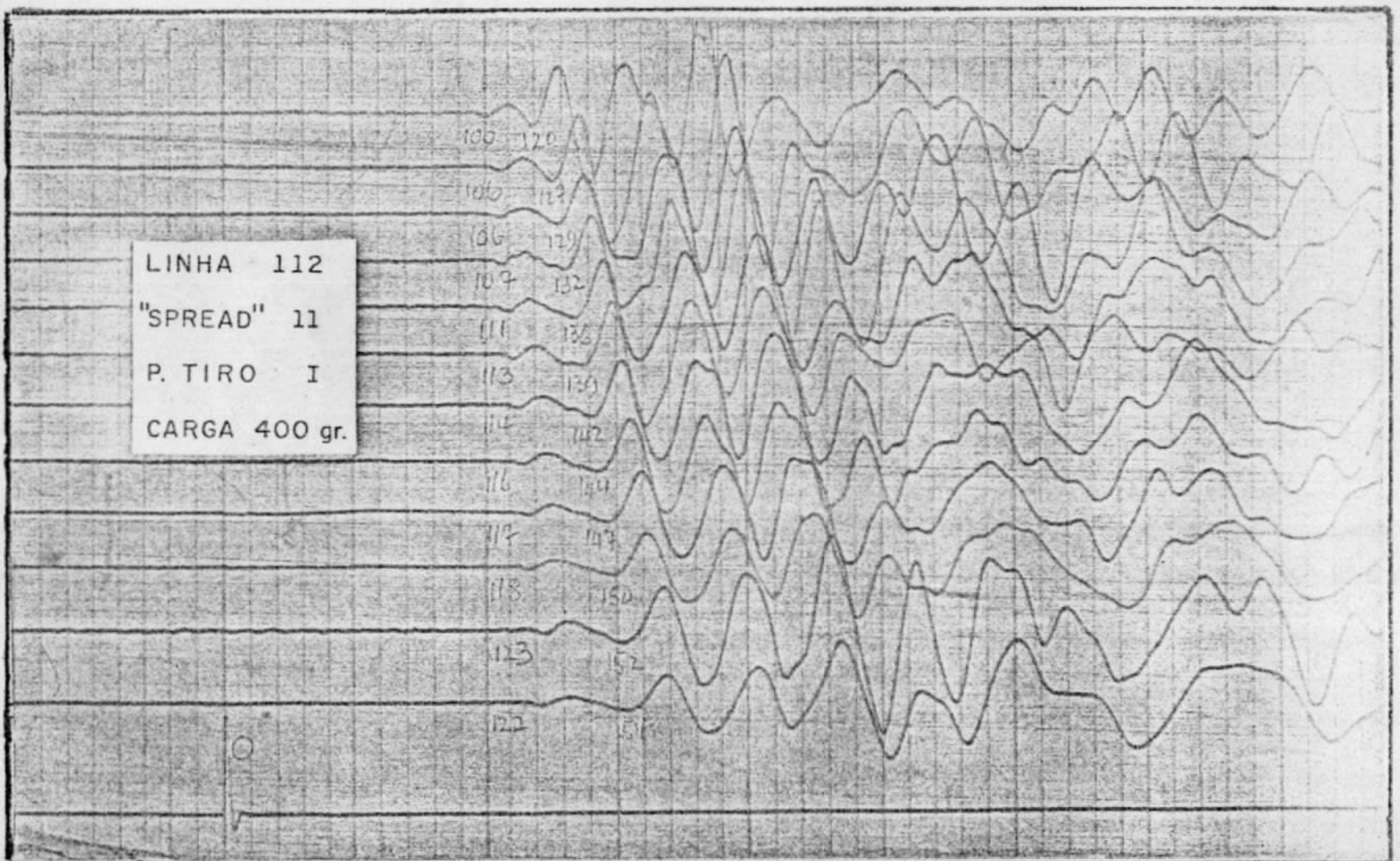
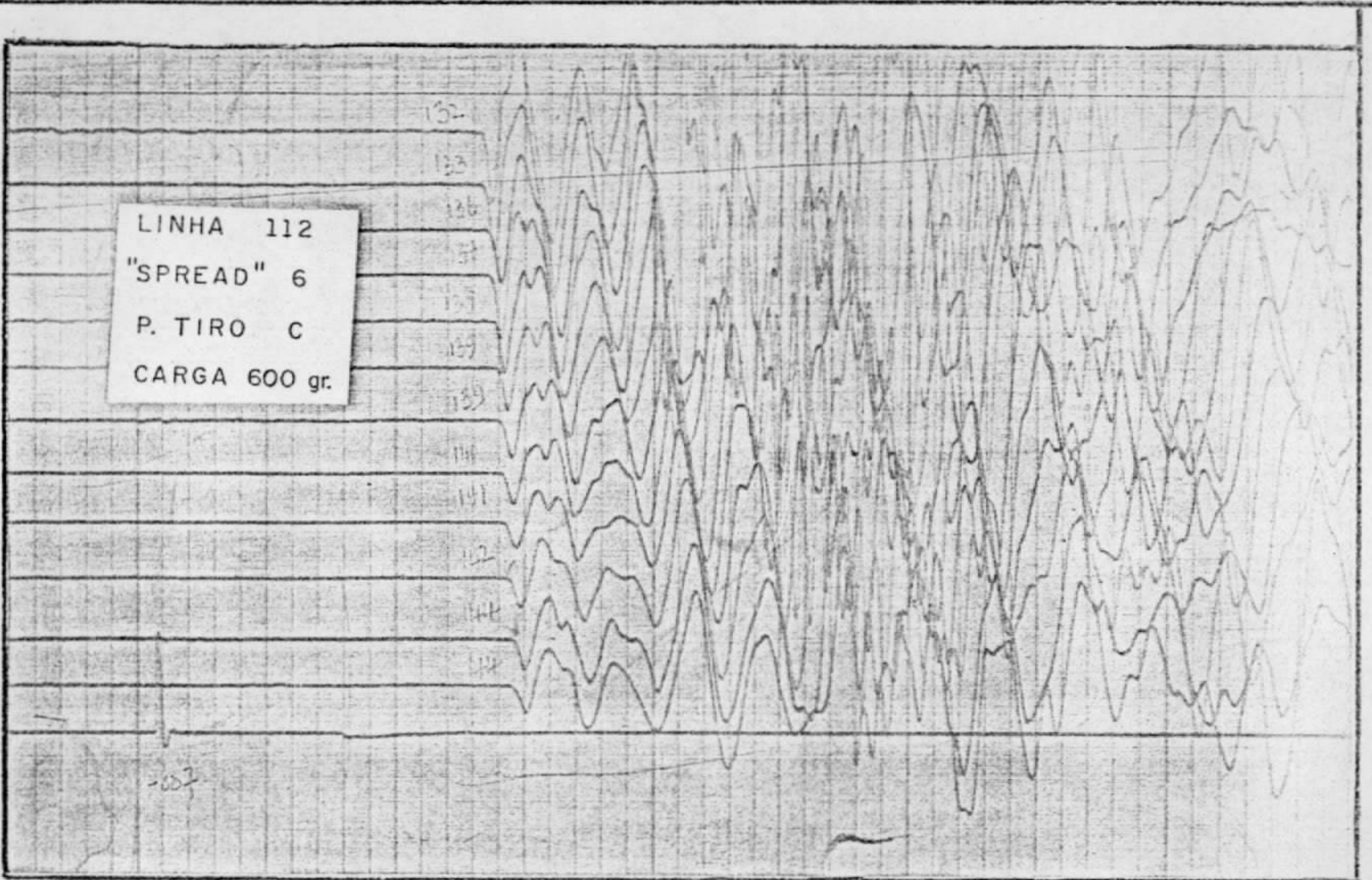


FIG. 3
SISMOGRAMAS DE REFRAÇÃO

O segundo perfil dos quadros 5,6,7 e 8 mostra que houve completo recobrimento dos segmentos da superfície refratora de mais alta velocidade (substrato).

Para se reduzir dados obtidos a um mesmo datum, procedeu-se a determinação das velocidades da camada laterítica e sua espessura. Usou-se para esta determinação, o método conhecido por "differential weathering correction" (abreviado por DWC) que permite computar mergulhos quando ponto de tiro é simetricamente localizado com respeito ao "spread" dos geofones (Dix, pg. 102).

A disposição DWC está esquematizada na figura 2, e foi empregado em todos os pontos de tiro das seções.

Em adição, duas séries de determinações de velocidade de propagação foram executadas em dois poços que estavam parcialmente desobstruídos (figuras 5 e 6).

1.5 - Trabalhos Geofísicos Anteriores

Foram feitos recentemente duas investigações geofísicas nesta área, pelo Dr. Andre Davino. Seus trabalhos são intitulados "Localização por Eletroresistividade dos Paleovales do Rio das Garças desde suas nascentes até Maria Conga, Setor de Luzitânica, Território Federal de Rondônia" e "Ensaio de Sísmica de Refração".

2. LEVANTAMENTO SÍSMICO DE REFRAÇÃO

2.1 - Equipamento

O sismógrafo usado é de fabricação Dresser Sie, Inc., modelo RS-4, de 12 canais. Pode ser operado por baterias de 12 volts exteriores (de carro por exemplo) ou ter sua bateria in-

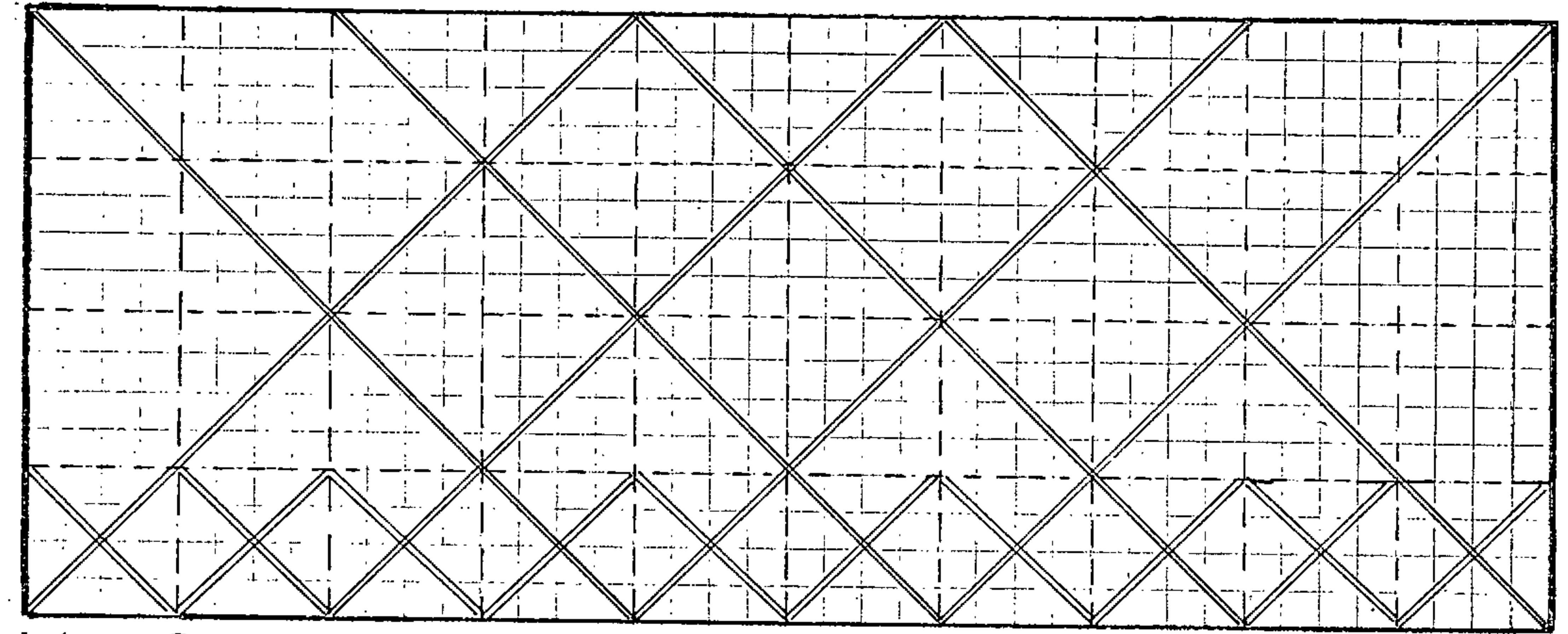
CARGA DE
DINAMITE

3 BASTÕES

2 "

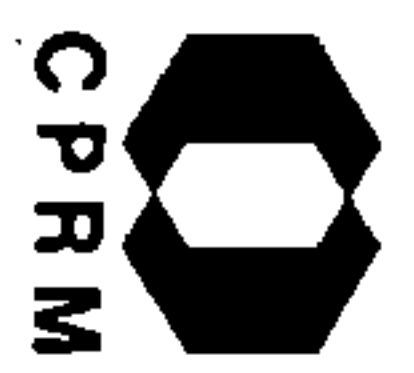
1 "

1/4 "



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
C	D	E	F	G	H	I	J	K		
D	E	F	G	H	I	J	K			
E	F	G	H	I	J	K				
F	G	H	I	J	K					
G	H	I	J	K						
H	I	J	K							
I	J	K								
J	K									
K										

Fig. 4 Dispositivo, programa de tiro e quantidade de carga.



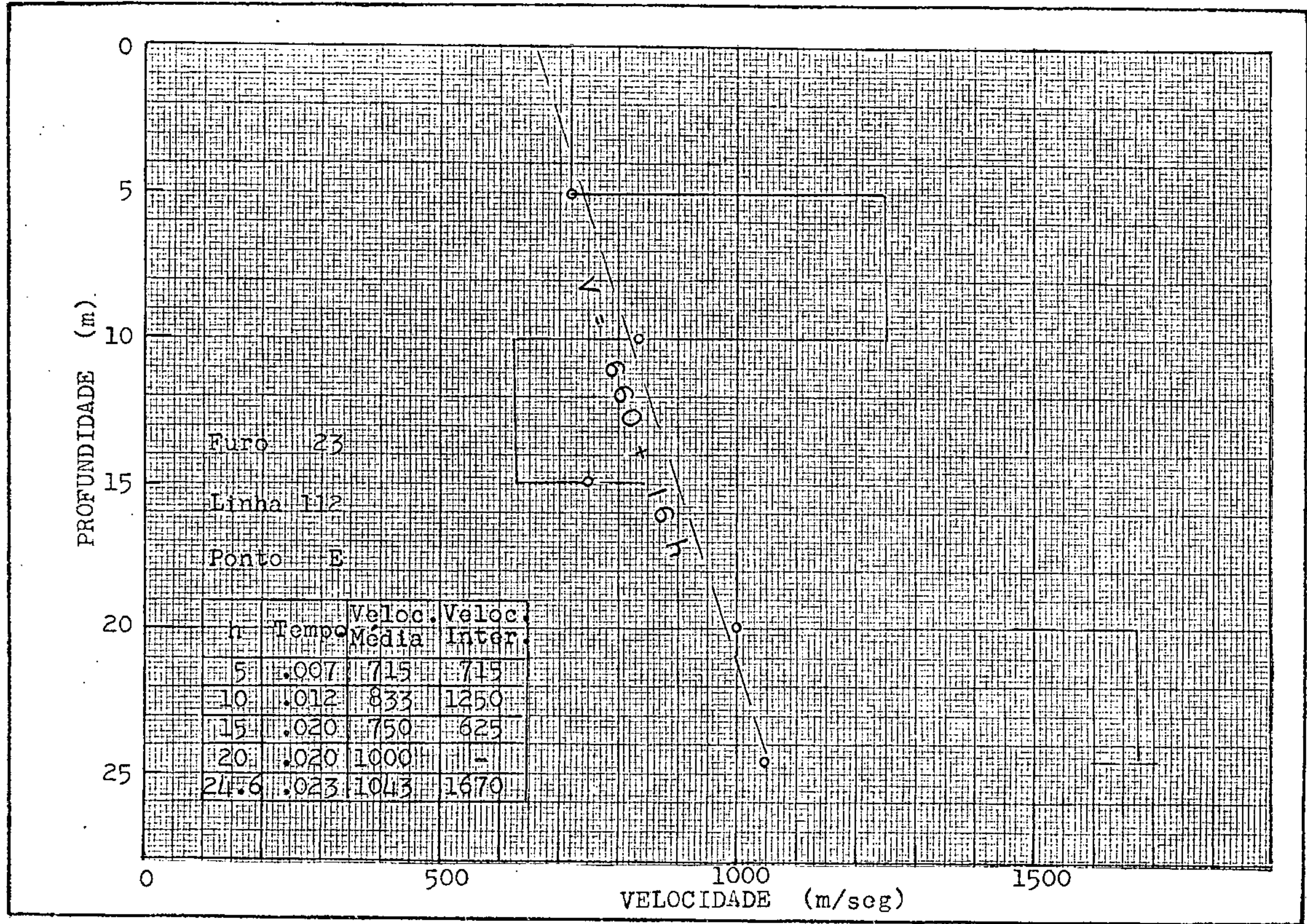


Fig. 5 Determinação de velocidade de propagação em poço.

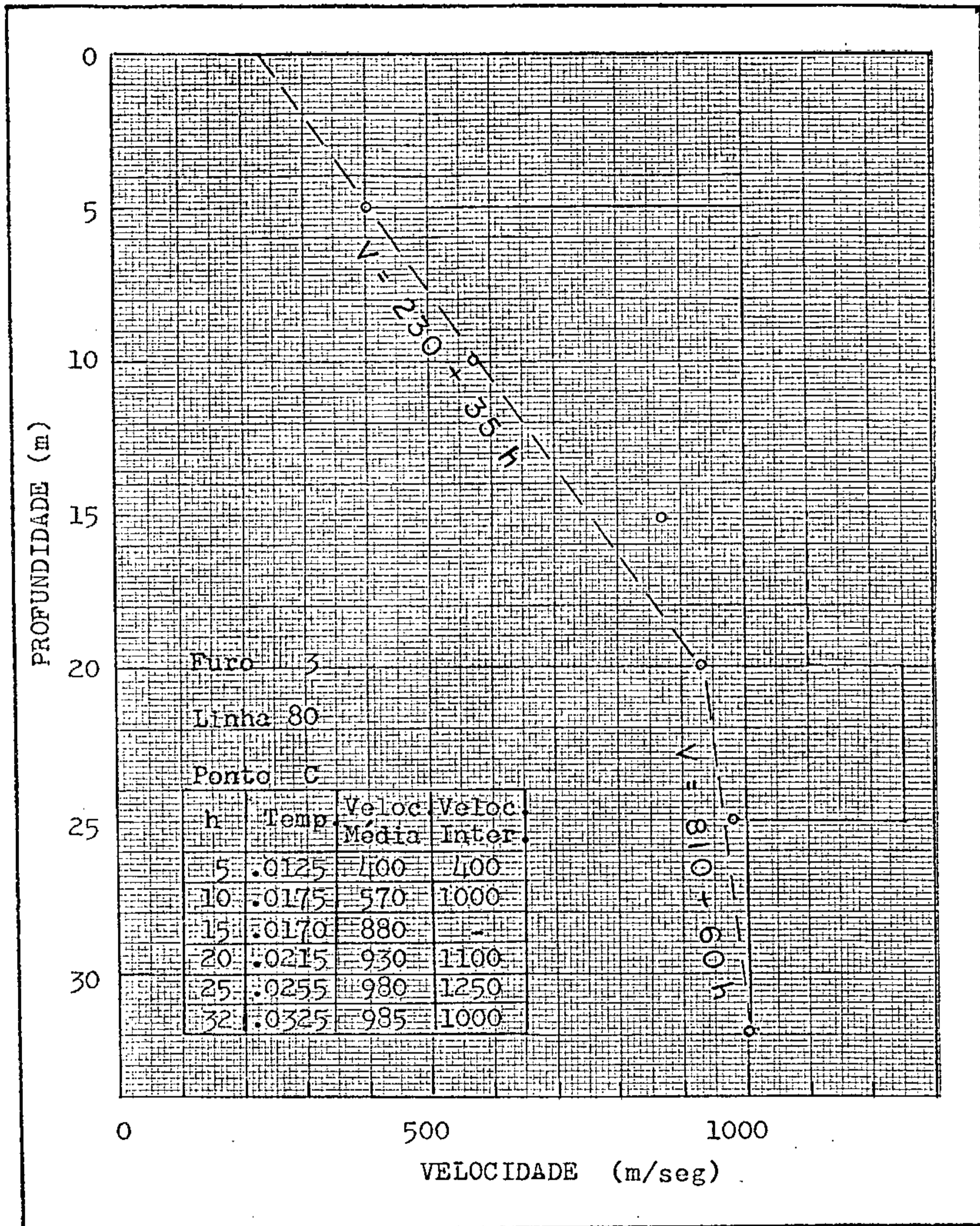


Fig. 6 Determinação de velocidade de propagação em poço.

terior recarregada após as operações por gerador de 110 volts. A corrente para os tiros de detonação é fornecida por uma bateria interna de grande duração, de 65 volts.

Os registros são revelados instantaneamente por efeito foto-sensível, porém, com o alto grau de umidade poderão se danificar e tendem normalmente a perder o contraste da imagem com o passar do tempo.

As linhas de tempo são registradas cada 10 mseg conseguindo-se portanto uma razoável precisão de 1 a 2 mseg de interpolação.

Os geofones são de tipo moderno, em tamanho miniatura, com frequência de 5 hertz.

O cabo dos geofones tem terminais elétricos a cada 25 metros, sendo que o primeiro e o último distam 75 metros das tomadas extremas que se conectam ao instrumento. O cabo enrolado em um carretel de alumínio é facilmente recolhido ou estendido por um único ajudante.

2.2 - Operação de Campo

Os trabalhos de campo foram efetuados entre os dias 16 a 30 de março de 1973. Inicialmente a operação foi vagarosa e confusa, pois o grupo ainda não havia adquirido adestramento e prática rotineira. De dois "spreads" diários iniciais, atingiu-se uma média de 5 nos quatro últimos dias de trabalho. Os 7 geólogos que participaram do grupo para treinamento se revezaram em todas as funções da operação.

A equipe mínima necessária para um eficiente trabalho de campo é constituída de um operador, um detonador, e três auxiliares, cuja função é a de estender as linhas de detonação ,

cabo dos geofones e escavar os poços de tiro.

Para uniformidade e simplicidade de futuros cálculos de correção, todos os poços de tiro foram escavados aproximadamente a um metro de profundidade.

Foram efetuados 4.200 metros de seções, 42 determinações de velocidade e espessura das zonas intemperizadas e 11 tiros para determinação da velocidade em poços. O programa dos tiros nas seções está mostrado na figura 4. Foram registrados 186 perfis nas 4 seções. De um total de 247 tiros houve um único caso de falha presumível por parte da espoleta. Deste total a distribuição foi a seguinte:

Nº DE ESPOLETAS	USOS
186	Seções
8	Repetições
42	Tiros na zona intemp.
11	Tiros em poços

Foram empregados aproximadamente 300 bastões de dinamite, de 200 gramas cada um. A carga de dinamite em cada ponto de tiro, (ver figura 4), estava definida em função da distância, da seguinte maneira:

Distância ao geofone
mais afastado

Números de bastões de
dinamite

100 m

1/4

200

1

300

2

400

3

A distância entre os pontos de tiro foi invariavelmente de 100 metros, e o intervalo entre cada geofone dentro do "spread", era de 10 metros (figura 2).

3. RESULTADOS DO TRABALHO

3.1 - Perfil Tempo-Distância (Dromodrônicas)

Os valores dos tempos em cada "spread" foram plotados para cada seção e são mostrados no segundo perfil dos quadros 5,6,7 e 8. Os valores dos tempos em ordenada representam a diferença entre a chegada do primeiro evento da onda compressional e o instante de disparo da espoleta ("time break"). Devido a espoleta usada não ser a apropriada para trabalhos sísmicos, houve definitivamente, em alguns casos, atrasos de alguns mili-segundos na detonação, como aparentemente mostram os tiros para a determinação da velocidade na zona intemperizada (quadros 1,2,3 e 4).

Apesar do inconveniente citado acima, os tempos reversos são praticamente os mesmos que os diretos nos pontos de tiro. Esta igualdade do tempo é a base para o controle da acuridade do trabalho.

3.2 - Perfil Composto

Em trabalhos de rotina não é necessário recobrir toda a seção com perfis completos desde que apenas pequenos segmentos da curva tempo-distância são suficientes para determinar a profundidade do refrator desde que a velocidade no embasamento e a velocidade média nas camadas superiores sejam substancialmente constantes. Nestas condições, as curvas tempo-distância, por simples deslocamento individual dos segmentos, dão origem à curva composta. Este efeito corresponde ao de se ter os geofones espalhados por toda a seção e se processasse a apenas dois tiros em

suas extremidades (terceiro perfil dos quadros 5,6,7 e 8).

Como anteriormente, a comparação do tempo total no caminho direto do perfil composto é essencialmente igual ao do perfil composto do tiro reverso.

3.4 - Determinação da Espessura da Zona Intemperizada

Foram feitos 42 registros para determinação da espessura da zona intemperizada nos pontos coincidentes com os de tiro das seções.

A espessura do manto intemperizado é a média estimada dos valores da profundidade (d), obtida em cada lado do ponto de tiro pela fórmula:

$$d = \frac{Z_c}{2} \sqrt{\frac{V_1 - V_0}{V_1 + V_0}}$$

onde

d = espessura

Z_c = distância crítica

V₀ = velocidade superficial

V₁ = velocidade na camada aluvionar superior

Os valores (d) para cada ponto de tiro estão apresentados nos quadros 1,2,3 e 4.

4. VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO NAS CAMADAS

Na camada superior, transição entre solo e zona de aeração e portanto acima do lençol freático, as velocidades de propagação da onda compressional é muito próxima da propagação acústica no ar (quadros 1,2,3 e 4).

No acamamento aluvionar, as velocidades variam entre valores de 700 a 2.000 metros por segundo. Os valores aparen

tes da velocidade de específicos horizontes refratores podem ser medidos nos pontos da curva tempo-distância, pois correspondem ao inverso da declividade das curvas.

A variação vertical das velocidades no aluvião, medida nos poços Furo-3 Linha 80 (ponto C) e Furo - 23 Linha 112 (ponto E), está mostrada nas figuras 5 e 6. Nas determinações da velocidade de intervalo ocorre como era de se esperar, grandes erros, uma vez que esta é computada da diferença de tempos medidos com pouca precisão. Outra causa de erro desta determinação origina-se do retardo da espoleta.

A velocidade aparente da propagação nas rochas graníticas varia consideravelmente. Para efeito de julgamento, estimou-se entre 2.000 a 3.200 os valores para rocha fraturada ou intemperizada, e de 3.200 a 8.000 a velocidade aparente para a rocha maciça.

Os valores da velocidade aparente do refrator, tomados do perfil tempo-distância como o inverso da declividade da curva, são controlados pela função abaixo:

$$\text{Declividade} = \frac{\text{sen. } (i + \theta)}{V_0}$$

onde: i = ângulo crítico
 θ = ângulo de mergulho da camada
 V_0 = velocidade aluvionar

Não se procedeu à medida direta da velocidade de propagação da rocha granítica pelo fato da mesma não aflorar nas vizinhanças da área do trabalho.

5. INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Sob condições ideais, o método sísmico fornece os

meios de determinar a forma do aluvião, sua estratigrafia elementar, as variações locais de litofacies, a profundidade do lençol freático, etc. Entretanto, quando imprevistas variações ocorrerem na unidade estratigráfica (variação irregular da velocidade, exceto na interface onde ocorre abrupta discontinuidade) erros no estudo da profundidade podem prejudicar consideravelmente sua determinação.

5.1 - Determinação da Forma do Refrator Sísmico

Encontram-se várias citações de métodos de interpretações sísmicas nos livros textos e muitas publicações em revistas científicas. Os métodos preferidos no estudo das seções desta área foram elaborados por HALES (1958) e por TARRANT (1956). As razões foram as seguintes:

- 1 - O método de HALES, muito conhecido pelos geofísicos da PETROBRÁS, é de uma simplicidade impar e de fácil execução. Cabia-nos, também, honrar ao Dr. HALES, colaborador deste nosso trabalho no campo.
- 2 - O método TARRANT, também de fácil execução, foi empregado como meio de comparação com o método anterior. Este método é usado pela PETROBRÁS há muito tempo.

5.2 - Interpretação Baseada no Método de HALES

O quarto perfil nos quadros 5,6,7 e 8 anexos, mostra a seção do refrator obtida pelo método acima. Na sua execução, foram seguidas as instruções descritas por HALES (op. cit.)

O terceiro perfil dos quadros 5 a 8 mostra a composição dos tempos diretor e reversos, as correções ao "datum" levando-se em conta três camadas (zona intemperizada, aluvião e embasamento) e a execução gráfica do método.

As correções ao "datum" foram calculadas algebricamente.

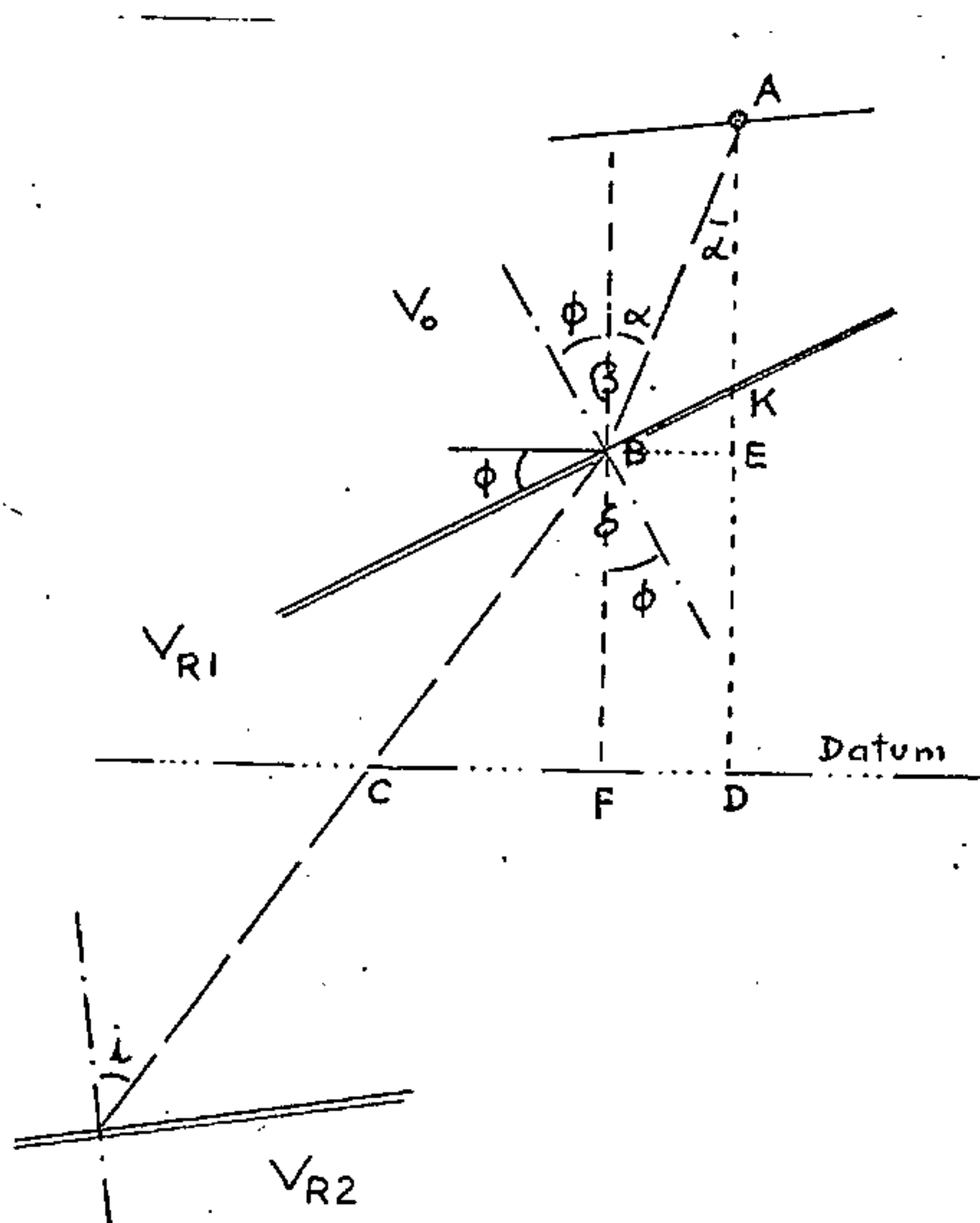


Fig. 6

Redução ao Datum pelo lado emergente

Devido ao fato da espessura da camada intemperizada ser pequena (poucos metros) e o ângulo de mergulho de sua interface ser da ordem de apenas alguns graus (máximo de 4 graus), admite-se que a espessura $AK = AE$. Resulta:

$$EB \approx AK \operatorname{tg} \alpha \quad \text{onde} \quad \alpha = \operatorname{arc} \operatorname{sen} \frac{V_0}{V_2} \text{ (App)}$$

$$FC \approx (AD - AK) \operatorname{tg} (\delta - \phi) \quad \text{onde} \quad \operatorname{sen} \delta = \frac{V_{RI} \operatorname{sen} \beta}{V_0}$$

ϕ - positivo quando mergulha para o ponto de tiro

ϕ - negativo quando mergulha contra o ponto de tiro

A correção de distância CD, será portanto:

$$CD \approx (AD - AK) \operatorname{tg} (\delta - \phi) + AK \operatorname{tg} \alpha$$

A correção dos tempos ao "datum" se resume à:

$$T_{\text{corr.}} = \frac{AK}{V_0 \cos \alpha} + \frac{(AD - AK)}{V_{R1} \cos (\delta - \phi)}$$

Depois das simplificações efetuadas acima, as correções de distância e tempo, ao nível do "datum", ficam fáceis de serem obtidas, principalmente se dispusermos de uma calculadora de mesa.

Durante o processamento do método de HALES, procurou-se, na interpretação de cada trecho, acompanhar a variação aparente das velocidades do aluvião, daí as diferentes inclinações das retas com declividade $V_0 \operatorname{sen} i$.

No representação da superfície do refrator, esta mostrada também a profundidade dos vários poços que atingiram o embasamento.

5.3 - Interpretação Baseada no Método de TARRANT

O quinto perfil nos quadros 5,6,7 e 8, mostra a seção do refrator obtida por este método. Nesta interpretação não foram usados os tiros reversos que permitiriam uma controle da verificação do método.

Preferiu-se de antemão o uso de arcos de círculo em vez de elipse, com a finalidade de simplificar os trabalhos, uma vez que não se esperavam mergulhos acentuados.

O centro de curvatura e o raio do círculo, obtidos para um ponto de recepção A, ao nível do "datum", estão mostrados na figura 8, onde

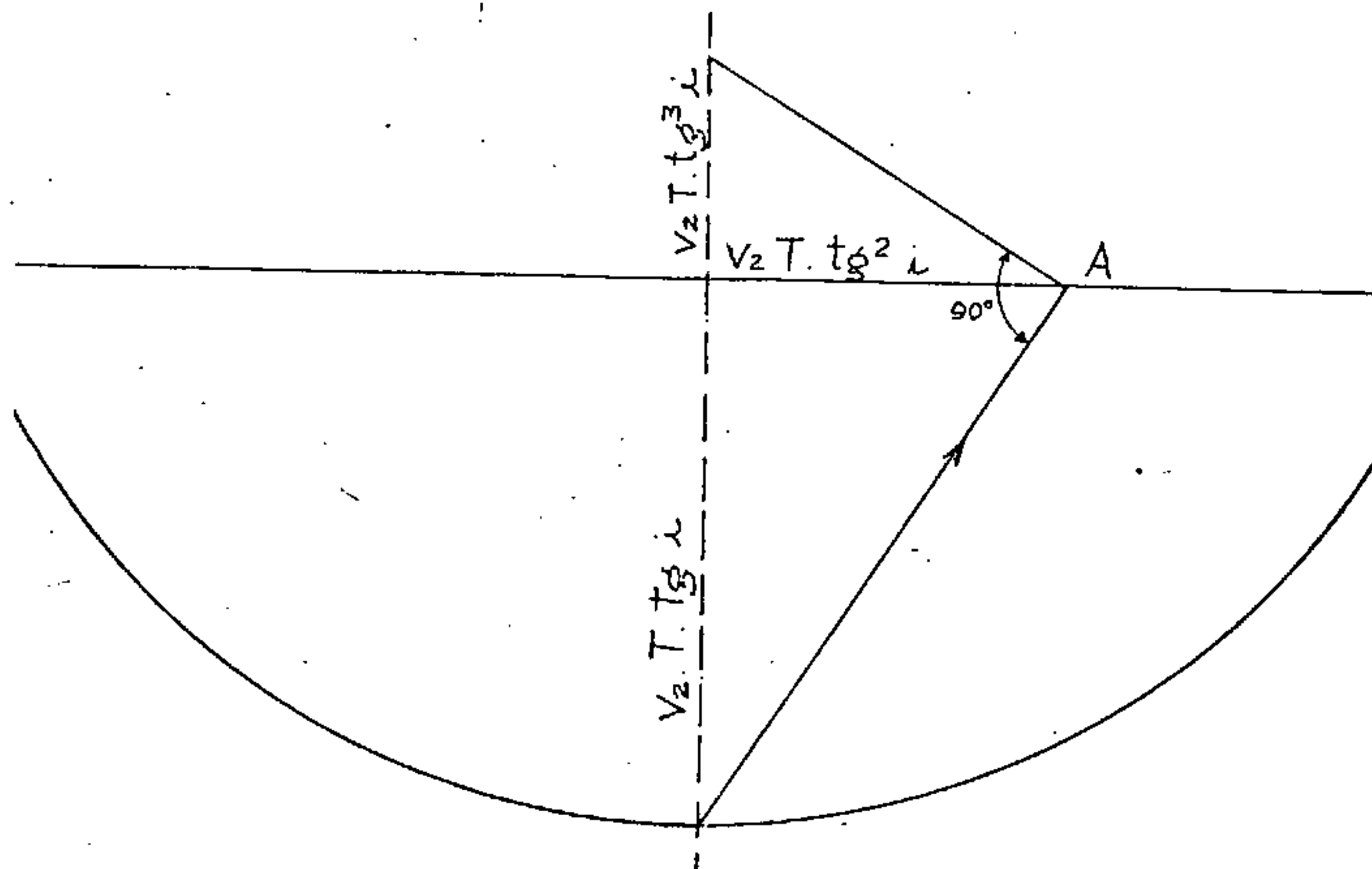


Fig. 8

Centro e Raio de Curvatura pelo Método de TARRANT

V_2 = velocidade no substrato
 i = arc sen V_1/V_2
 V_1 = velocidade média no aluvião
 T = "delay" do geofone

T é dado pela seguinte expressão:

$$T = t - \frac{L}{V_2} - T_{sp}$$

onde:

t = tempo total corrigido ao "datum"
 L = distância horizontal ao ponto de tiro
 T_{sp} = "delay" do ponto de tiro

Os valores de t foram obtidos do perfil 3 compos—

to corrigido ao "datum", e subtraindo-se a correção do tempo de tiro ao "datum".

O valor T_{sp} foi calculado por tentativas, investigando-se a profundidade aproximada do ponto de tiro, e nos casos da superfície do refrator ser aproximadamente horizontal, presumiu-se que o "delay time" do aldo do ponto de tiro era igual ao do mais próximo ponto investigado.

Os valores de V_1 e V_2 foram considerados constantes e estão indicados abaixo:

Linha 112	$V_1 = 1550$	$V_2 = 5000$
Linha 80	1600	5300
Linha 4800	1550	5500
Linha 3200	1550	5500

6. CONCLUSÕES

- 1 - O trabalho de campo pode alcançar uma produção mensal de 15 quilômetros de seções semelhantes às que aqui foram executadas, mantendo-se a média diária que se obteve nos últimos dias de campo.
- 2 - Uma equipe improvisada pode adquirir a rotina de trabalho em apenas duas semanas.
- 3 - Os resultados da interpretação, ainda que não coincidentes com os dados de perfuração, em certos trechos, dão pelo menos uma idéia qualitativa da seção.
- 4 - A interpretação efetuada por diferentes métodos, supondo-se condições independentes, conduz a resultados razoavelmente próximos.

- 5 - Em condições ideais e onde os parâmetros essenciais (velocidades) possam ser medidos, o erro entre o valor calculado e o real é reduzido.
- 6 - A superfície do refrator sísmico de mais alta velocidade pode não coincidir com a do substrato geológico encontrado pela sondagem.
- 7 - Observou-se que nas seções 80 e 112, o paleo-canal está deslocado para oeste com relação ao leito atual do rio das Garças, de cerca de 400 metros.
- 8 - A inclusão da investigação geofísica na prospecção da cassiterita em Rondônia deve contribuir para aumentar as reservas conhecidas com maior eficiência e um custo mais baixo.

7. RECOMENDAÇÕES

- 1 - Evitar, na medida do possível, utilizar espoletas comuns de pedreiras, não apropriadas para este tipo de trabalho, pois tem atrasos imprevistos de alguns milisegundos nas detonações.
- 2 - Para maior rapidez dos trabalhos de campo, sugere-se que se use dois cabos de geofones e dois operadores detonadores com rádios em cada lado do "spread".
- 3 - Determinar as velocidades verticais em poços que tenham atravessado toda a seção aluvionar.
- 4 - Determinar a velocidade do embasamento fazendo medidas sísmicas na área ou sua vizinhança, onde esta aflorara.

8. AGRADECIMENTOS

Os autores desejam expressar seus agradecimentos ao Dr. F.W. HALES, geofísico do DNPM por sua colaboração e valiosa sugestões.

Especiais agradecimentos são devidos à Companhia Araçazeiros, e em particular ao seu Gerente-Chefe em Porto Velho, Sr. ORIOVALDO SILVA VALLADARES, pelo apoio de campo, alojamento e veículos, pelo fornecimento de material de tiro, etc.

9. BIBLIOGRAFIA

F.W. HALES - An accurate graphical method for interpreting Seismic Refraction Lines. Geophysical Prospecting, vol. VI 1958, No 3.

L.H. TARRANT - A rapid method of determining the form of a Seismic Refractor from line profile results. Geophysical Prospecting, vol. IV no 2 - 1956.

A.J. BARTHELMES - Application of continuous profiling to refraction shooting Geophysics vol 11, No 1, January 1946.

C.H. DIX - Seismic Prospecting for oil Harper & Brothers Publishers N.Y.

APÊNDICE

DADOS ALTIMÉTRICOS DOS PONTOS DE GEOFONES

DADOS ALTIMÉTRICOSLINHA 112 - RIO DAS GARÇAS

<u>Ponto</u>	<u>Elevação</u>	<u>Ponto</u>	<u>Elevação</u>	<u>Ponto</u>	<u>Elevação</u>
0	103,19	50	99,56	100	96,76
1	103,16	51	99,46	101	97,62
2	102,85	52	99,33	102	99,12
3	102,68	53	99,35	103	99,25
4	102,36	54	99,05	104	99,27
5	102,19	55	98,94	105	99,18
6	102,27	56	98,87	106	99,43
7	102,25	57	98,95	107	99,87
8	102,47	58	98,83	108	99,81
9	102,34	59	98,57	109	100,31
10	102,25	60	98,35	110	100,35
11	102,30	61	98,27	111	100,60
12	102,33	62	98,03	112	101,20
13	102,11	63	97,96	113	101,46
14	101,82	64	97,84	114	100,97
15	101,82	65	97,67	115	101,31
16	101,47	66	97,24	116	101,58
17	101,39	67	96,58	117	101,61
18	101,30	68	94,02	118	101,92
19	101,12	69	95,66	119	102,17
20	99,82	70	96,12	120	102,34
21	100,16	71	95,54	121	102,30
22	100,69	72	95,59	122	102,61
23	101,07	73	94,90	123	102,71
24	101,24	74	95,48	124	102,22
25	100,89	75	95,89	125	102,48
26	100,51	76	96,09	126	102,49
27	99,56	77	95,13	127	102,53
28	99,26	78	95,28		
29	99,27	79	97,99		
30	99,71	80	95,78		
31	99,25	81	95,27		
32	99,10	82	98,30		
33	99,85	83	98,62		
34	100,20	84	98,46		
35	100,51	85	98,48		
36	100,64	86	98,72		
37	100,78	87	98,71		
38	100,39	88	98,67		
39	100,94	89	98,72		
40	101,07	90	98,51		
41	100,60	91	98,36		
42	100,51	92	98,43		
43	100,49	93	98,62		
44	100,40	94	98,39		
45	100,16	95	96,40		
46	100,21	96	95,03		
47	100,00	97	95,72		
48	99,82	98	95,06		
49	99,71	99	96,47		

DADOS ALTIMÉTRICOS
LINHA 80 - RIO DAS GARÇAS

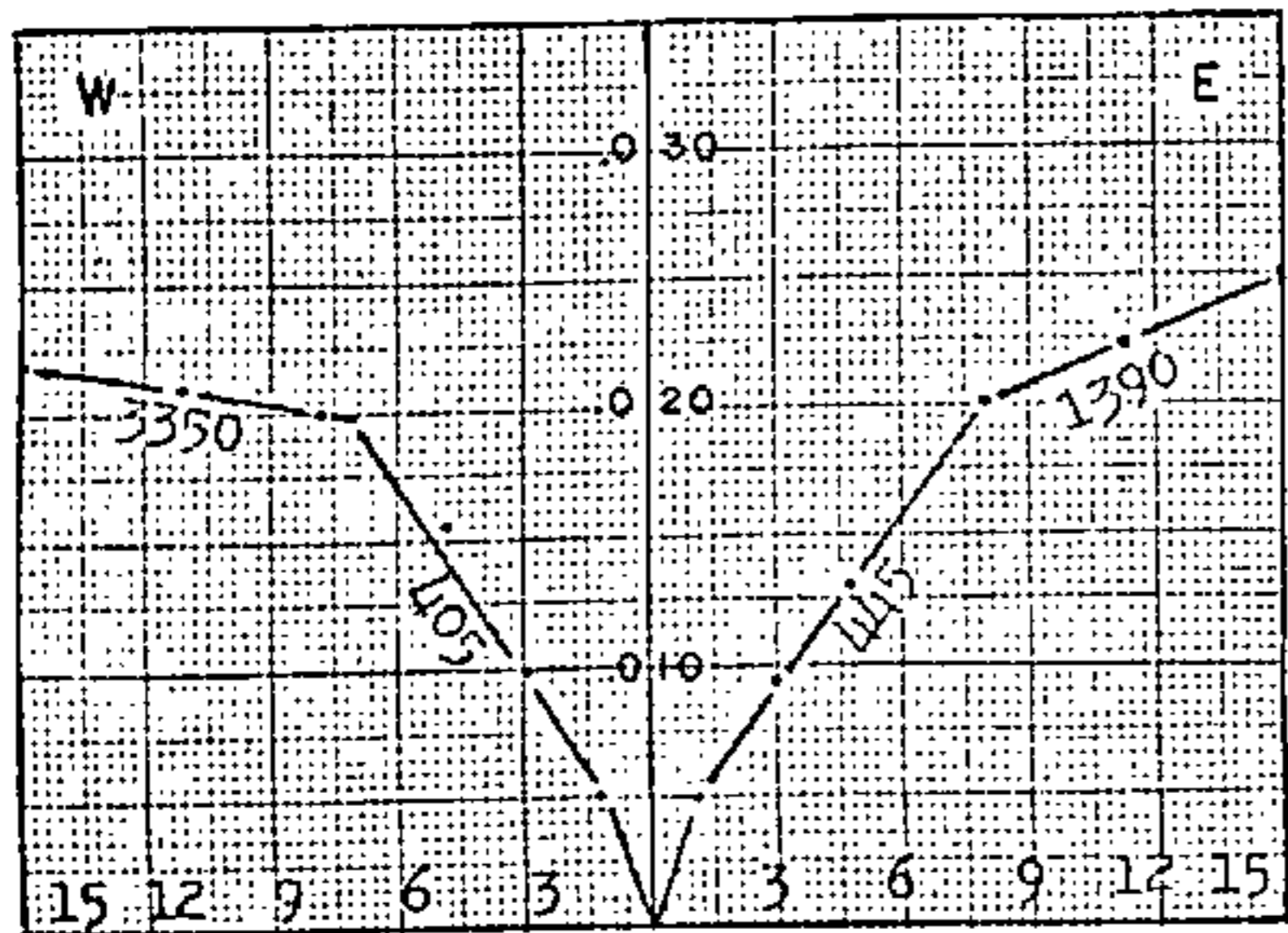
<u>Ponto</u>	<u>Elevação</u>	<u>Ponto</u>	<u>Elevação</u>	<u>Ponto</u>	<u>Elevação</u>
0	108,63	36	97,81	72	102,79
1	108,26	37	95,44	73	102,53
2	108,01	38	94,49	74	102,76
3	107,71	39	95,06	75	102,92
4	107,42	40	96,41	76	103,31
5	107,21	41	96,47	77	103,26
6	106,84	42	94,52	78	103,52
7	107,03	43	95,13	79	103,70
8	106,49	44	96,44	80	103,88
9	106,36	45	95,51	81	104,04
10	105,74	46	95,50	82	104,29
11	105,51	47	95,77	83	104,54
12	105,24	48	96,13	84	104,67
13	104,92	49	96,75	85	104,78
14	104,66	50	97,91	86	105,01
15	103,30	51	97,74	87	105,25
16	104,13	52	98,06	88	105,34
17	104,32	53	98,30	89	105,64
18	103,64	54	98,49	90	105,91
19	103,25	55	99,55	91	105,94
20	102,87	56	99,10	92	106,05
21	102,59	57	99,29	93	106,75
22	102,39	58	99,56	94	106,44
23	102,04	59	99,83	95	107,23
24	101,94	60	99,88	96	106,91
25	101,50	61	100,16	97	107,28
26	101,19	62	100,31	98	107,31
27	100,87	63	100,60	99	107,55
28	100,51	64	100,76	100	107,65
29	100,33	65	100,96	101	107,86
30	99,94	66	101,16	102	108,04
31	99,59	67	101,42	103	108,31
32	99,49	68	101,80	104	108,46
33	99,12	69	101,98	105	108,55
34	98,80	70	102,01		
35	98,61	71	102,29		

DADOS ALTIMÉTRICOS
LINHA 4800 - IGARAPÉ MARUIM

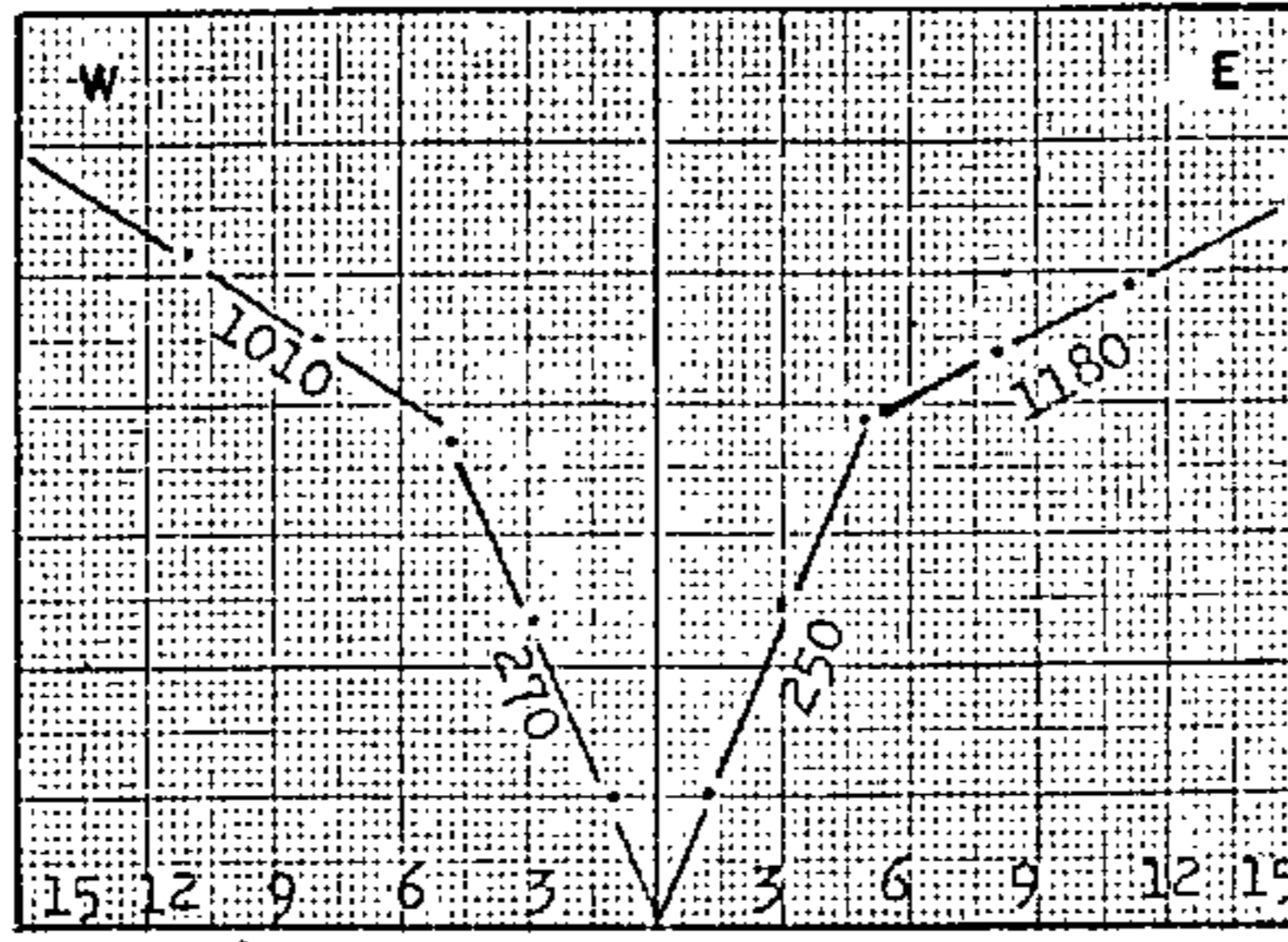
<u>Ponto</u>	<u>Elevação</u>	<u>Ponto</u>	<u>Elevação</u>	<u>Ponto</u>	<u>Elevação</u>
0	100,00	41	24	82	85,50
1	99,97	42	92,91	83	60
2	99,88	43	74	84	86,94
3	86	44	47	85	84
4	79	45	34	86	68
5	75	46	15	87	70
6	73	47	91,80	88	87,11
7	47	48	26	89	58
8	36	49	23	90	83
9	28	50	08	91	92
10	11	51	90,77	92	88,11
11	04	52	58	93	87,79
12	98,82	53	30	94	17
13	75	54	11	95	73
14	51	55	89,98	96	86,12
15	39	56	90,09	97	60
16	24	57	89,88	98	66
17	92	58	45	99	69
18	97,88	59	18	100	98
19	63	60	88,98	101	87,40
20	-15	61	75	102	88,29
21	05	62	72	103	89,12
22	96,77	63	52	104	34
23	66	64	18	105	28
24	34	65	02	106	53
25	06	66	87,73	107	70
26	07	67	50	108	88,52
27	95,79	68	87,37	109	43
28	71	69	86,91	110	89,38
29	62	70	69	111	88
30	26	71	32	112	83
31	03	72	85,98	113	90,39
32	94,80	73	52	114	58
33	62	74	84,93	115	78
34	94,57	75	29	116	91,09
35	30	76	83,76	117	26
36	19	77	82,53	118	65
37	93,90	78	95	119	76
38	67	79	83,54	120	98
39	45	80	68		
40	32	81	84,57		

DADOS ALTIMÉTRICOS
LINHA 3200 - IGARAPÉ MARUIM

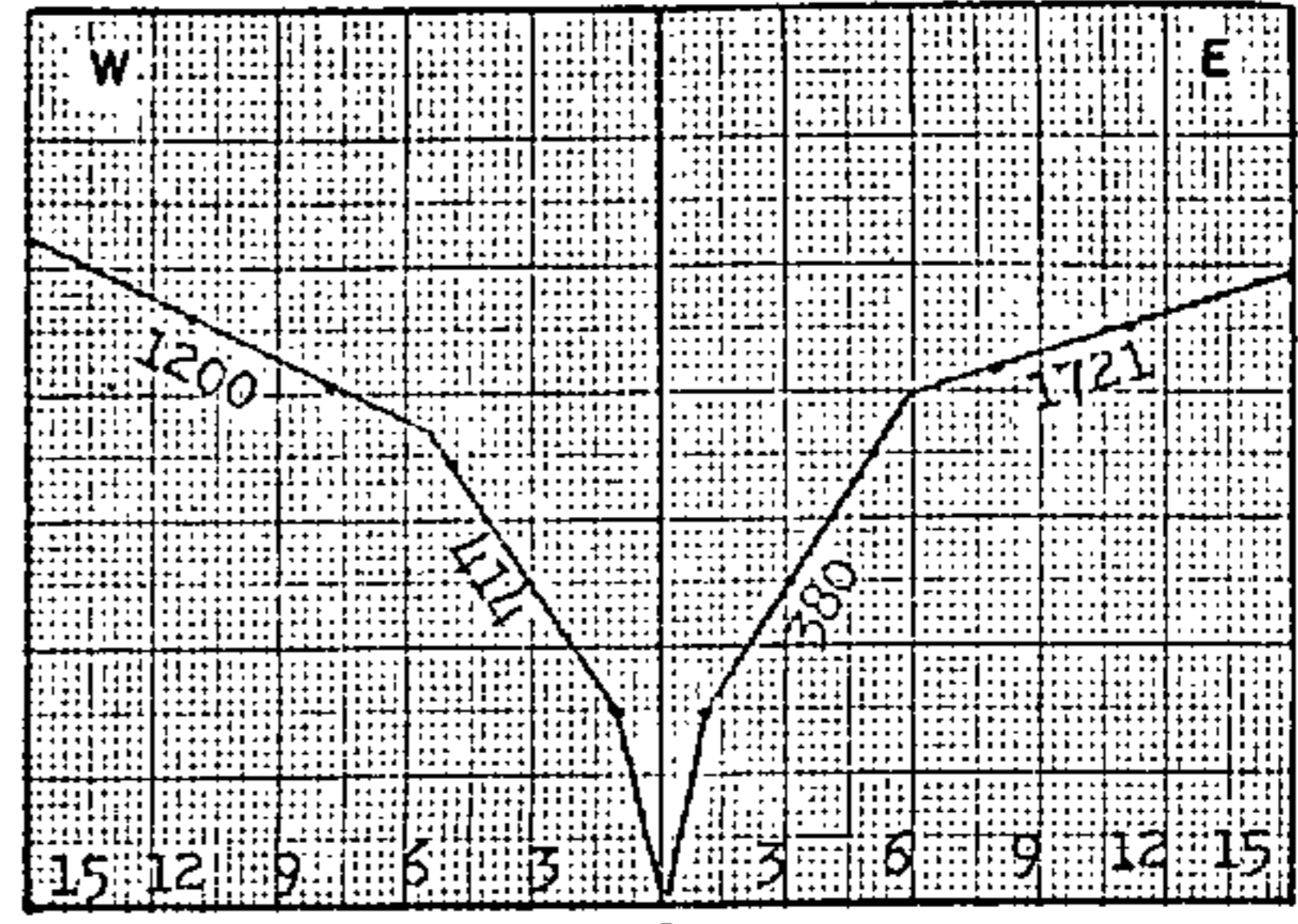
<u>Ponto</u>	<u>Elevação</u>	<u>Ponto</u>	<u>Elevação</u>	<u>Ponto</u>	<u>Elevação</u>
0	100,00	34	98,49	68	96,63
1	99,85	35	52	69	11
2	84	36	53	70	07
3	30	37	56	71	94,70
4	09	38	34	72	93,87
5	10	39	30	73	94,36
6	11	40	28	74	21
7	98,84	41	20	75	04
8	64	42	97,95	76	27
9	62	43	94	77	86
10	48	44	56	78	95,95
11	54	45	33	79	96,45
12	61	46	96,45	80	07
13	53	47	95,96	81	09
14	50	48	94,76	82	08
15	51	49	22	83	95,77
16	52	50	15	84	80
17	63	51	11	85	89
18	75	52	10	86	87
19	99,09	53	07	87	96,17
20	98,66	54	05	88	45
21	63	55	77	89	68
22	47	56	95,17	90	84
23	47	57	96,06	91	97,05
24	39	58	97,29	92	22
25	45	59	76	93	45
26	35	60	86	94	66
27	22	61	85	95	91
28	19	62	85	96	98,11
29	31	63	77	97	52
30	09	64	64	98	66
31	97,97	65	70	99	68
32	98,12	66	64	100	81
33	37	67	35		



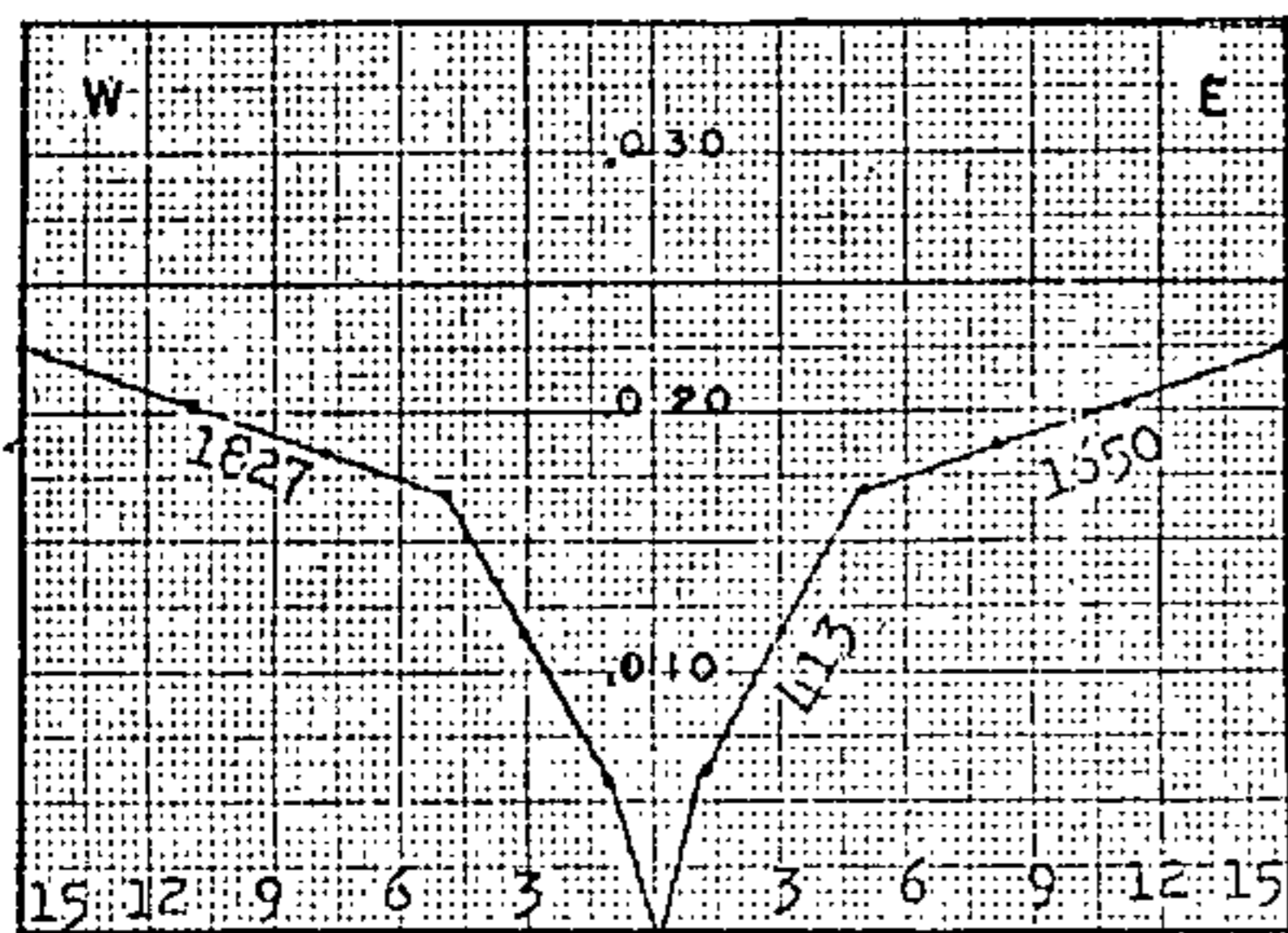
PUNTO DE TIRO A $d = 2.90$



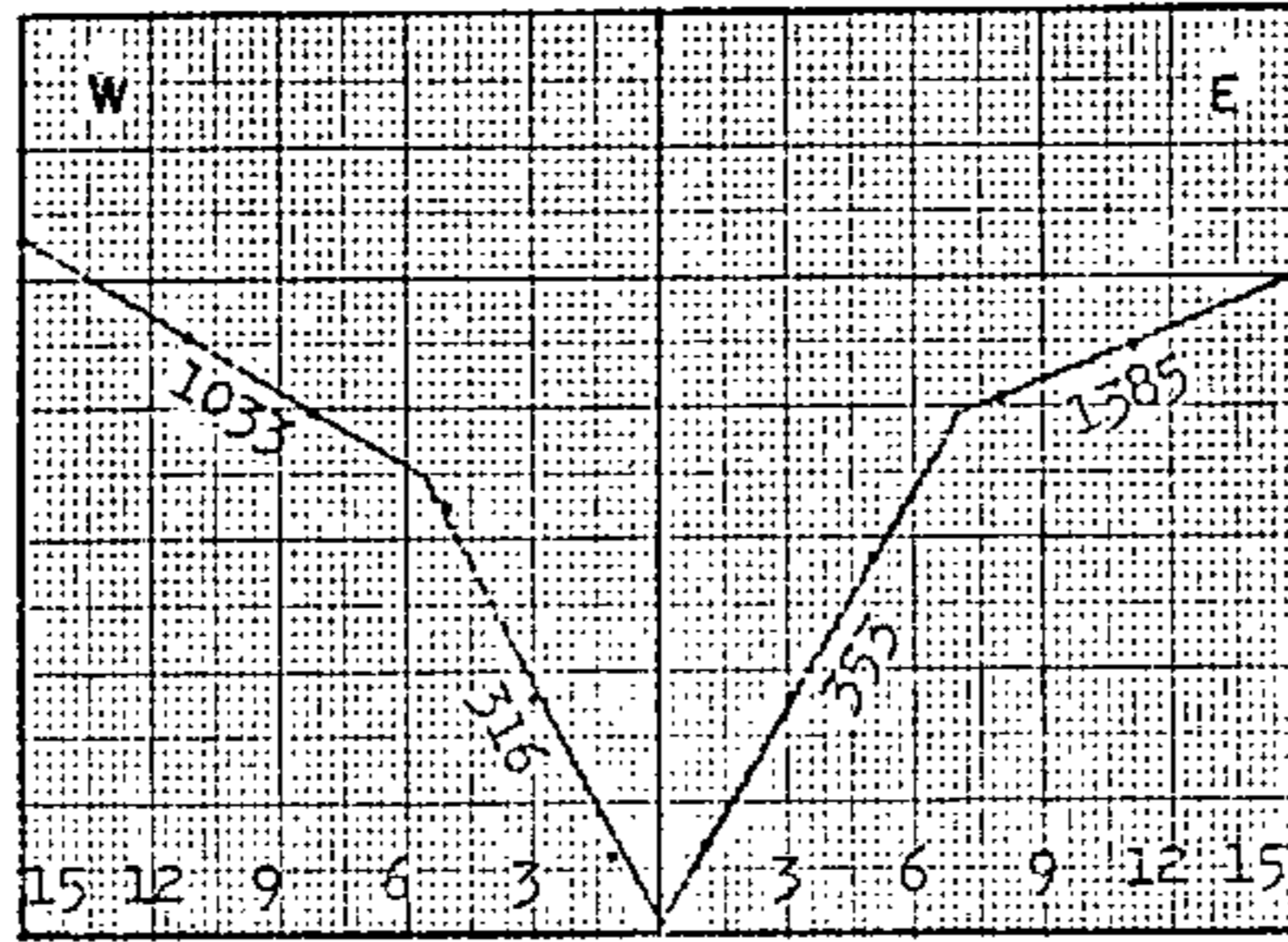
B 2.05



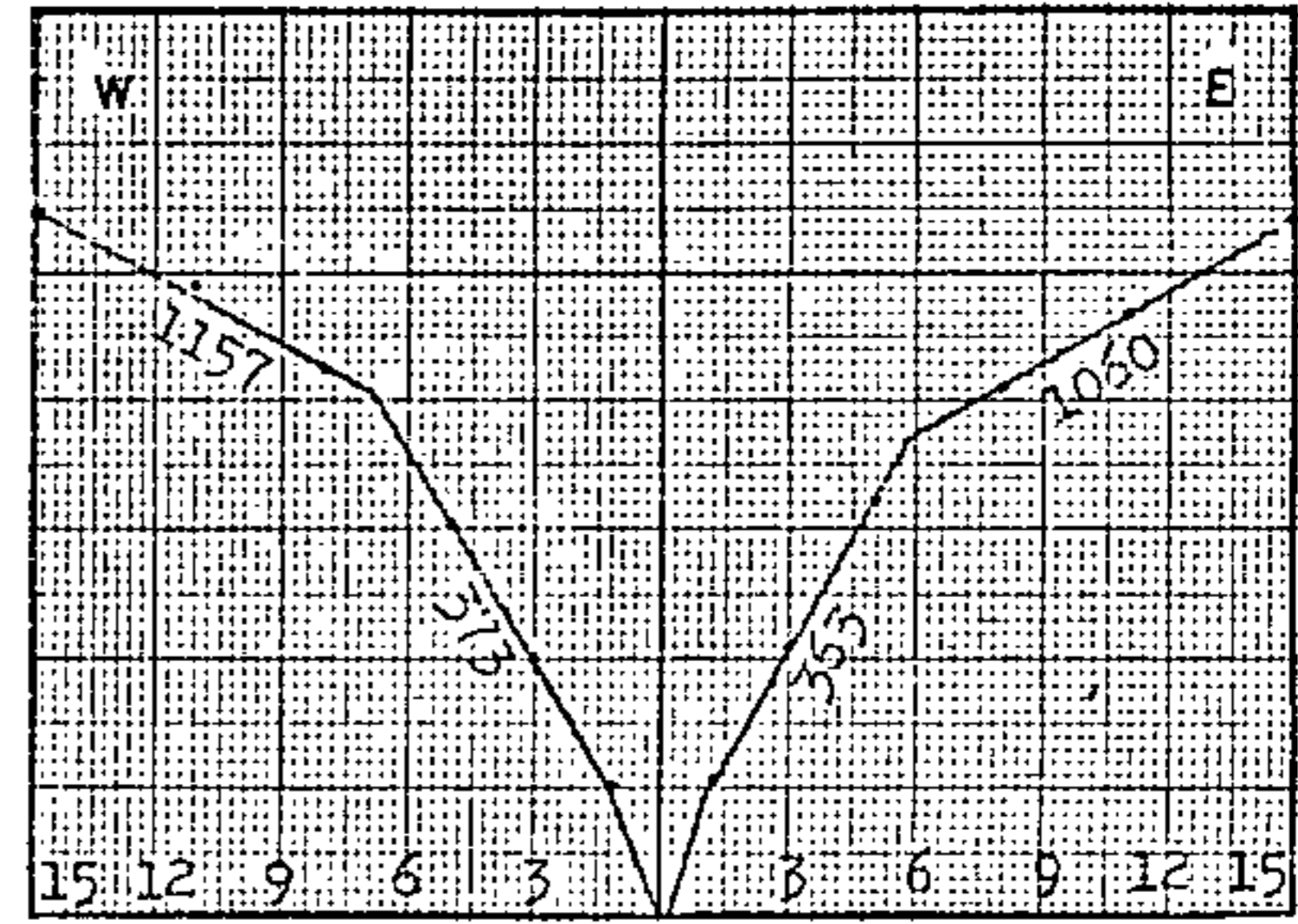
C 2.10



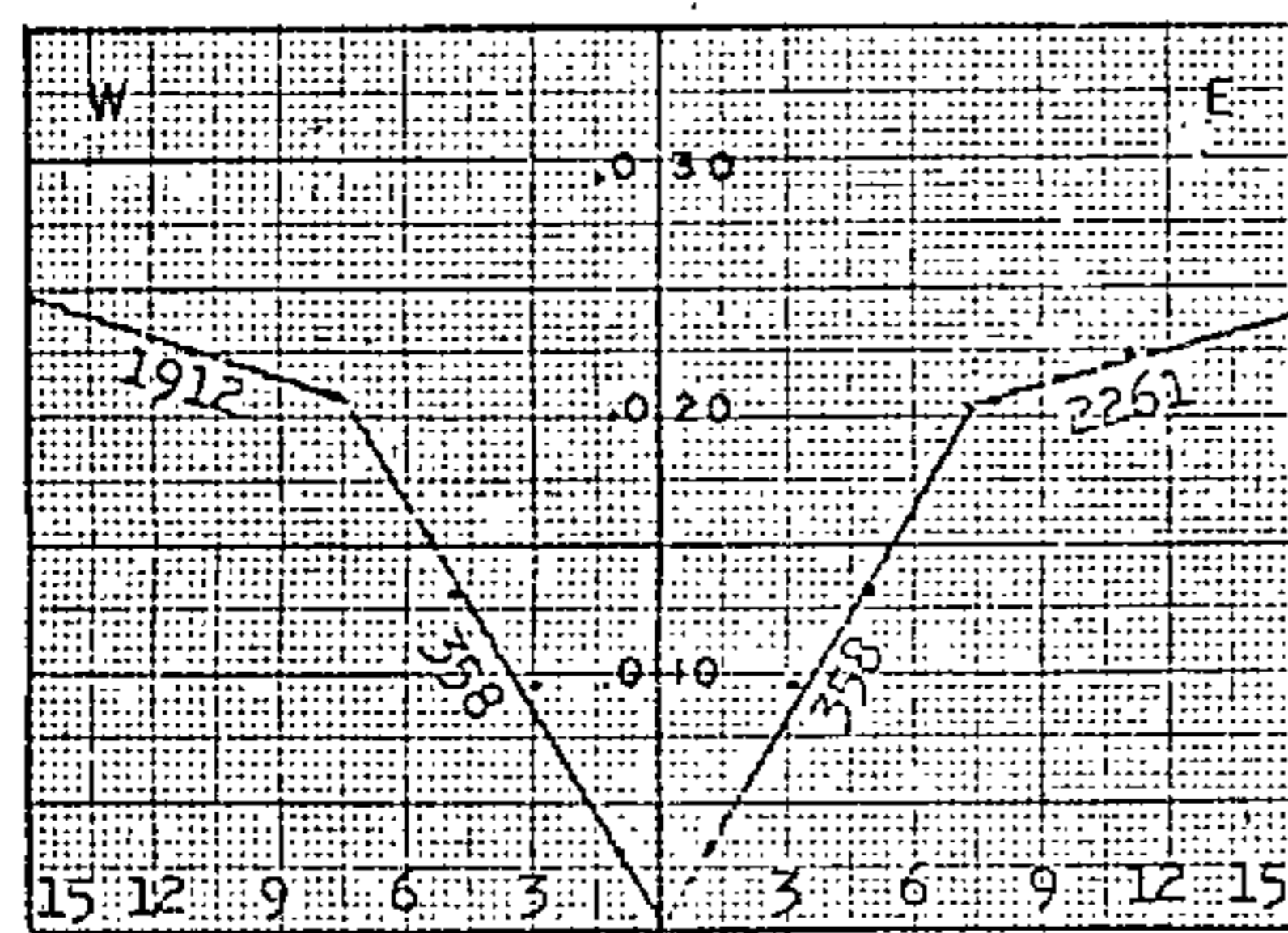
PUNTO DE TIRO D $d = 2.20$



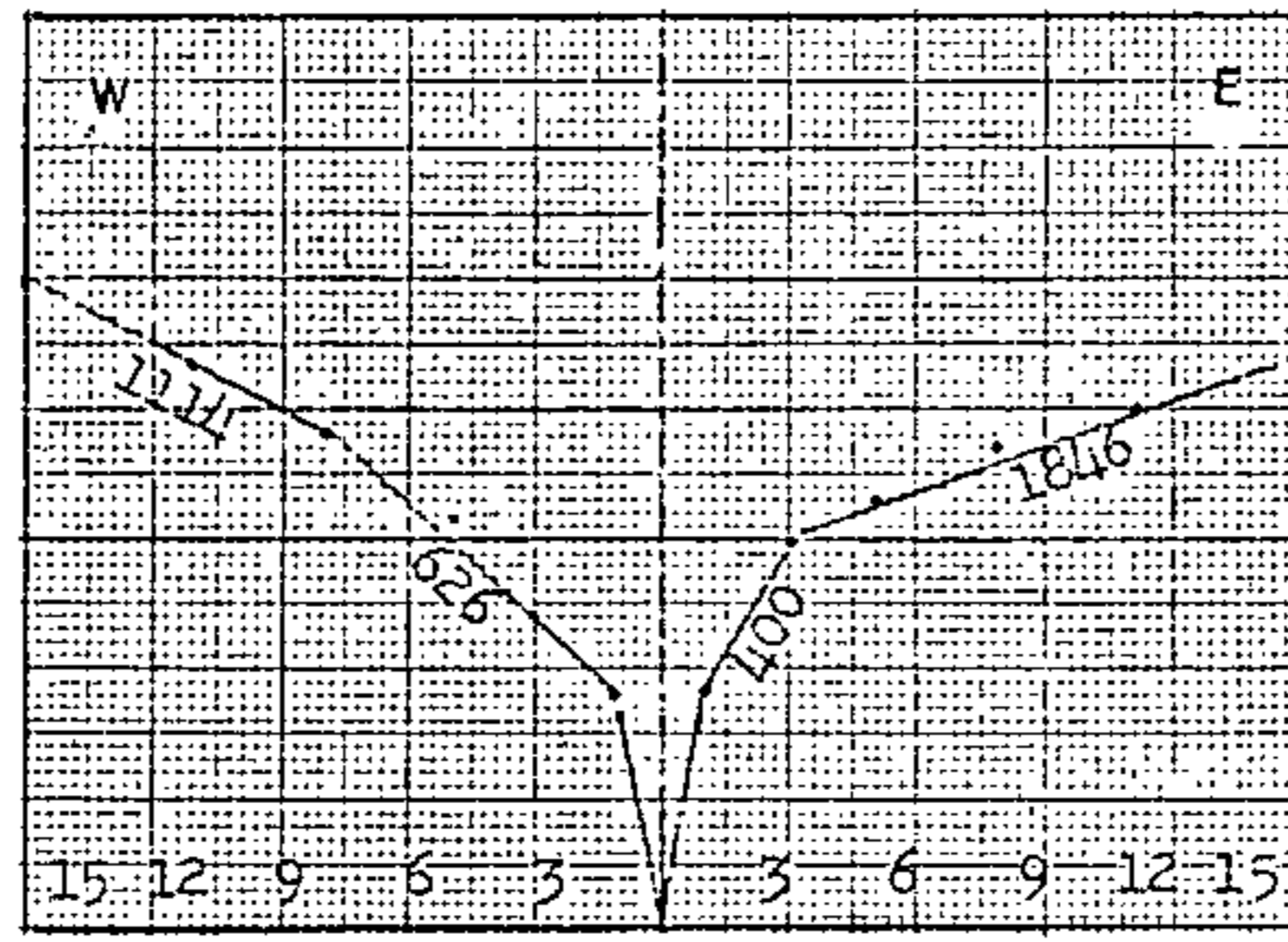
E 2.35



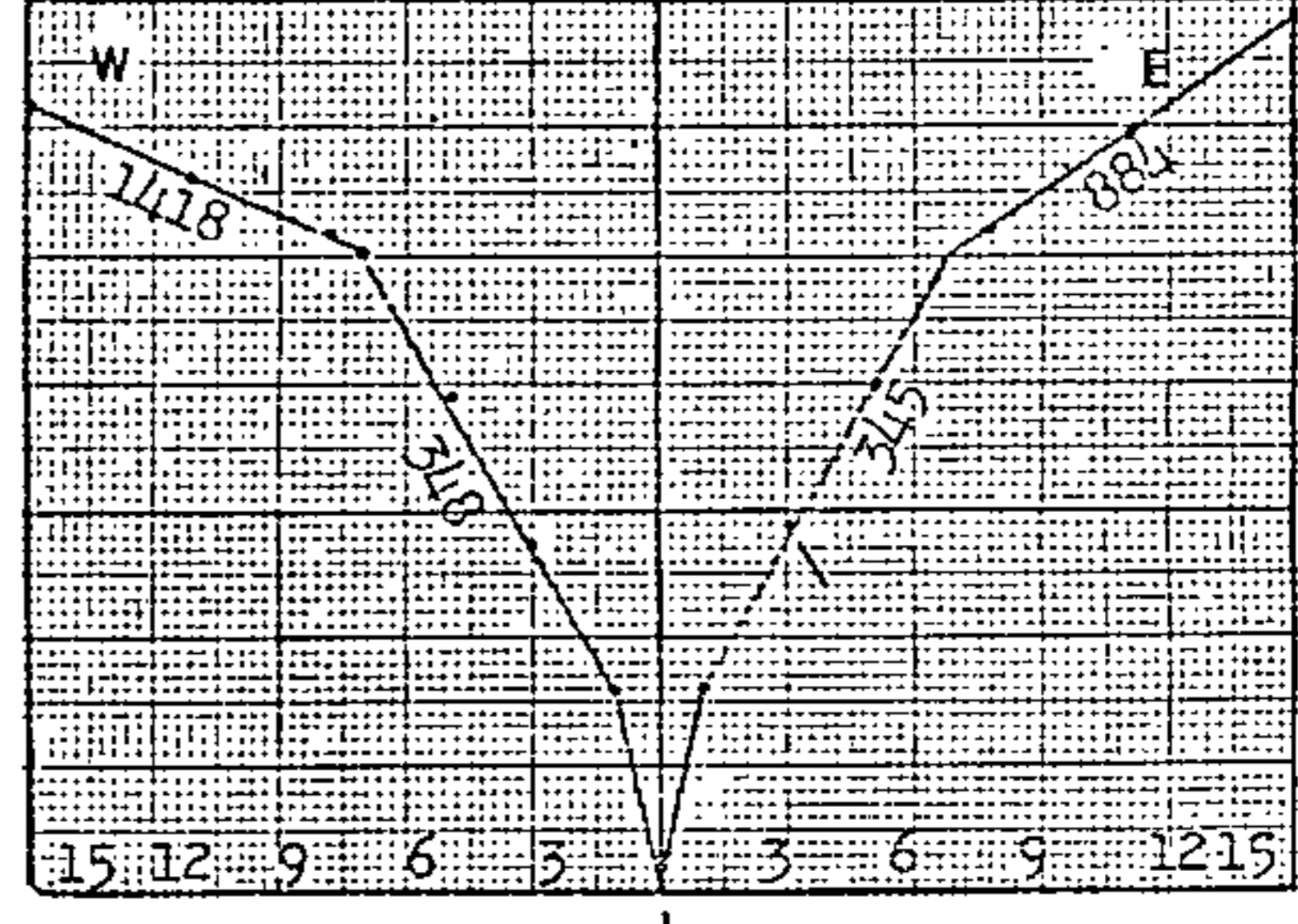
F 2.30



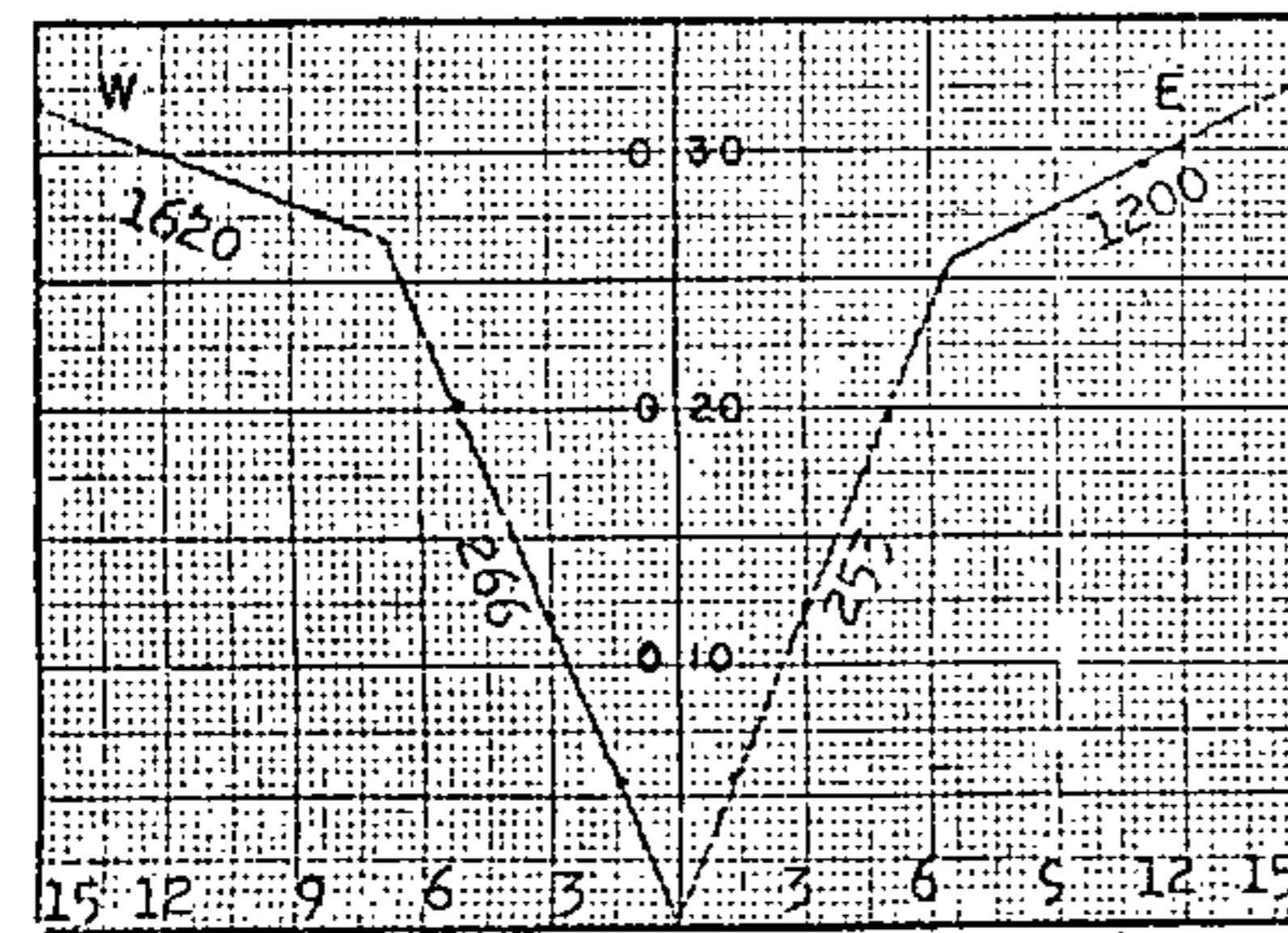
PUNTO DE TIRO G $d = 3.08$



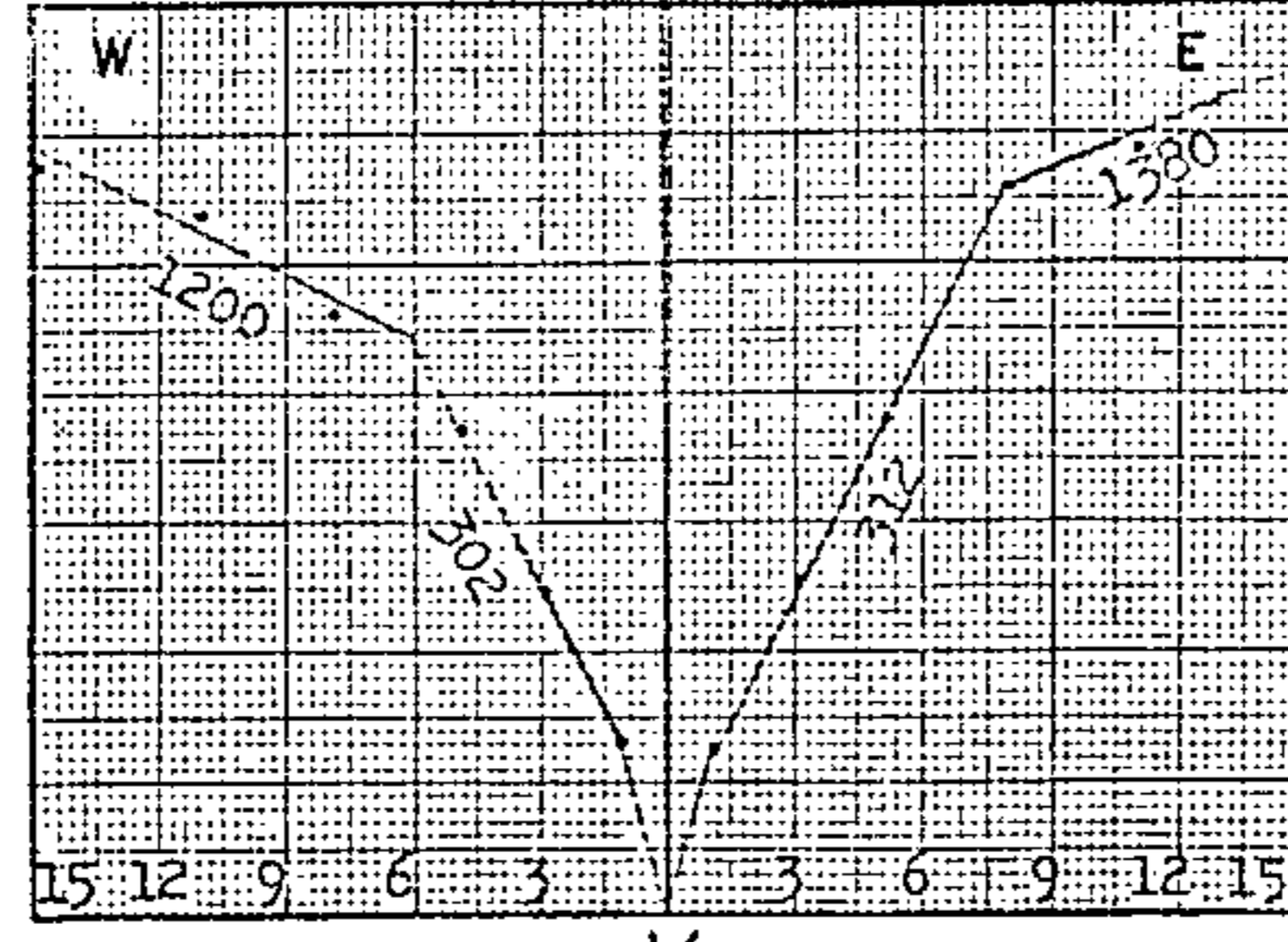
H 1.55



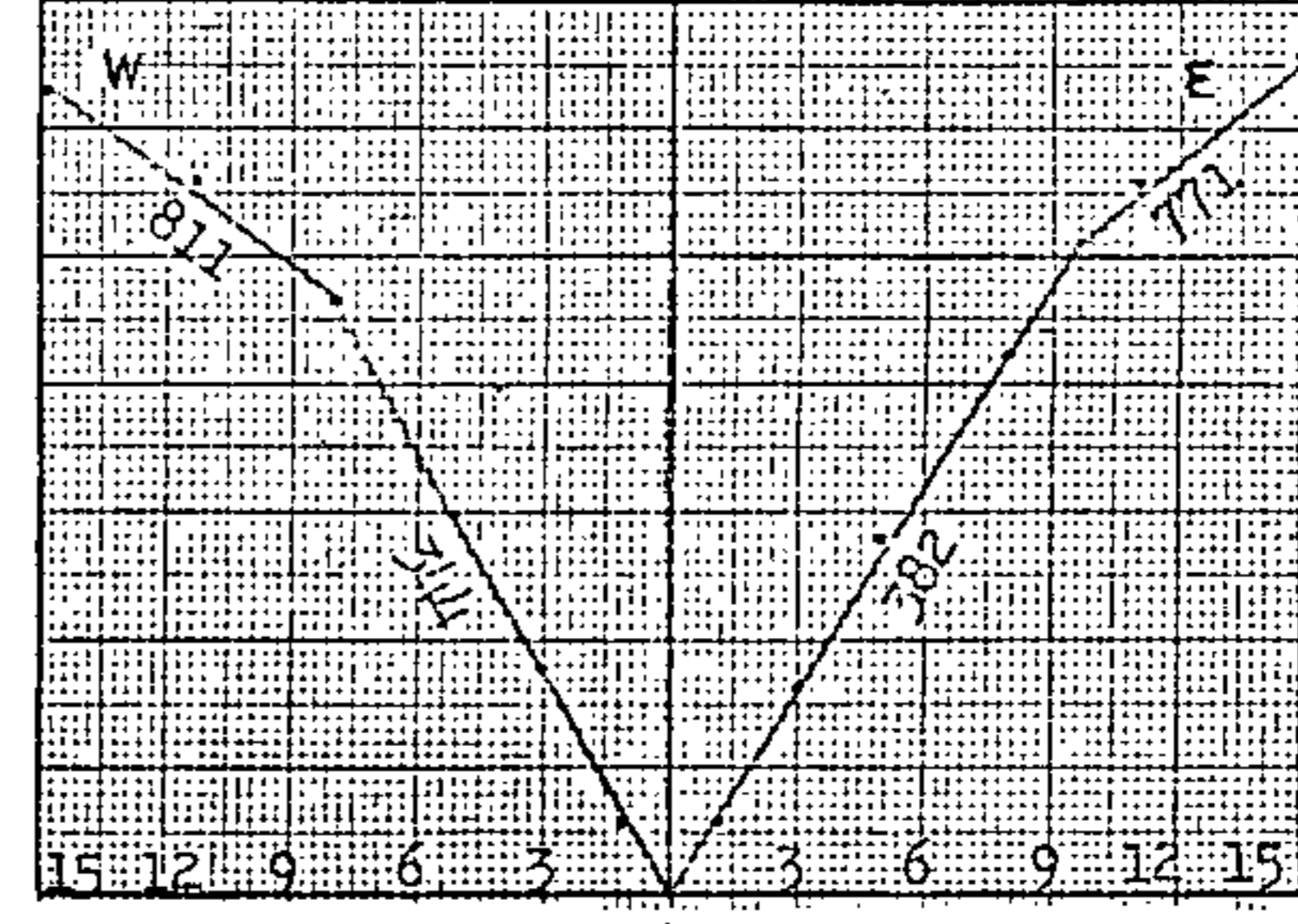
I 2.45



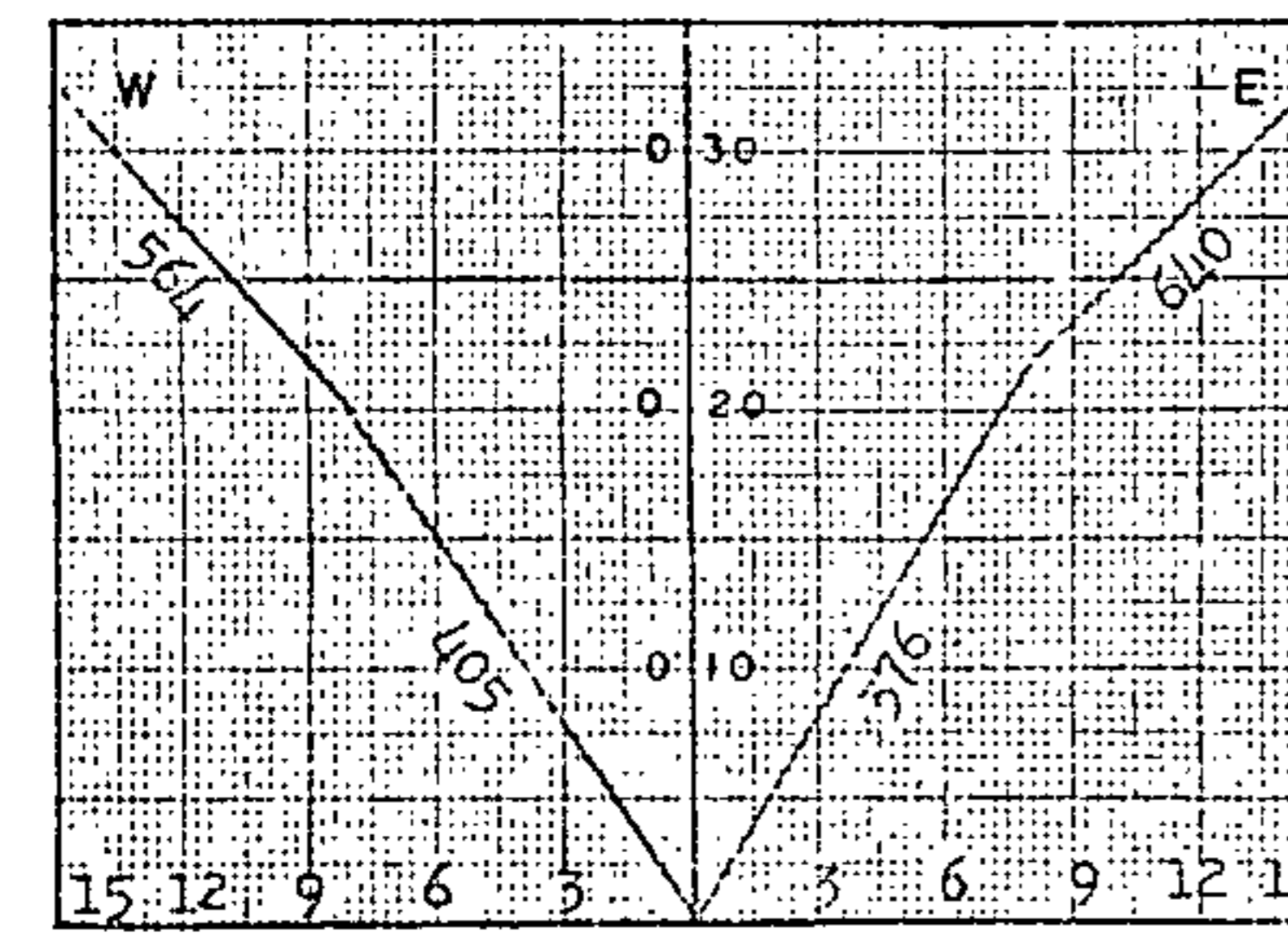
PUNTO DE TIRO J $d = 2.85$



K 2.70



L 2.70

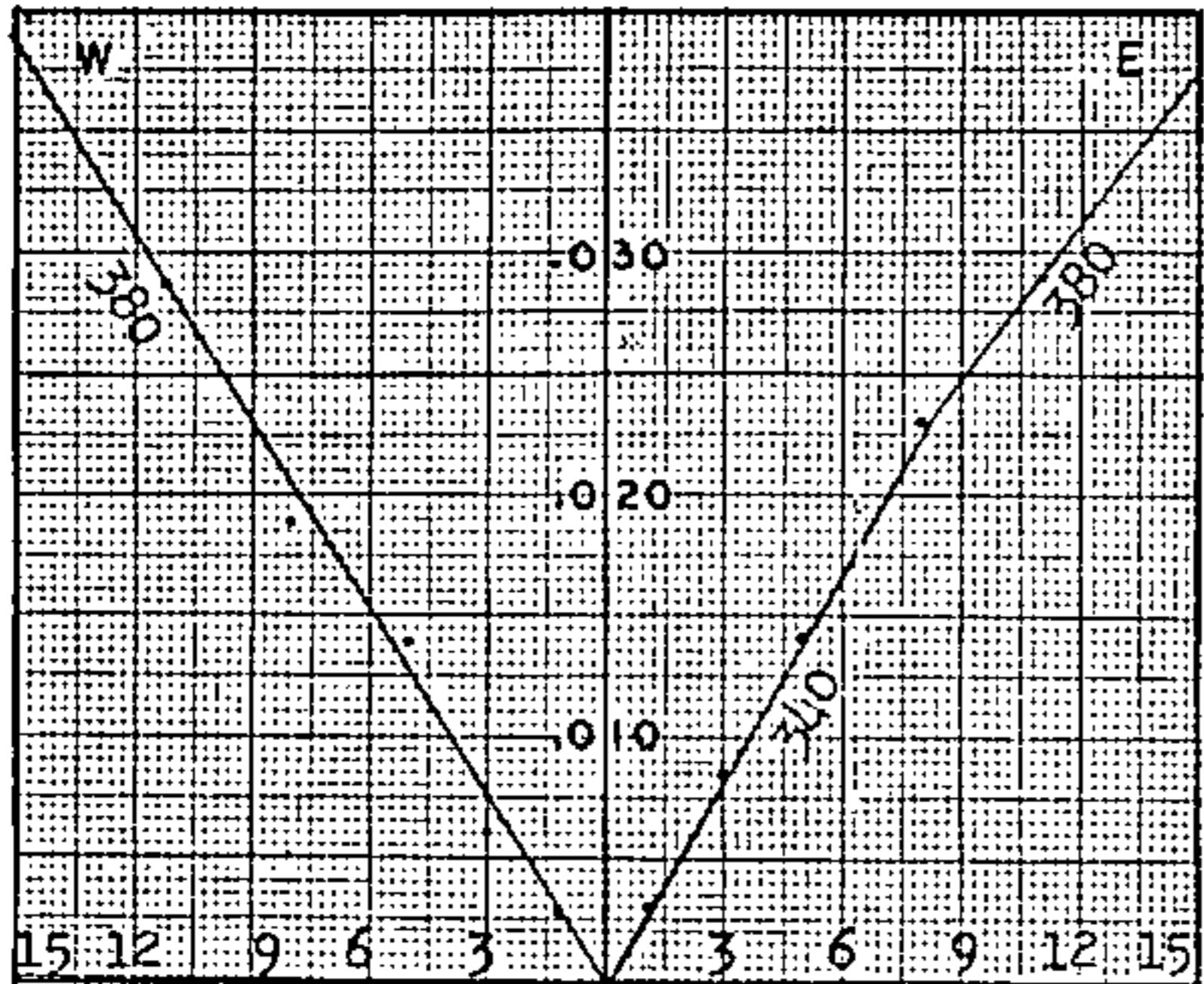


PUNTO DE TIRO M $d = 1.85$

QUADRO Nº 1

DETERMINAÇÃO DAS VELOCIDADES E ESPESSURAS NA
ZONA INTEMPERIZADA

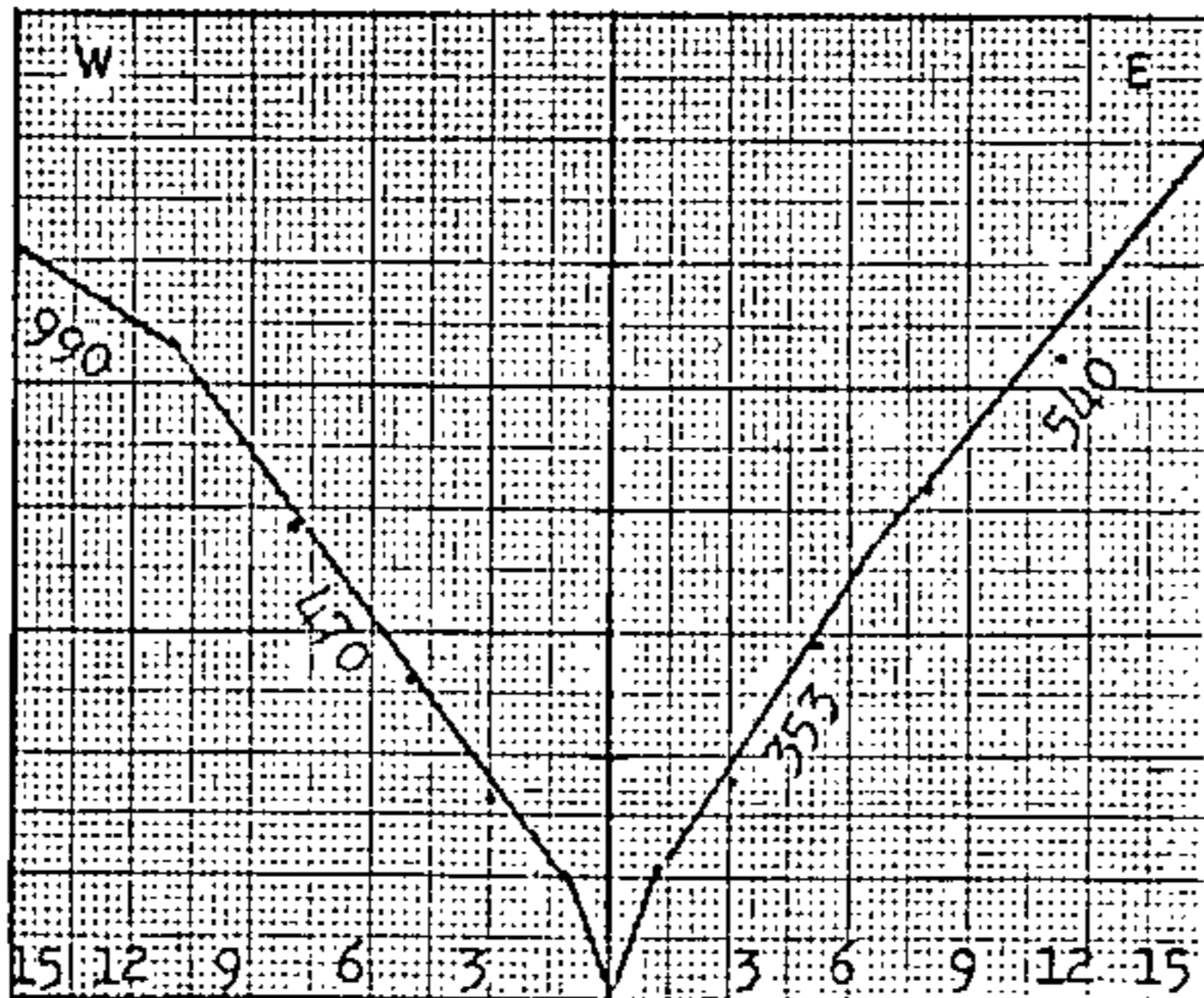
LINHA 112 - RIO DAS GARÇAS
ABRIL 1973



PONTO DE TIRO

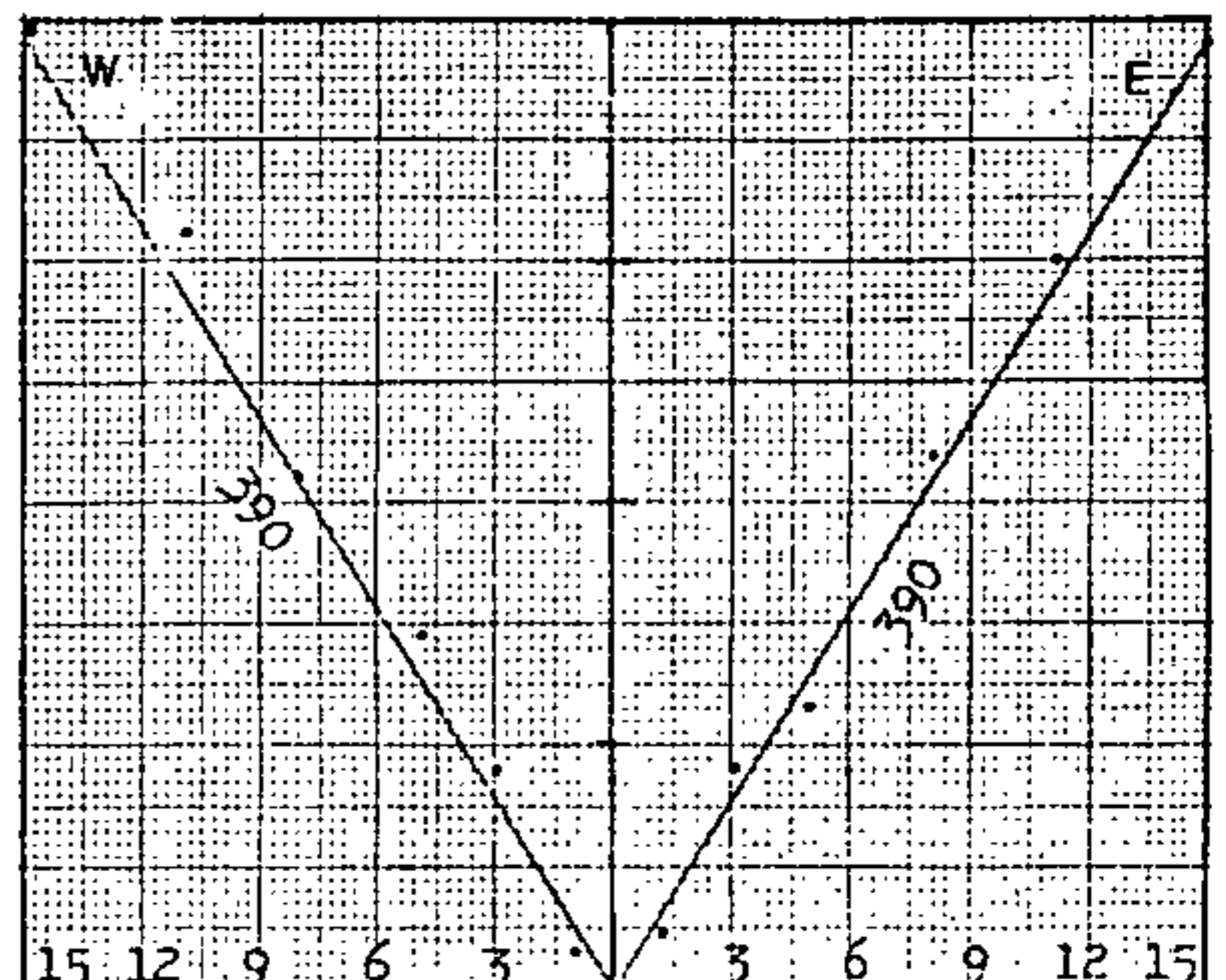
A

$d = 2.20$



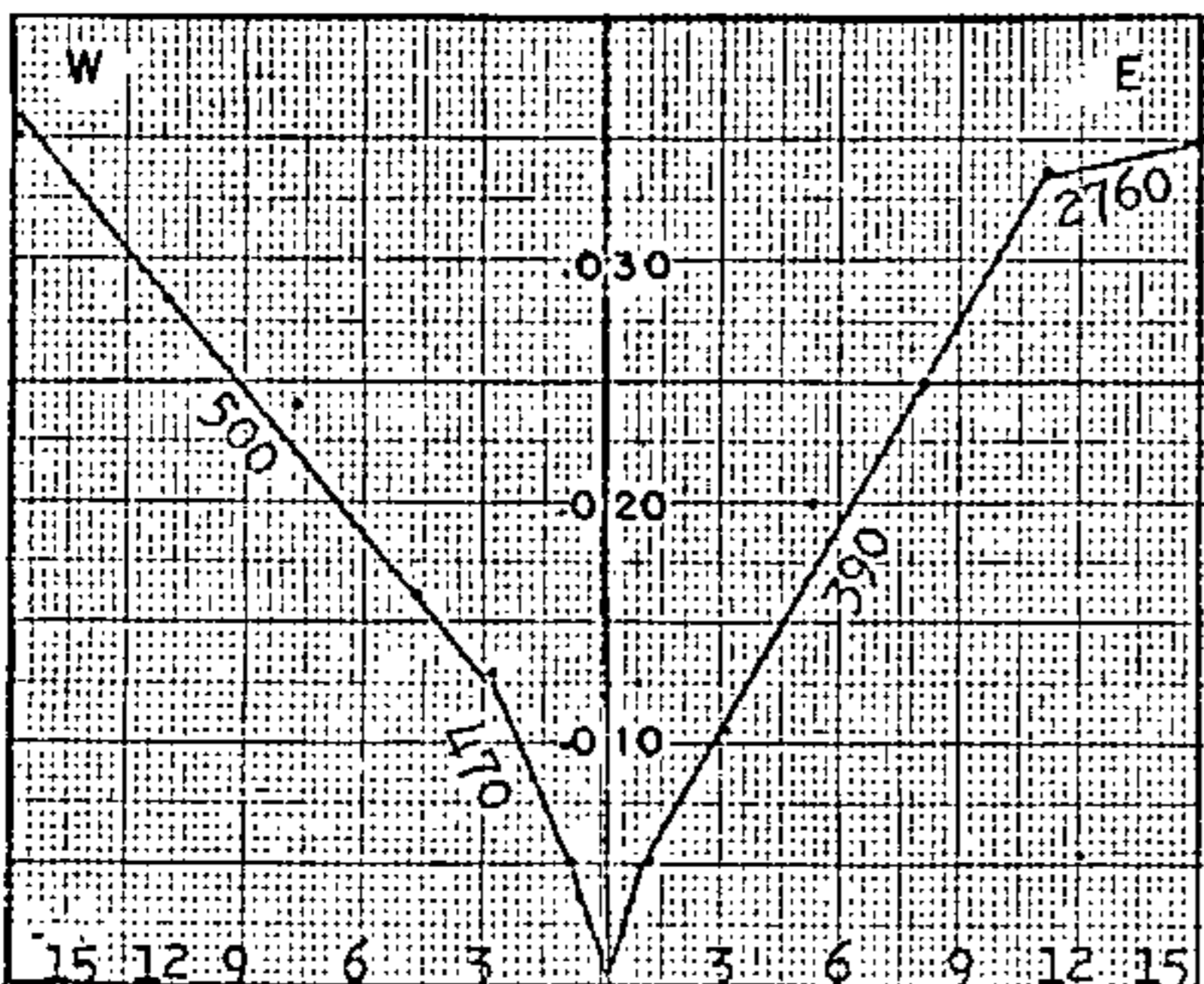
4.60

B



6.00

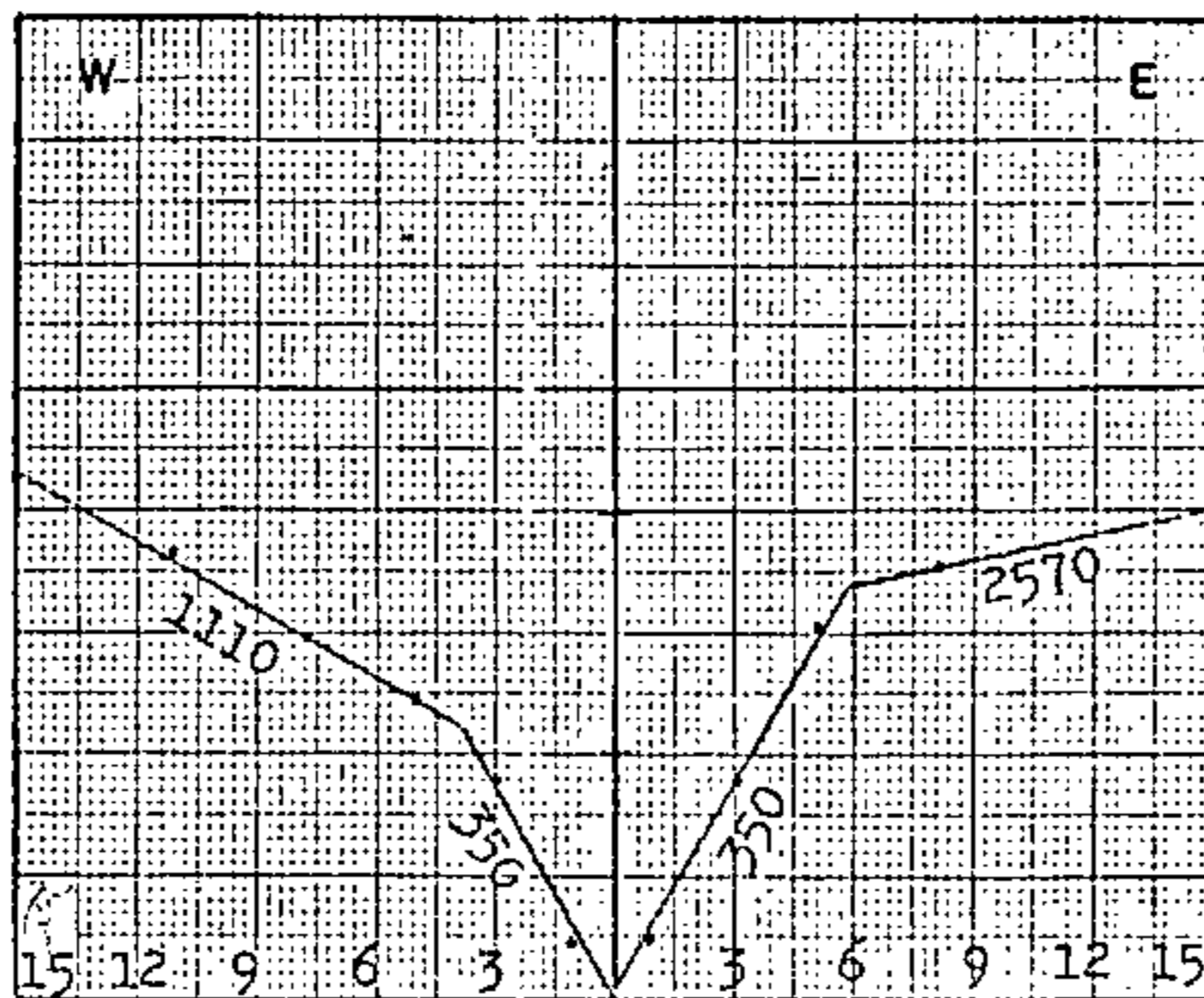
C



PONTO DE TIRO

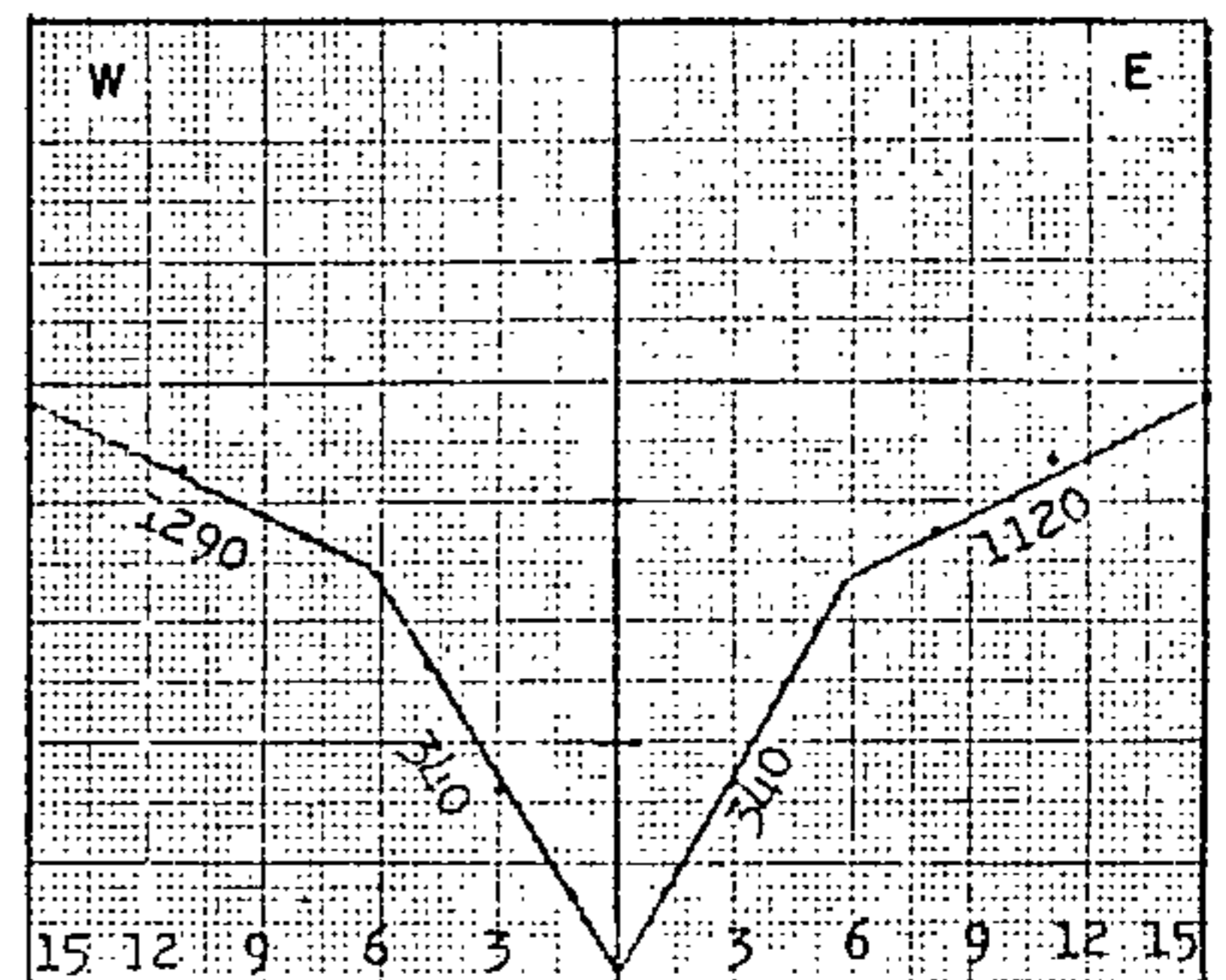
D

$d = 3.30$



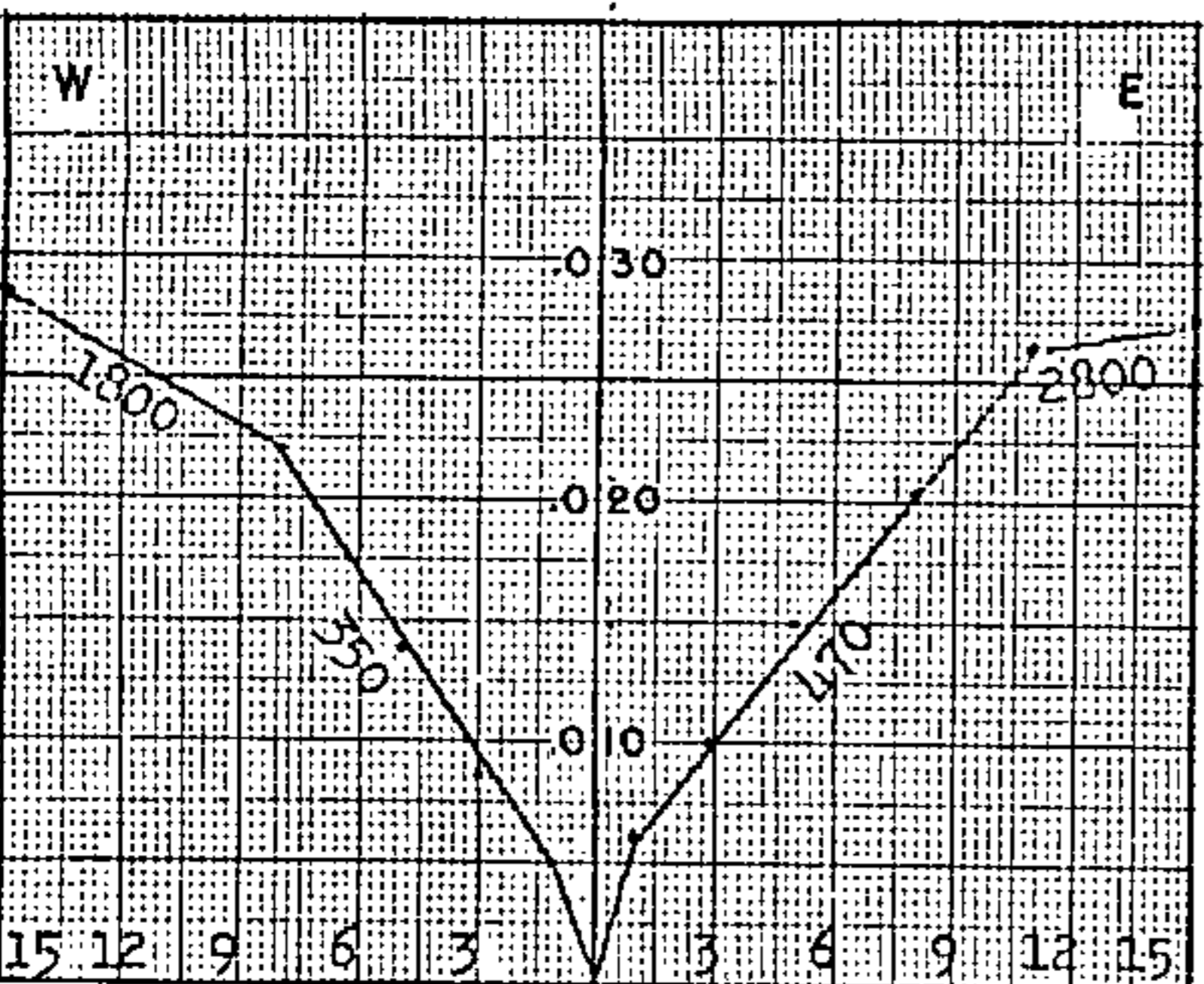
2.00

E



2.30

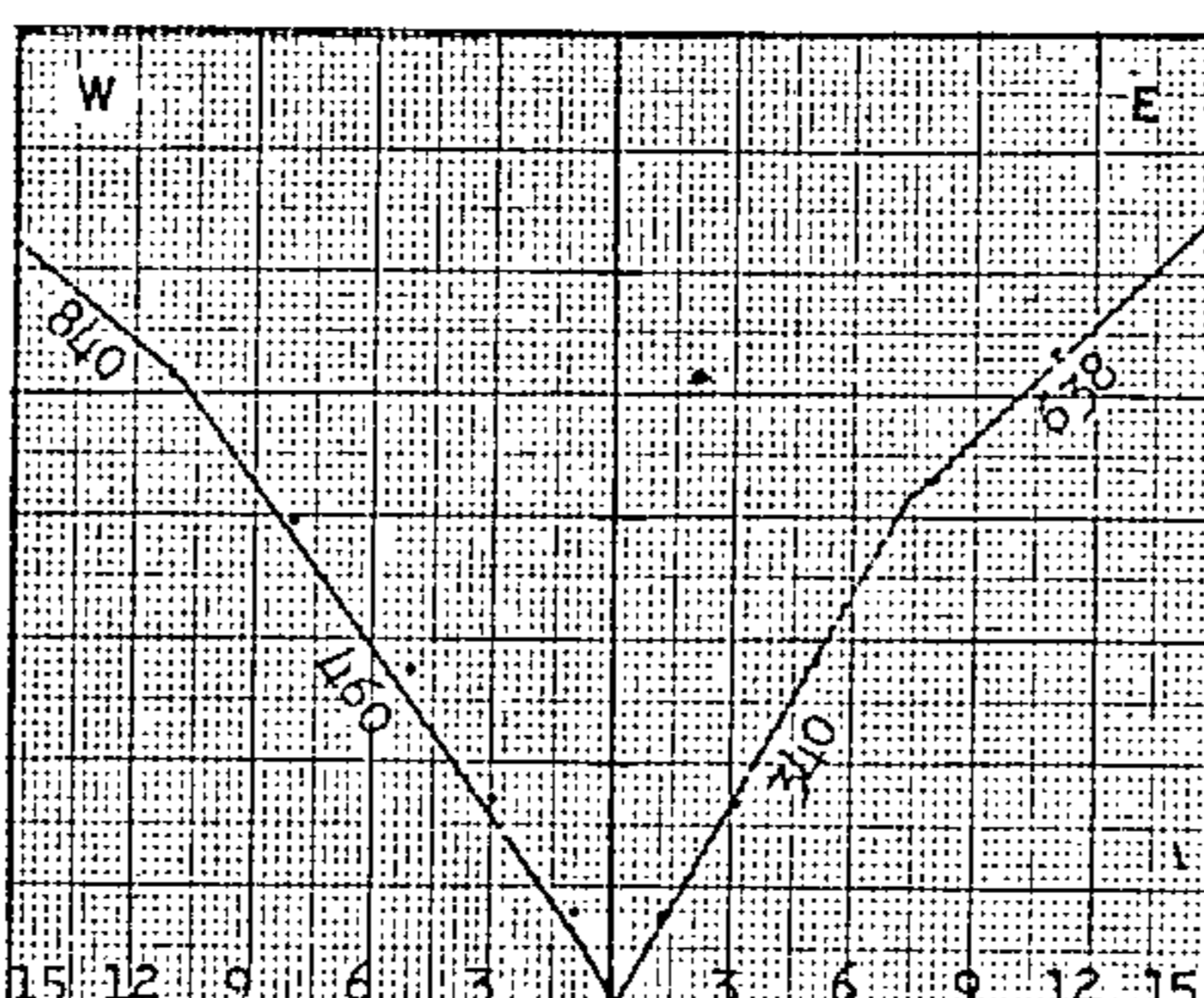
F



PONTO DE TIRO

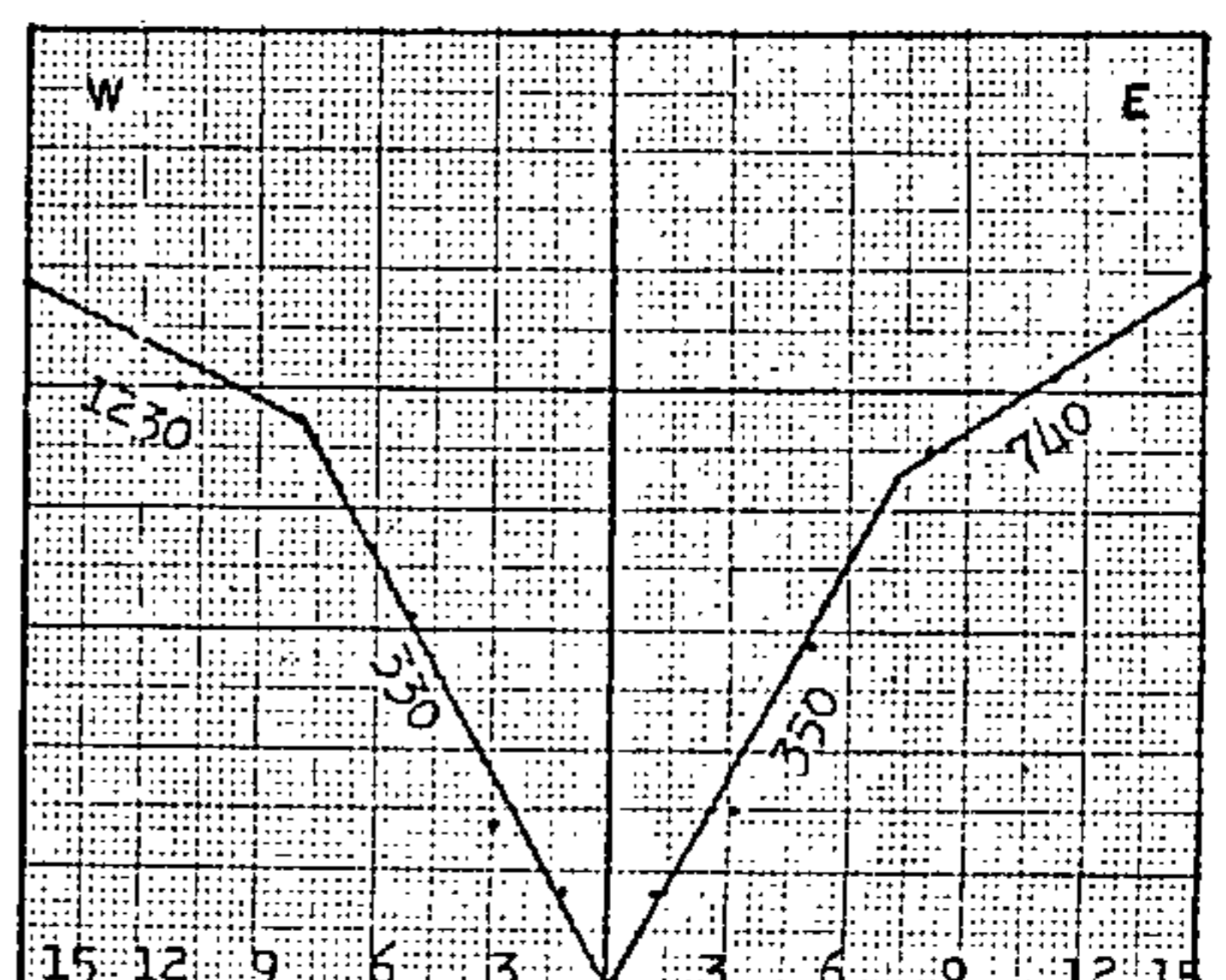
G

$d = 4.00$



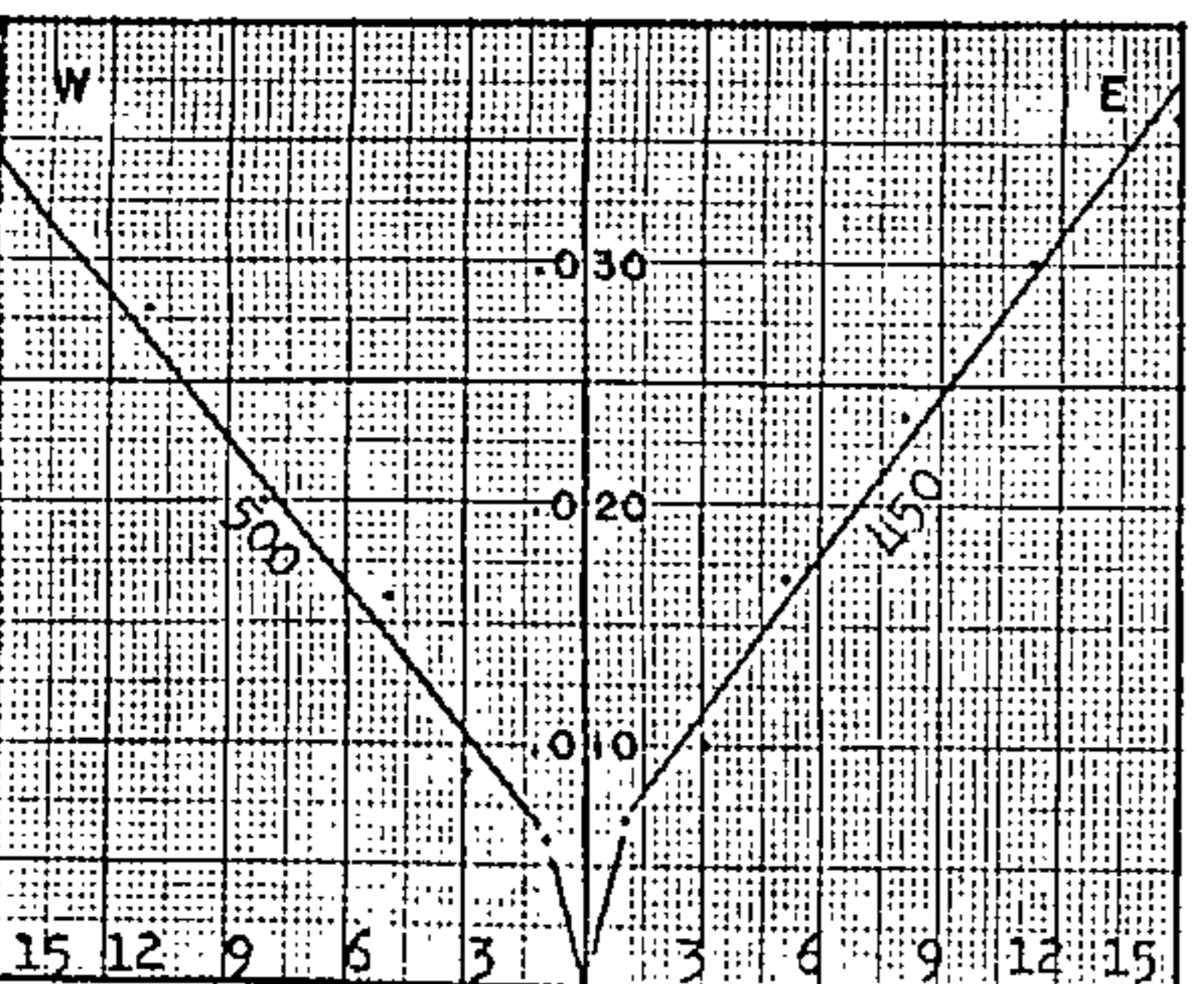
2.50

H



2.60

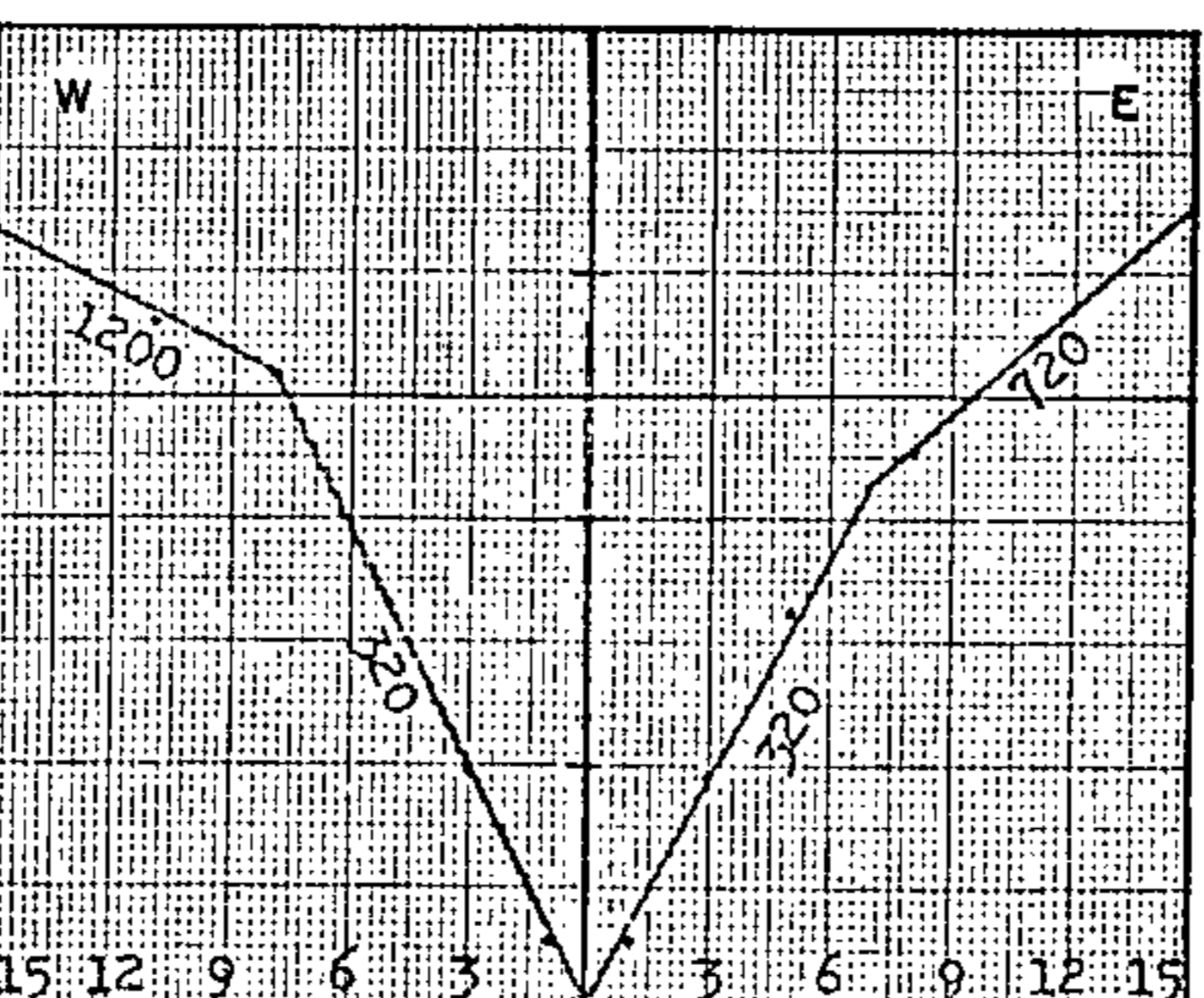
I



PONTO DE TIRO

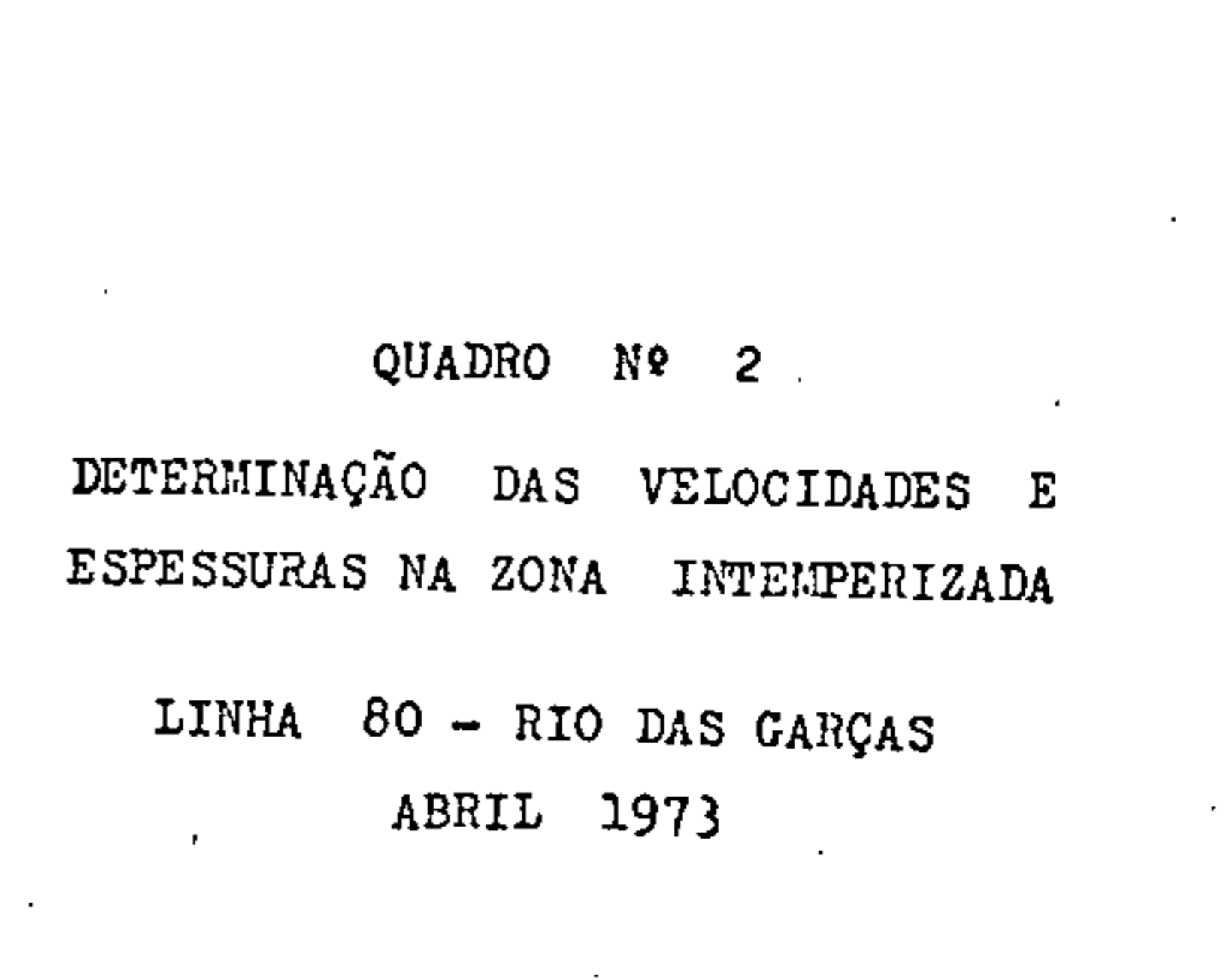
J

$d = 4.00$



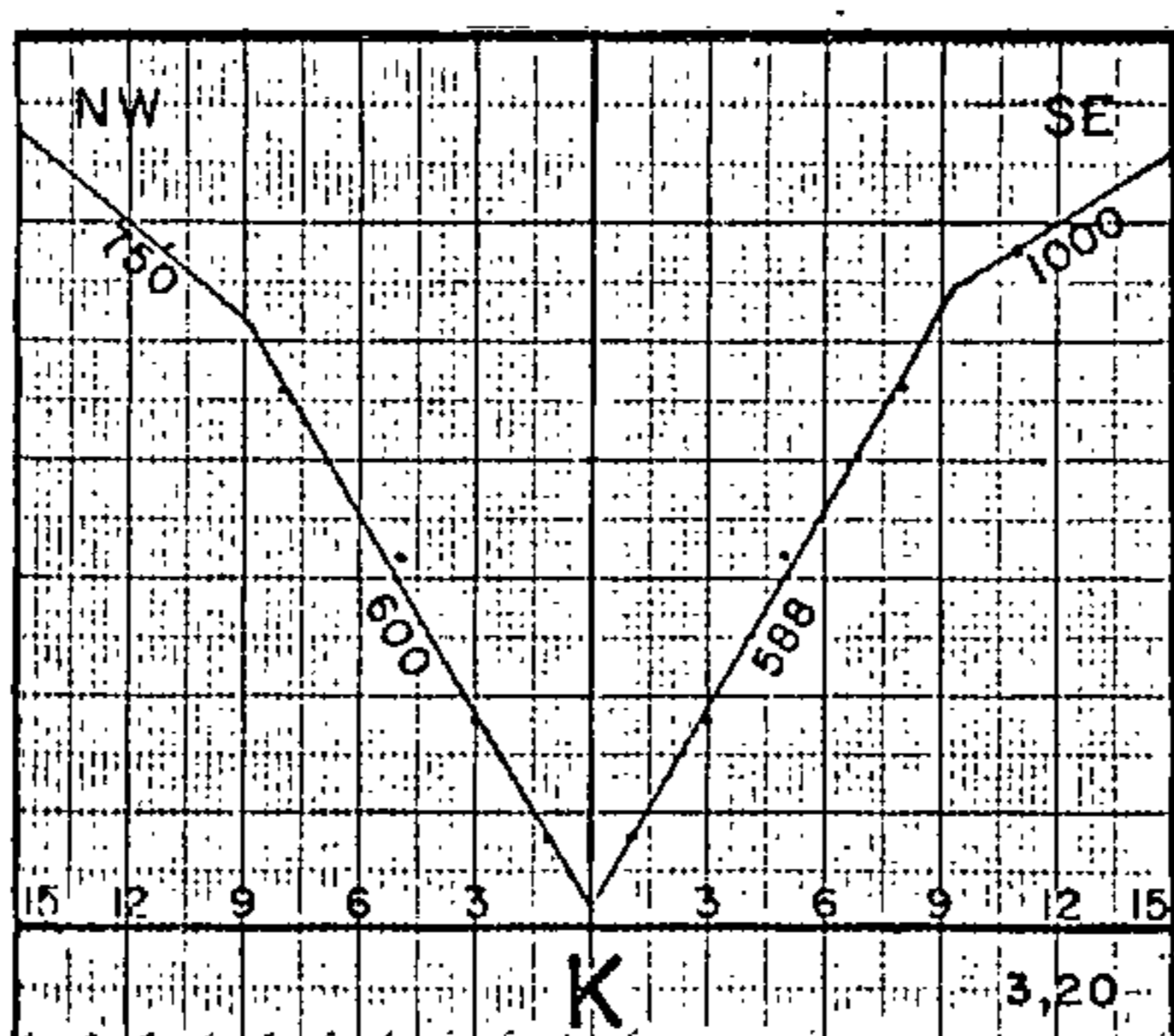
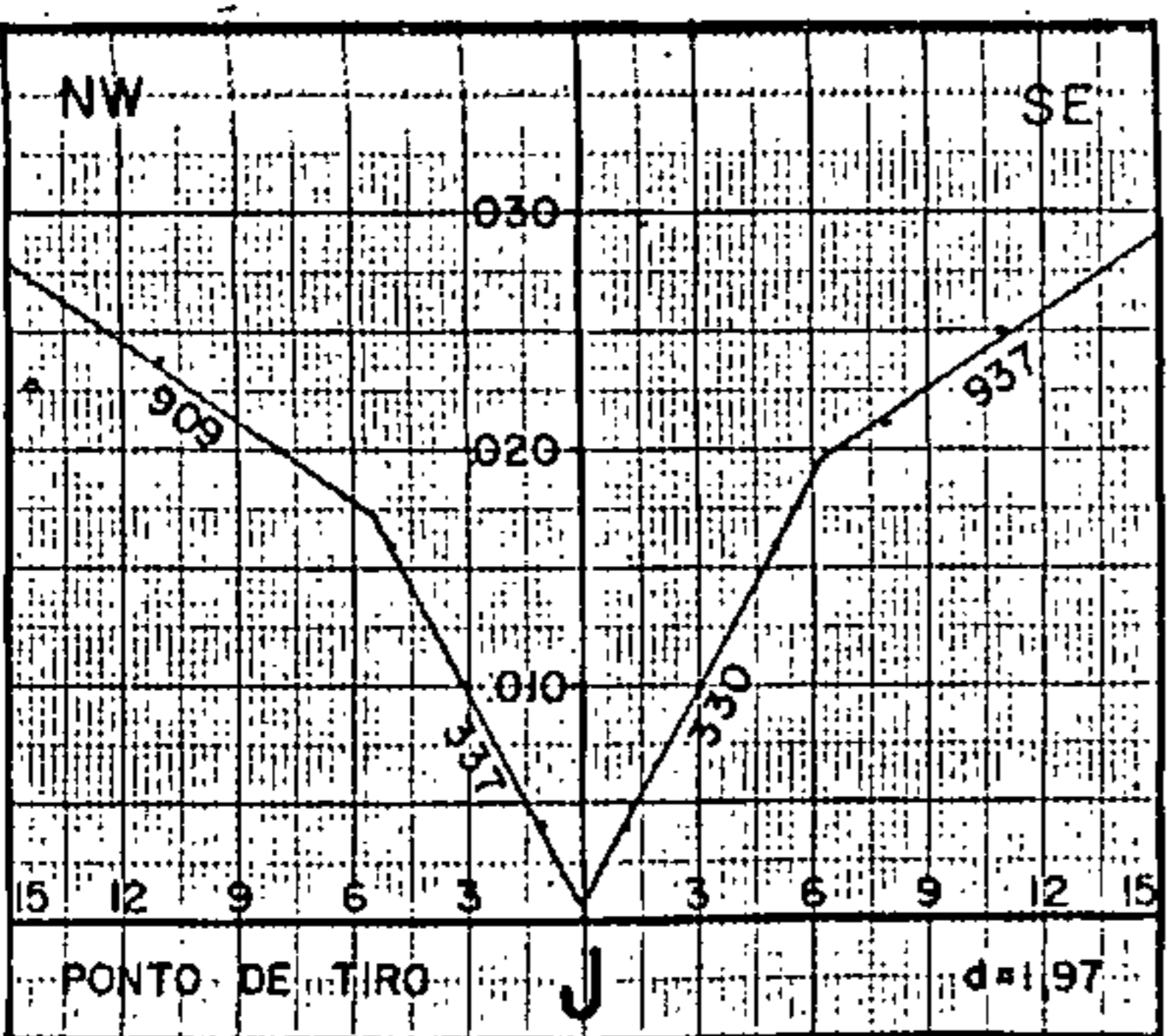
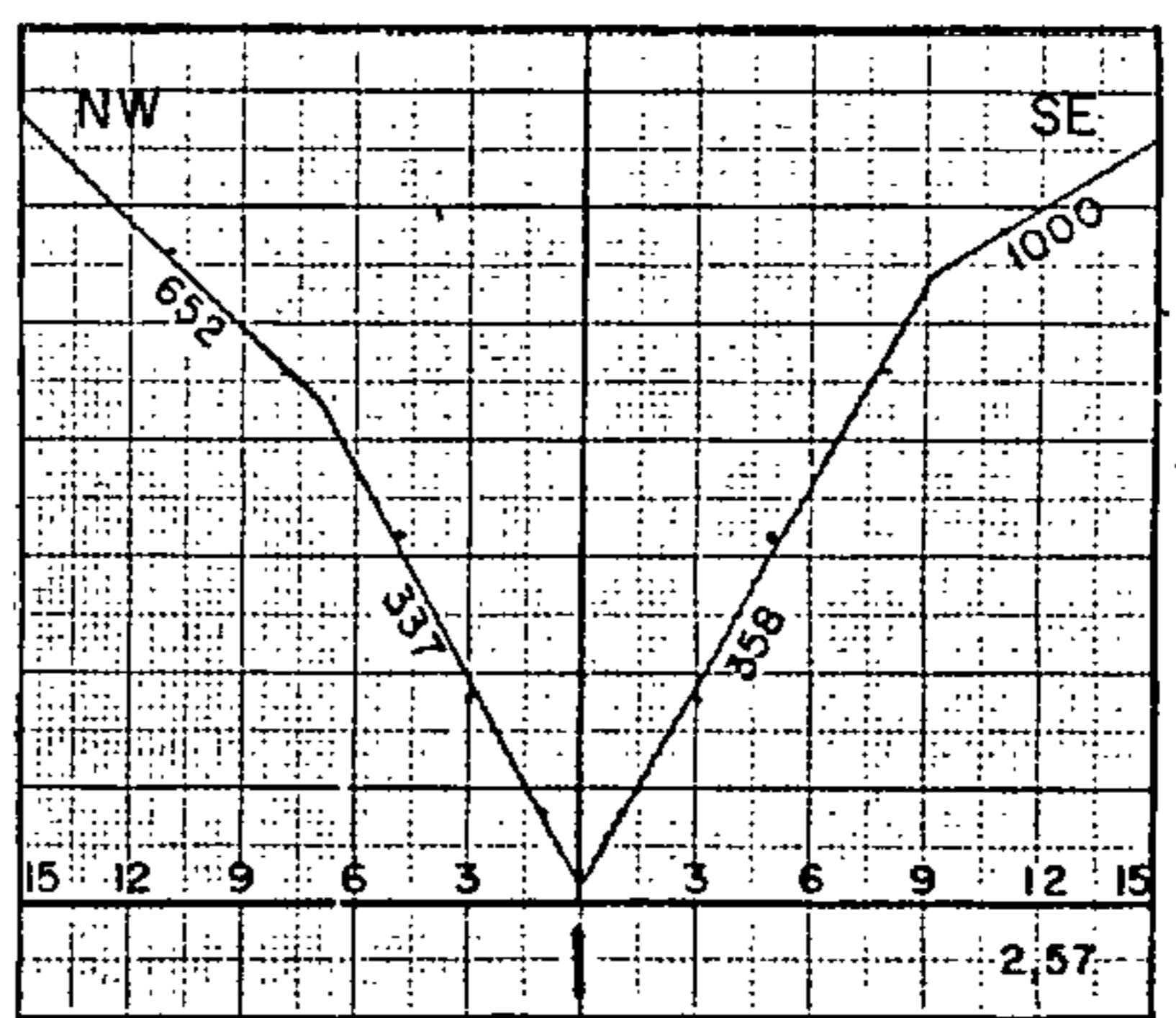
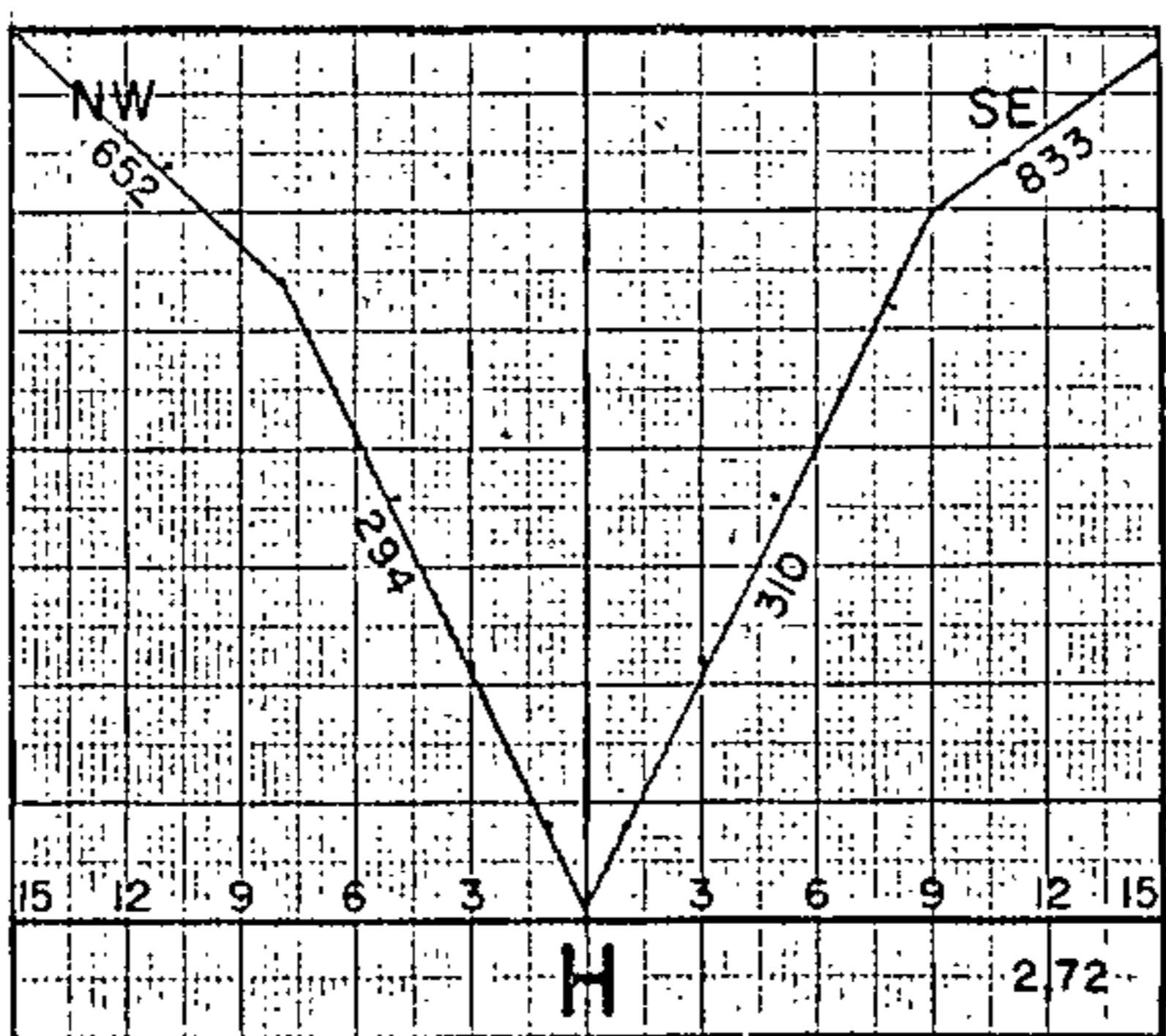
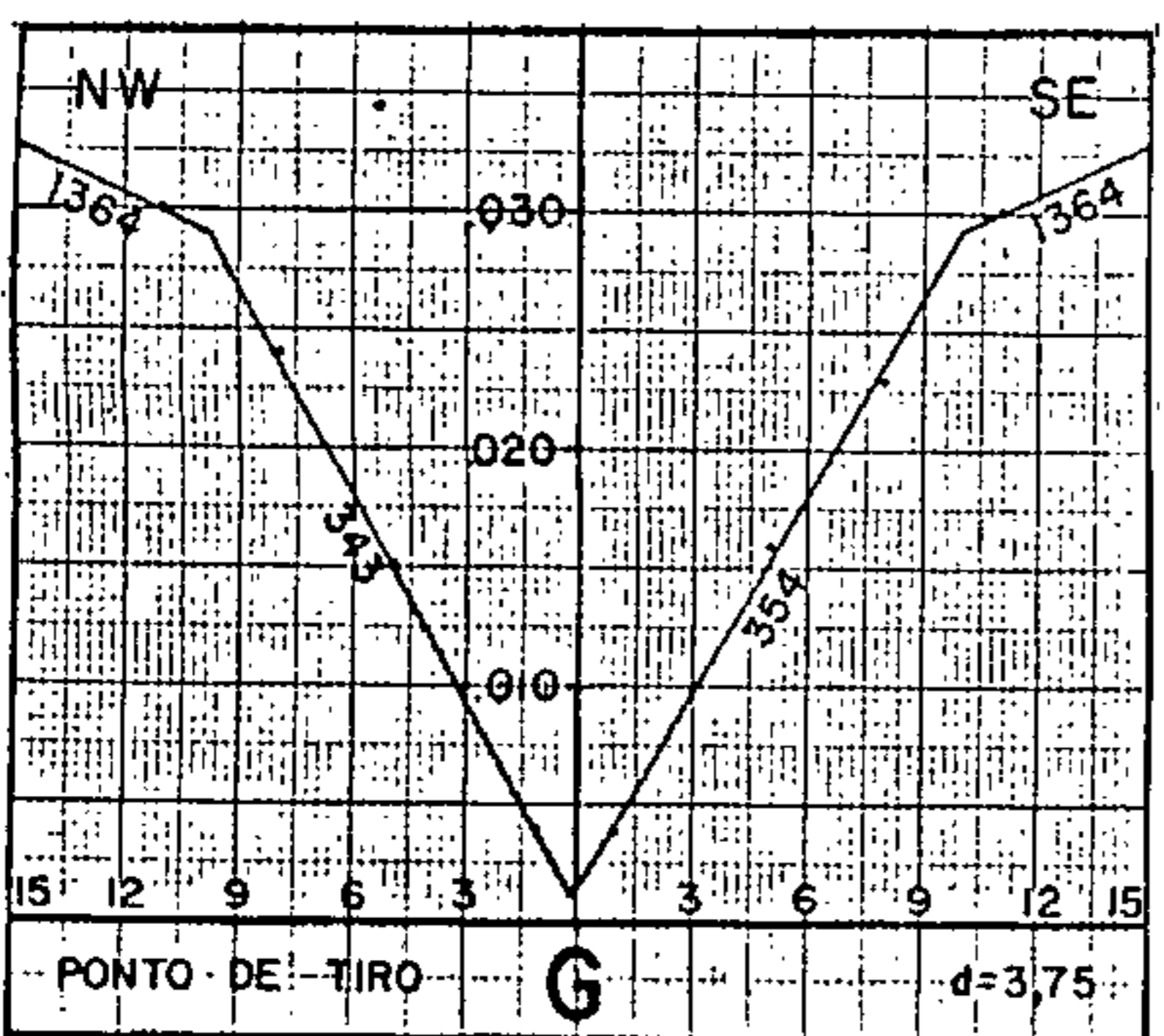
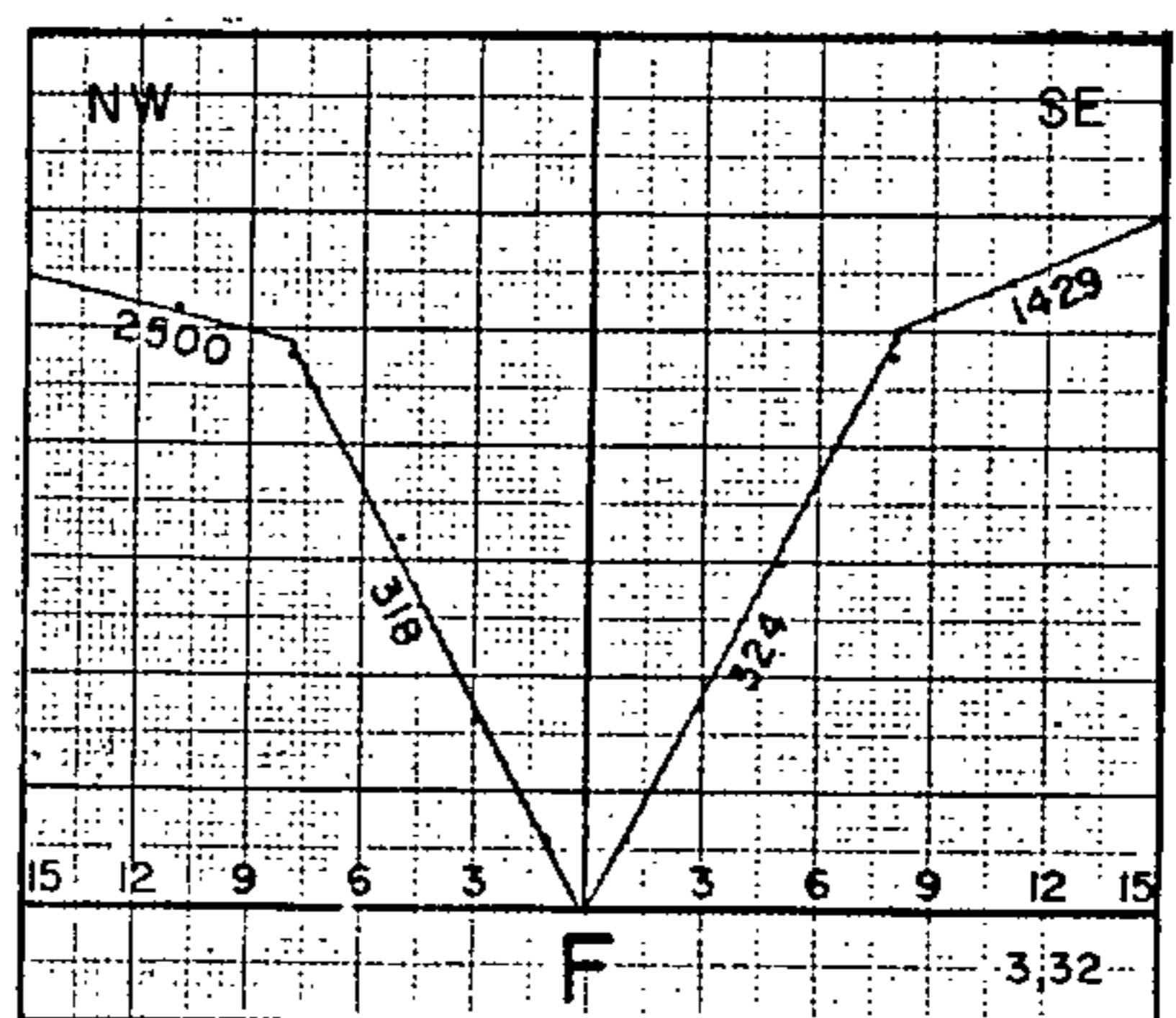
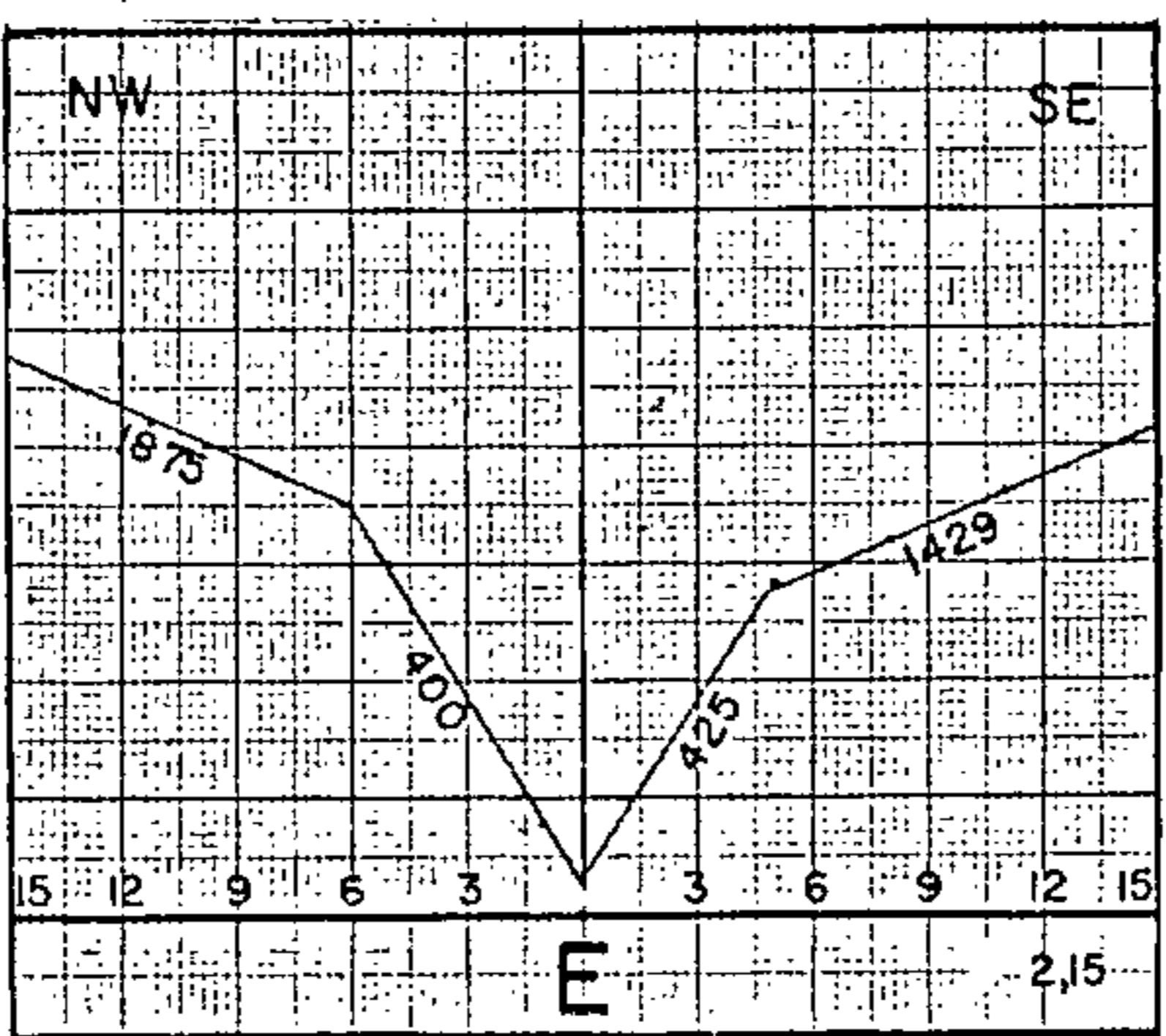
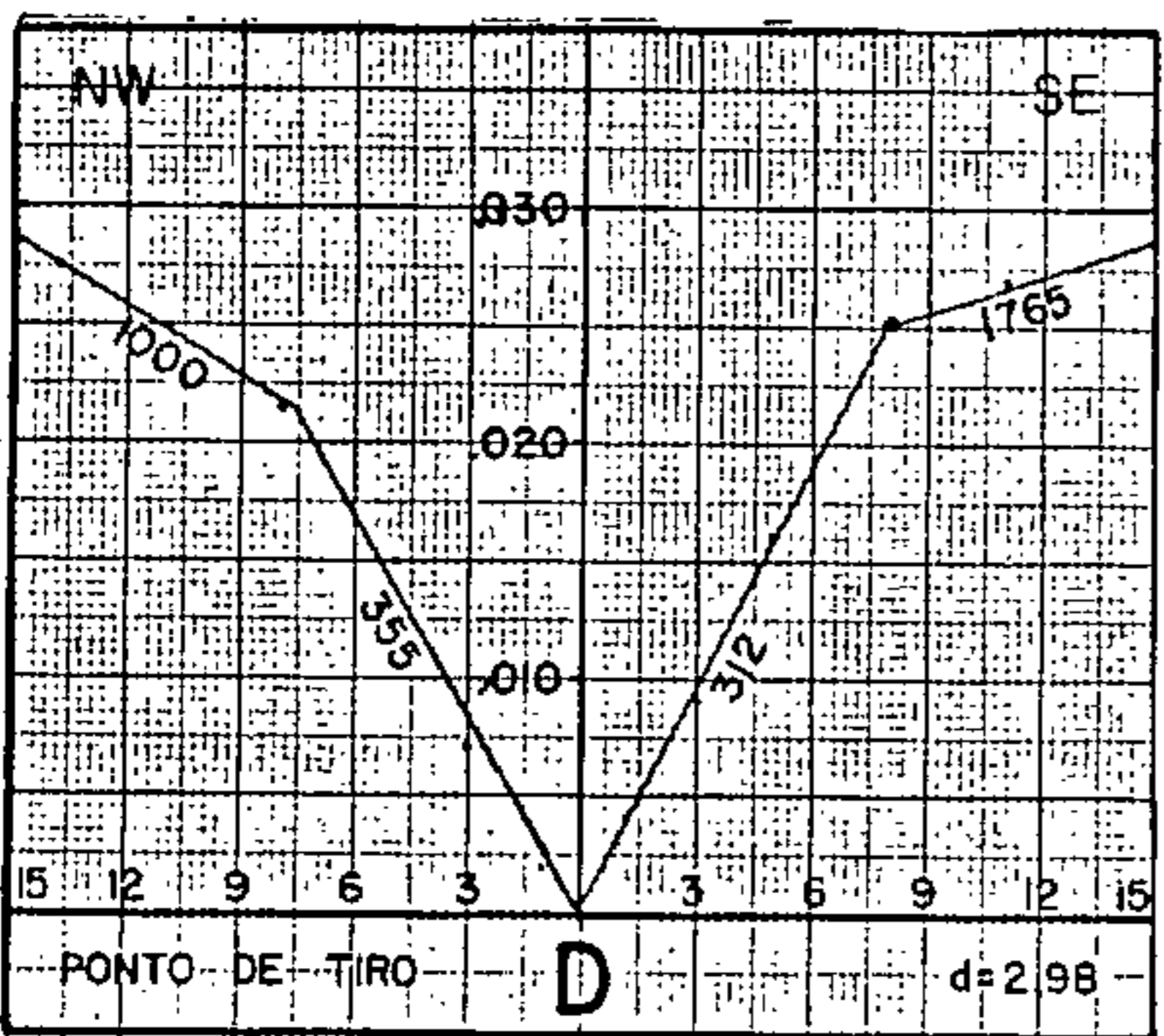
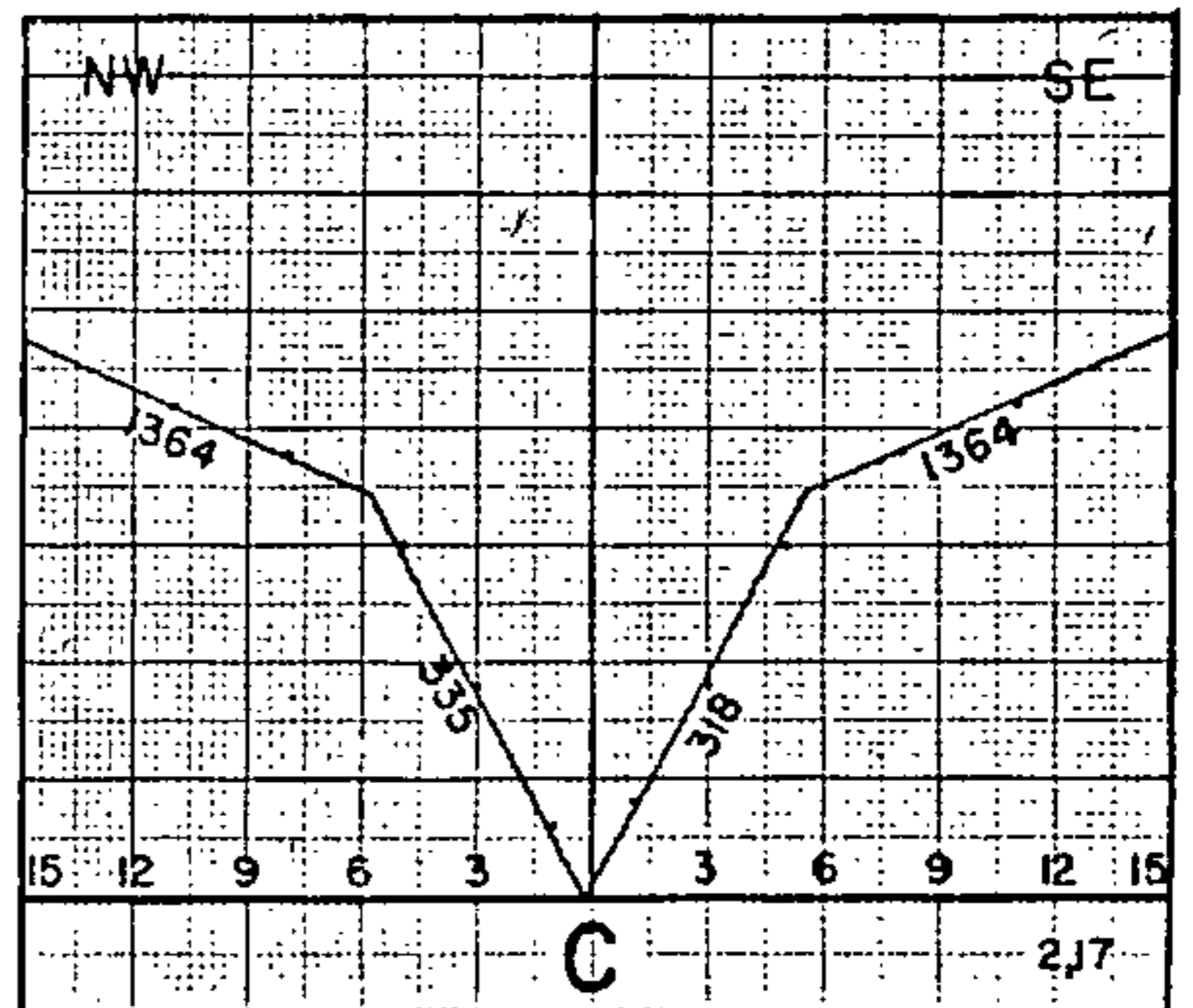
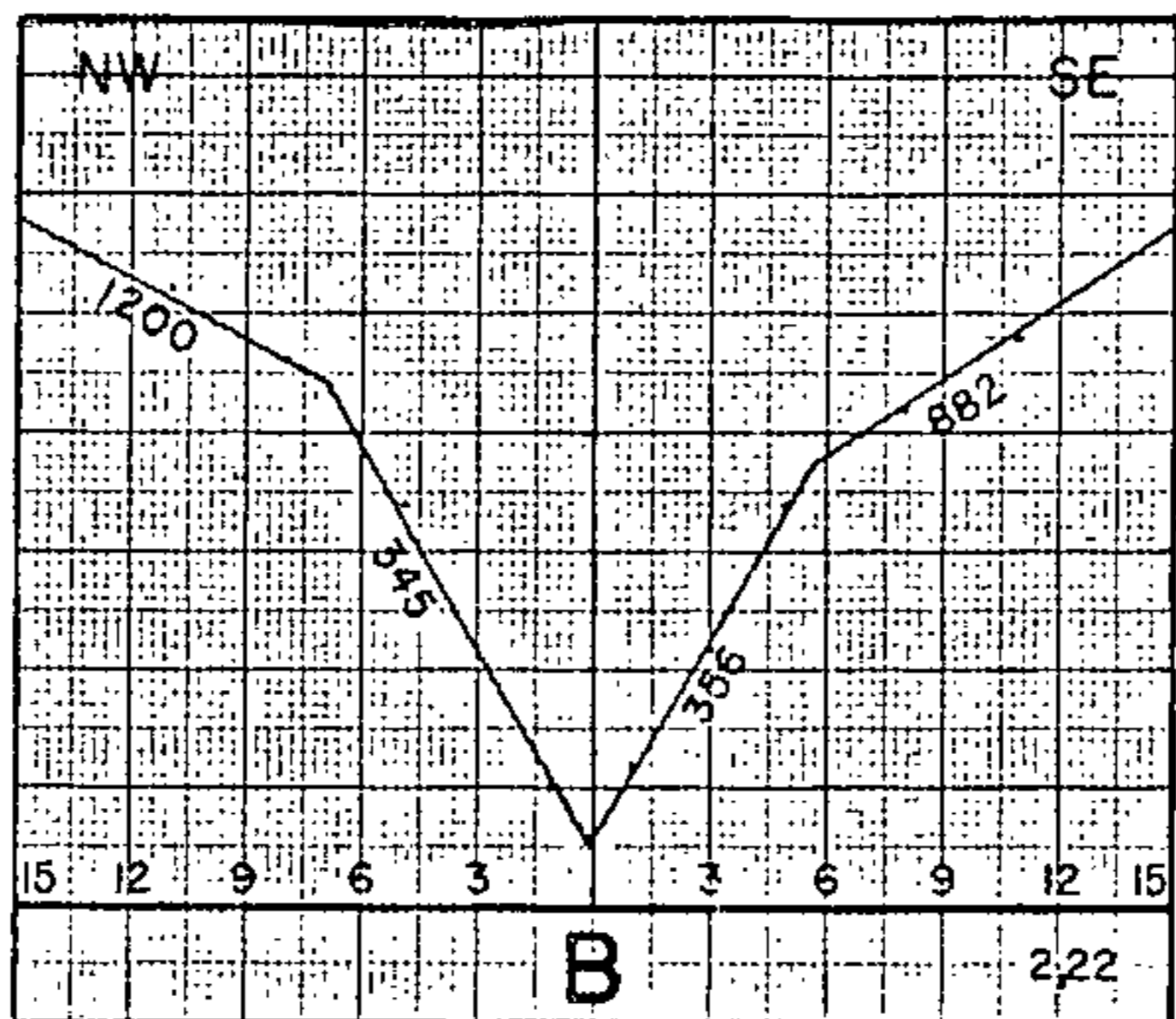
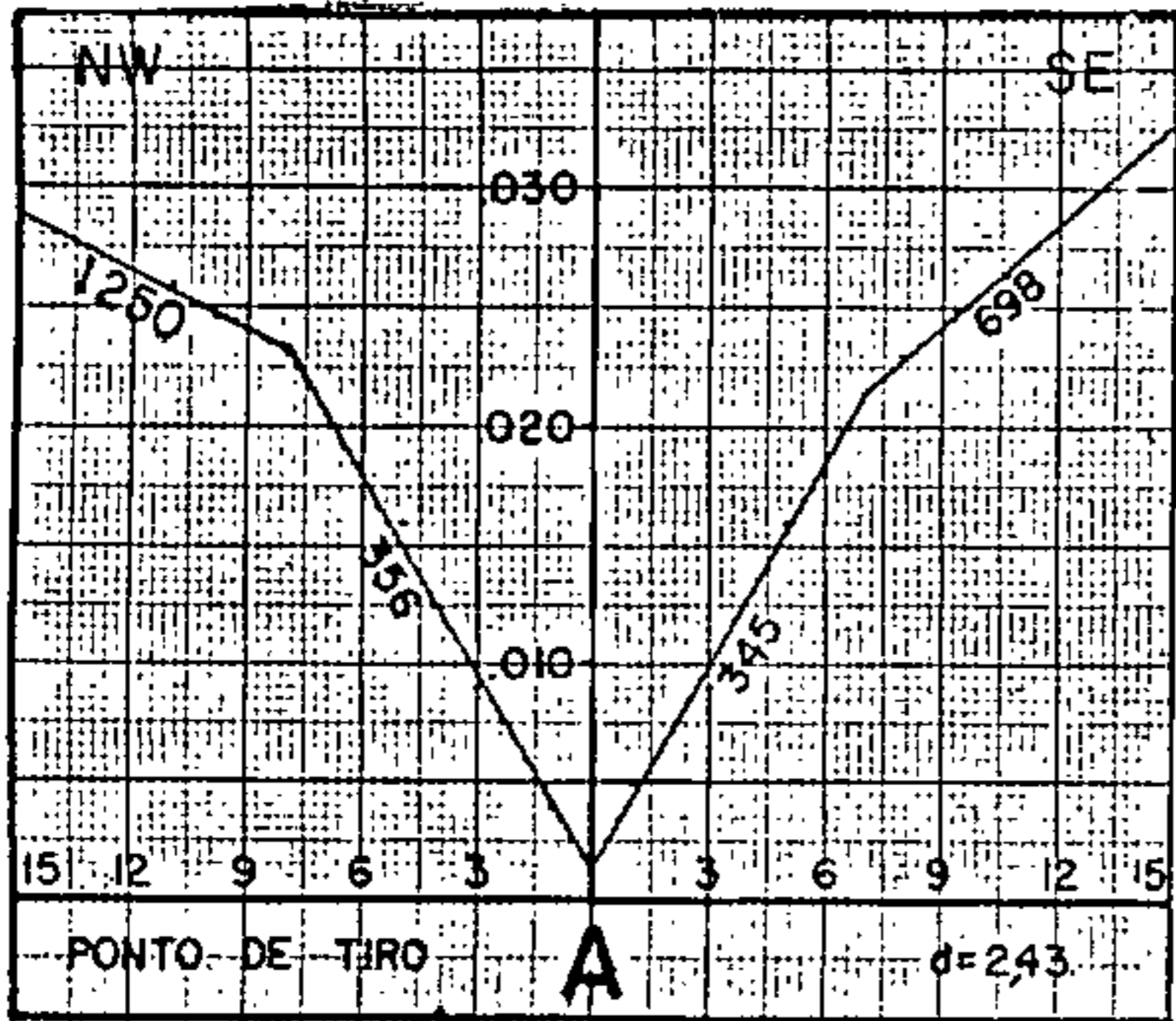
2.60

K



QUADRO Nº 2
 DETERMINAÇÃO DAS VELOCIDADES E
 ESPESSURAS NA ZONA INTEMPERIZADA

LINHA 80 - RIO DAS GARÇAS
 ABRIL 1973

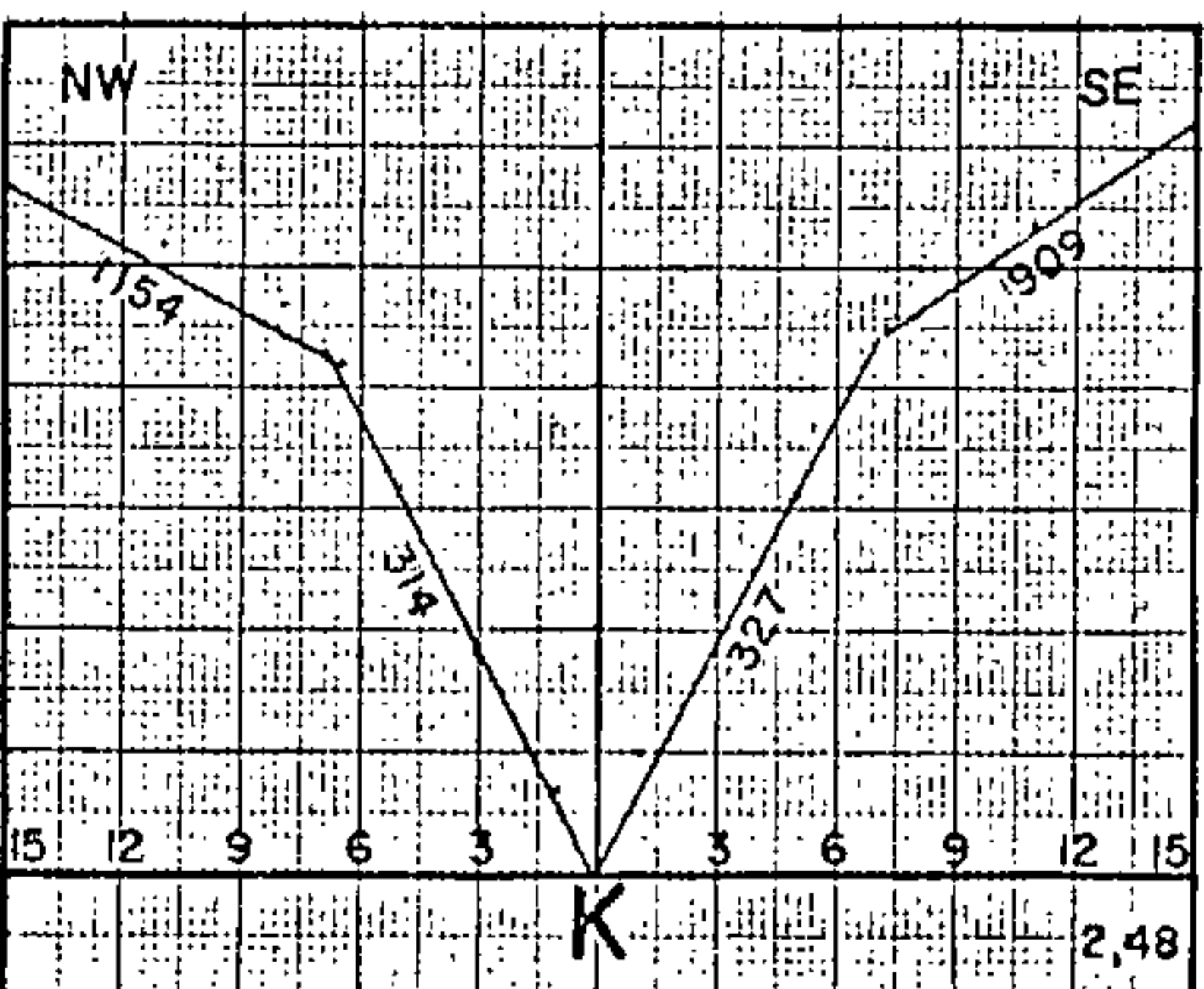
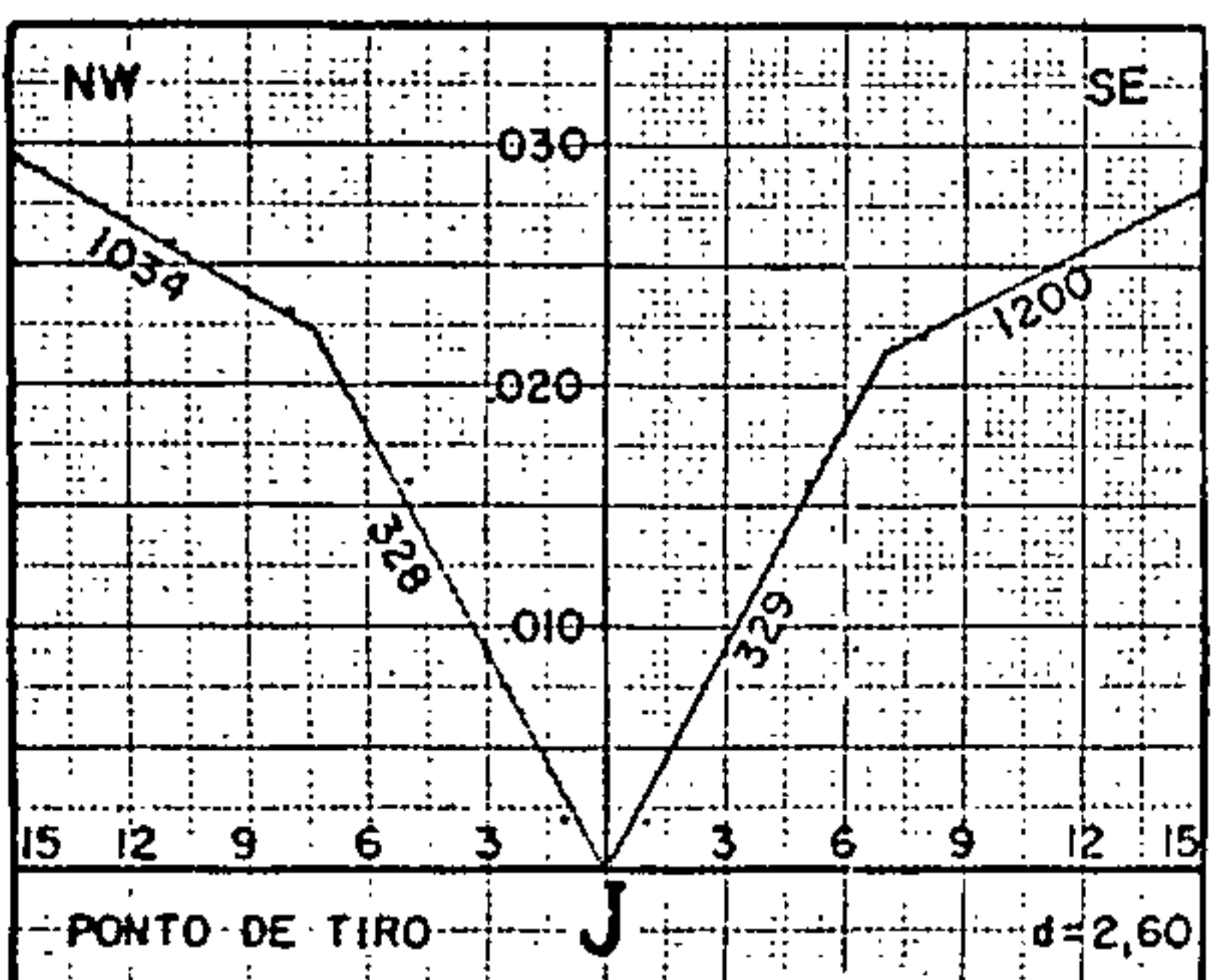
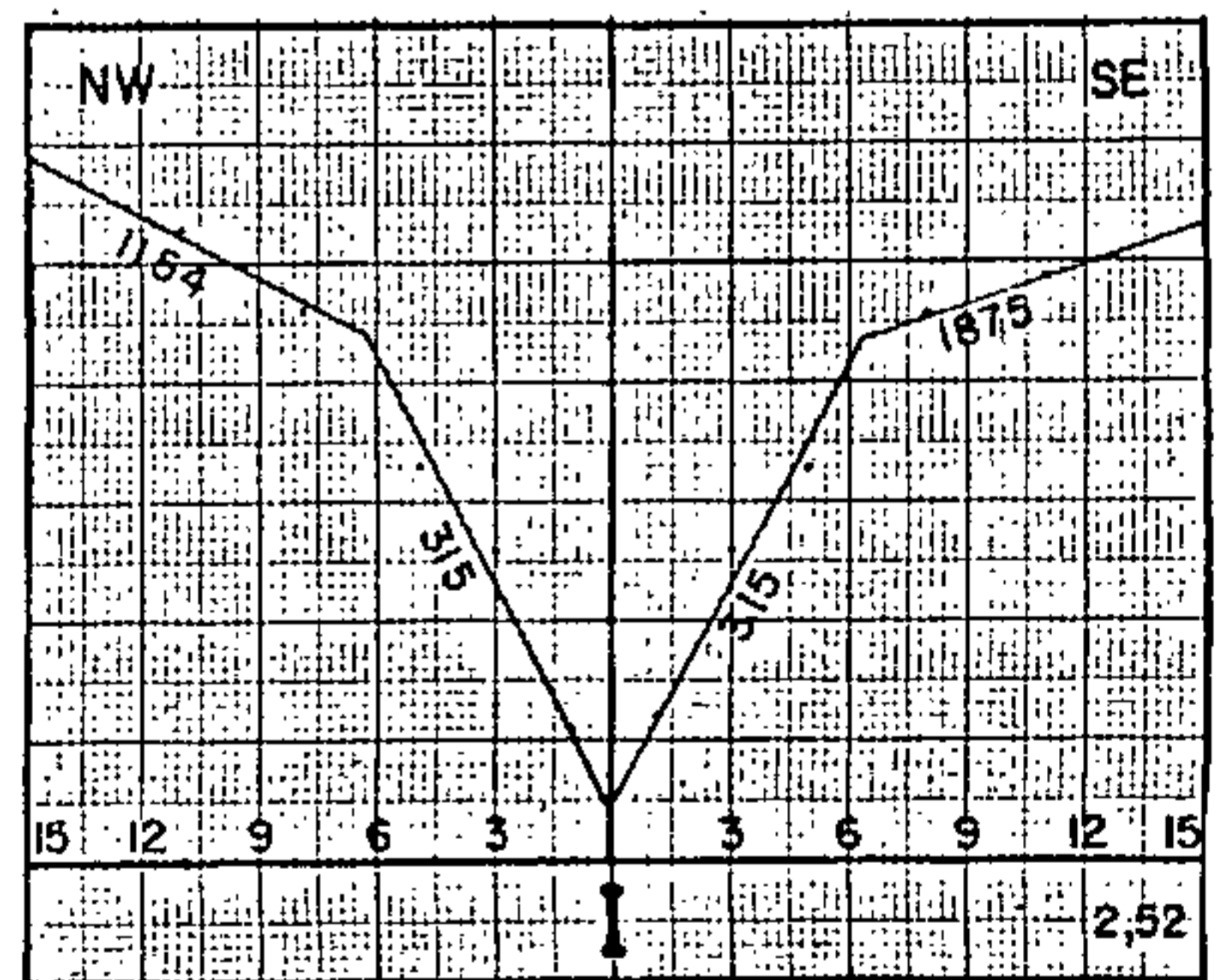
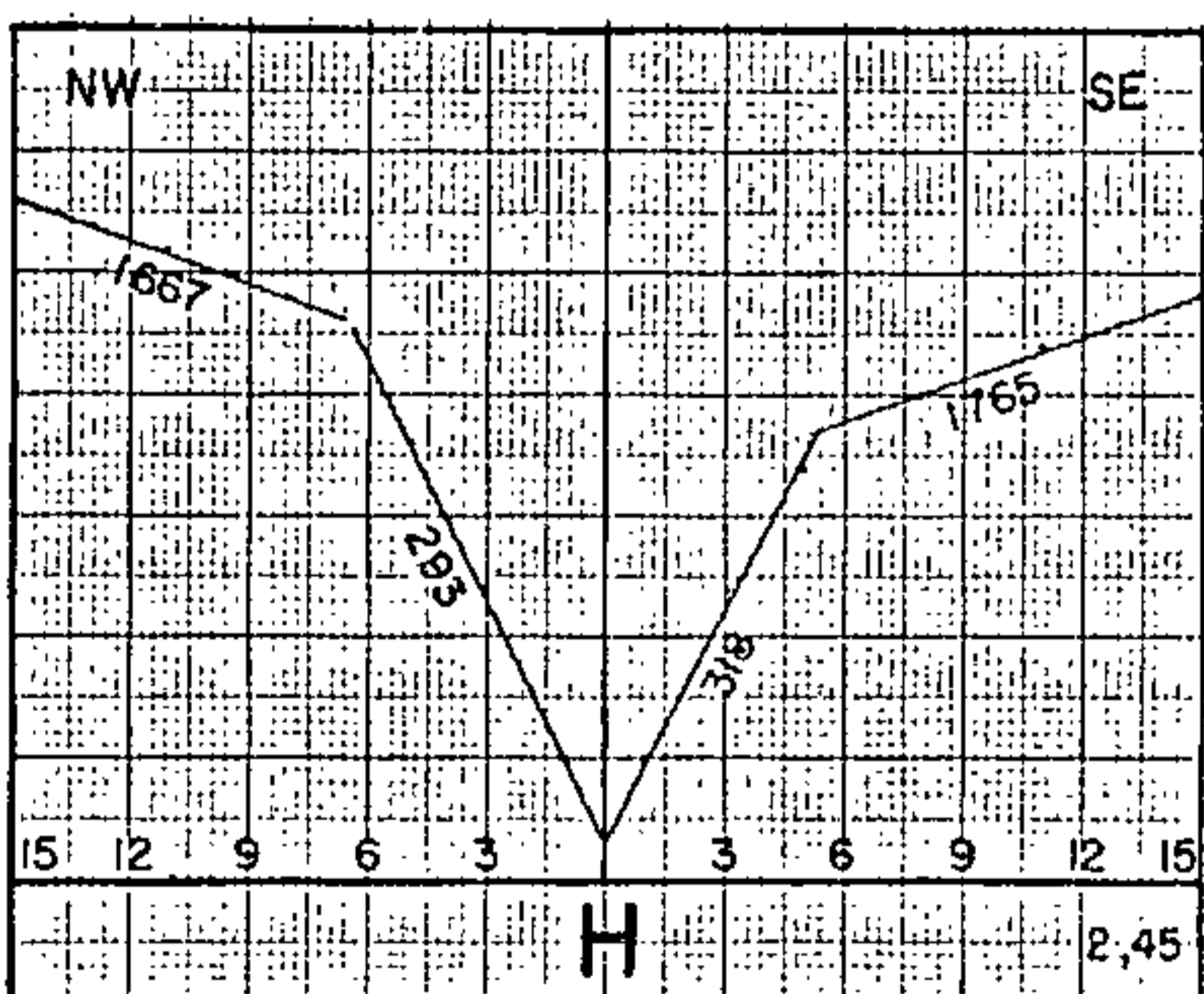
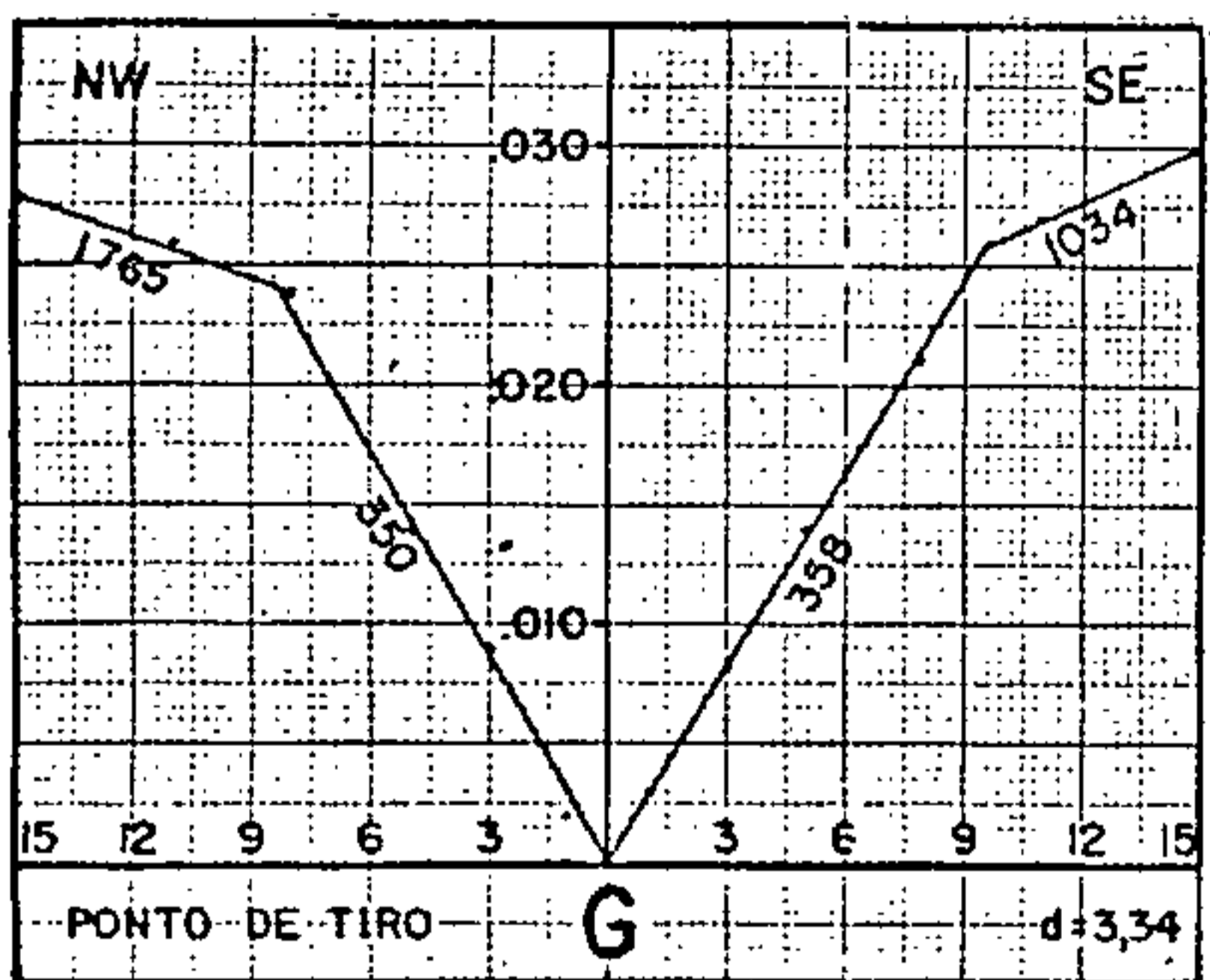
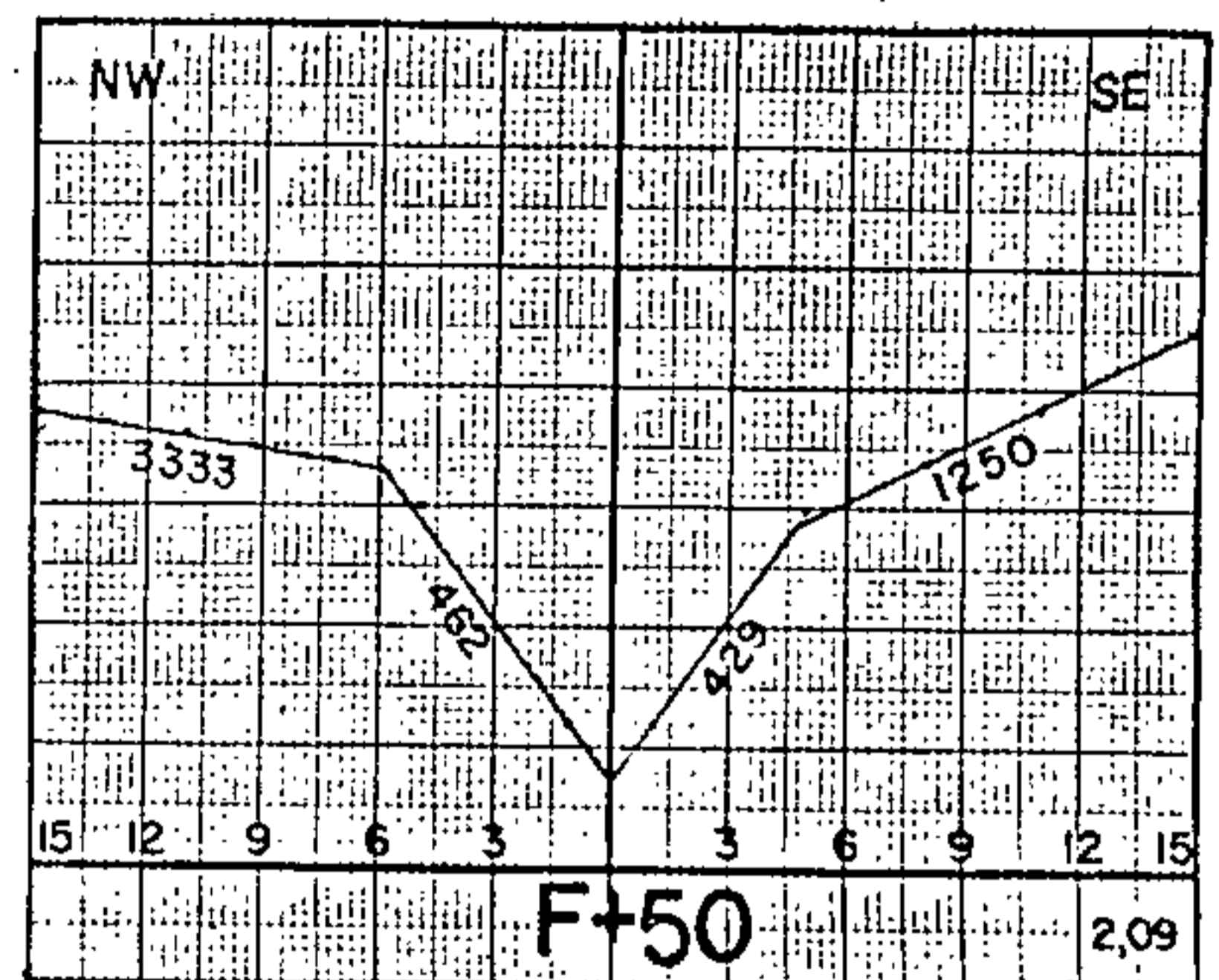
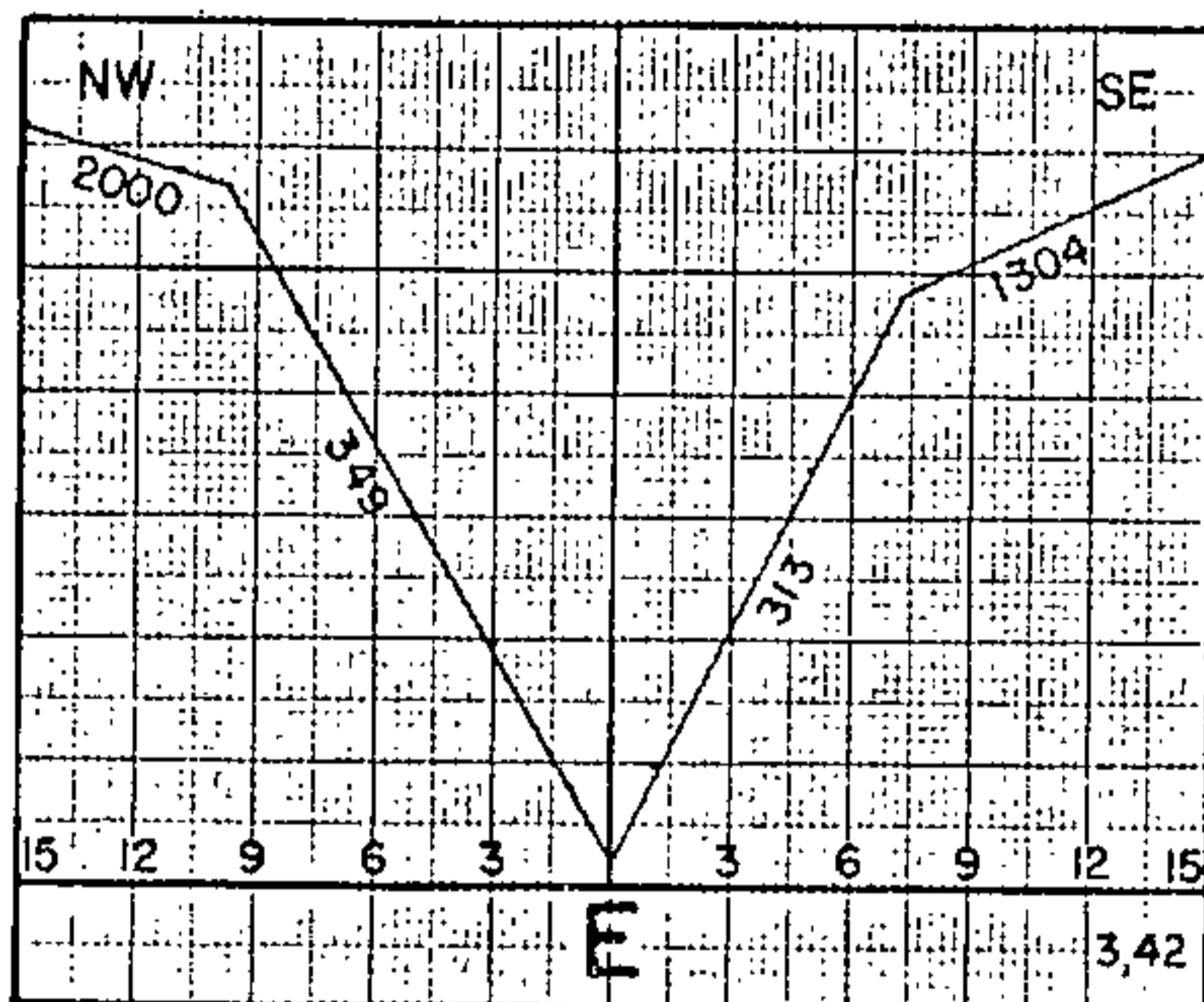
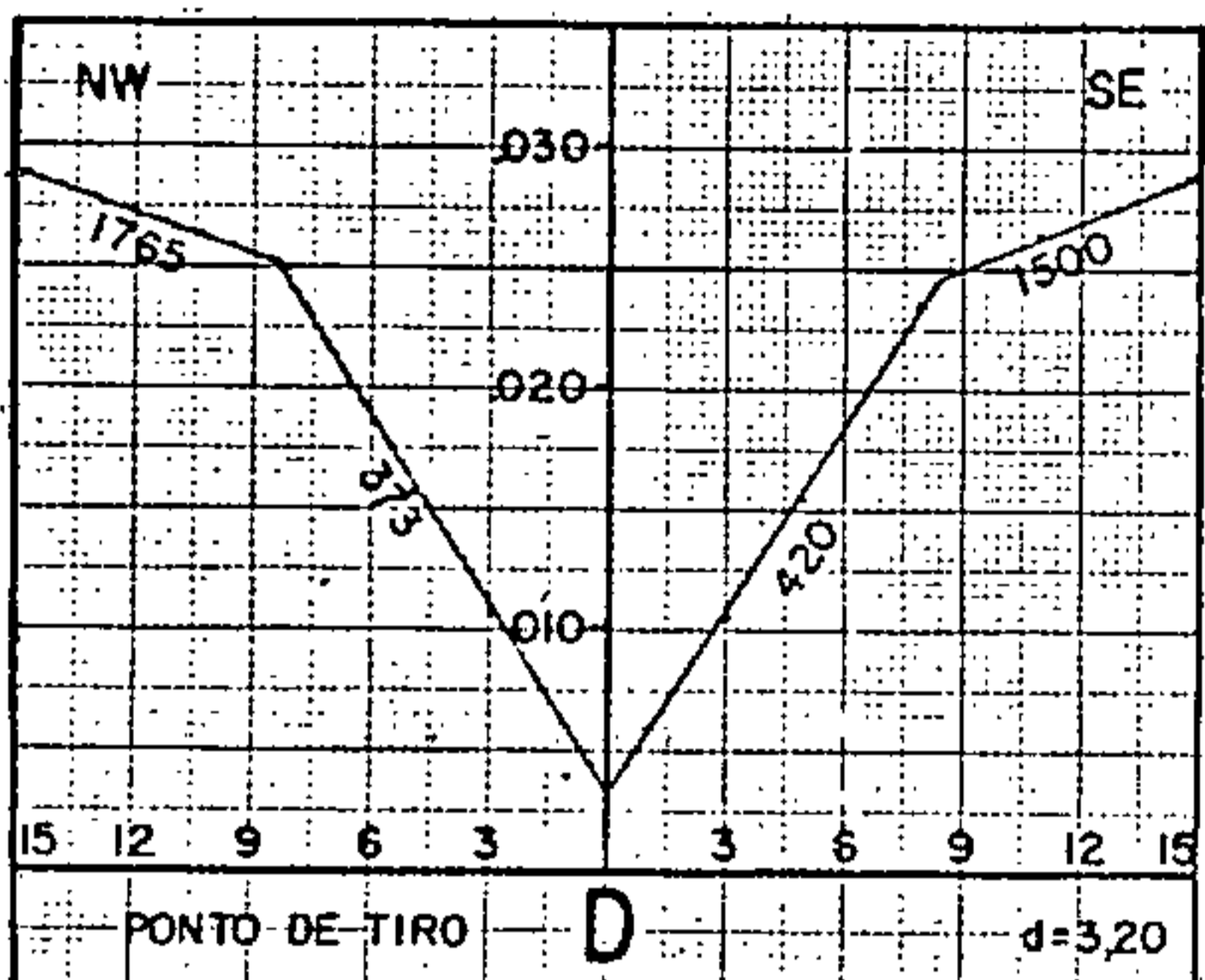
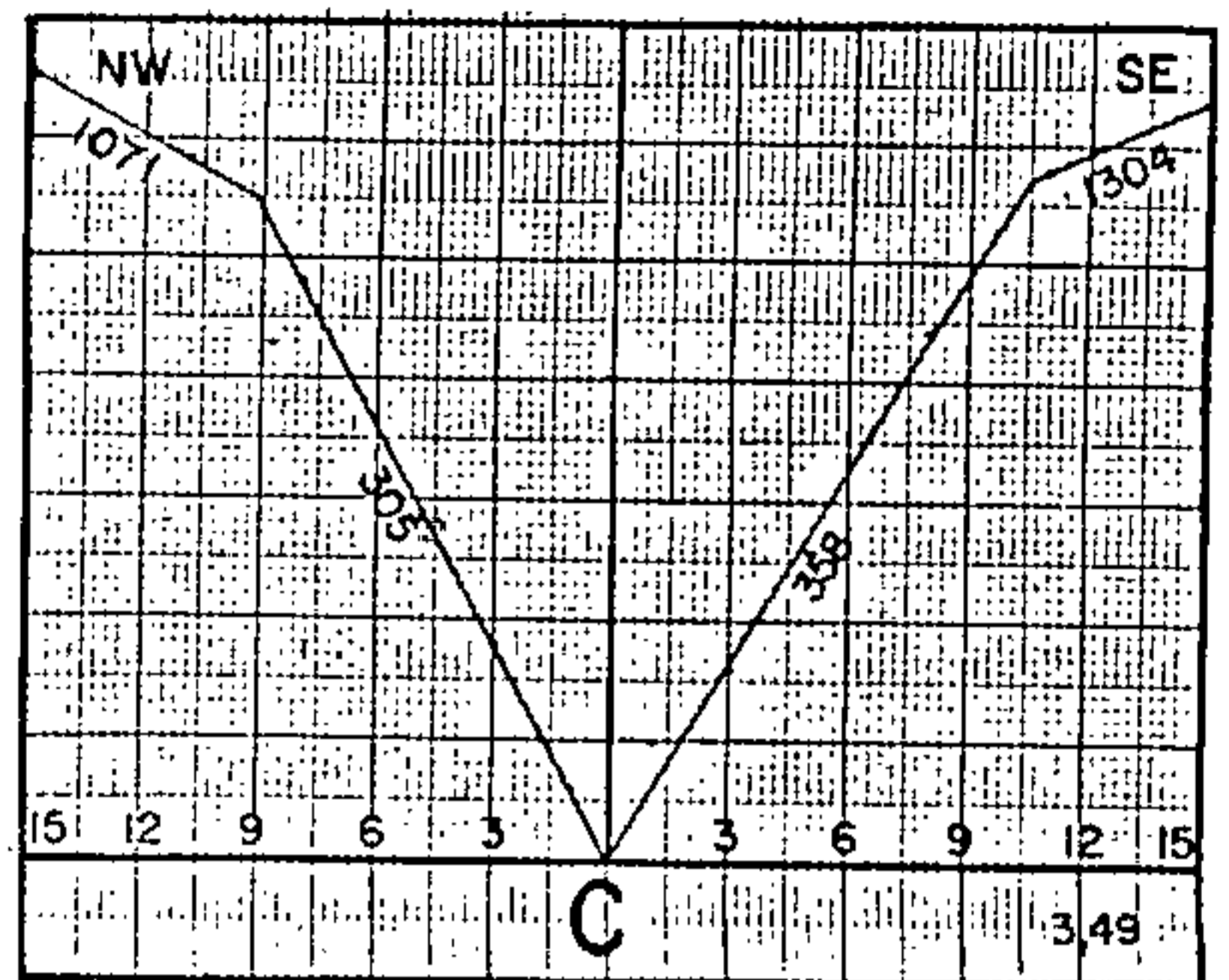
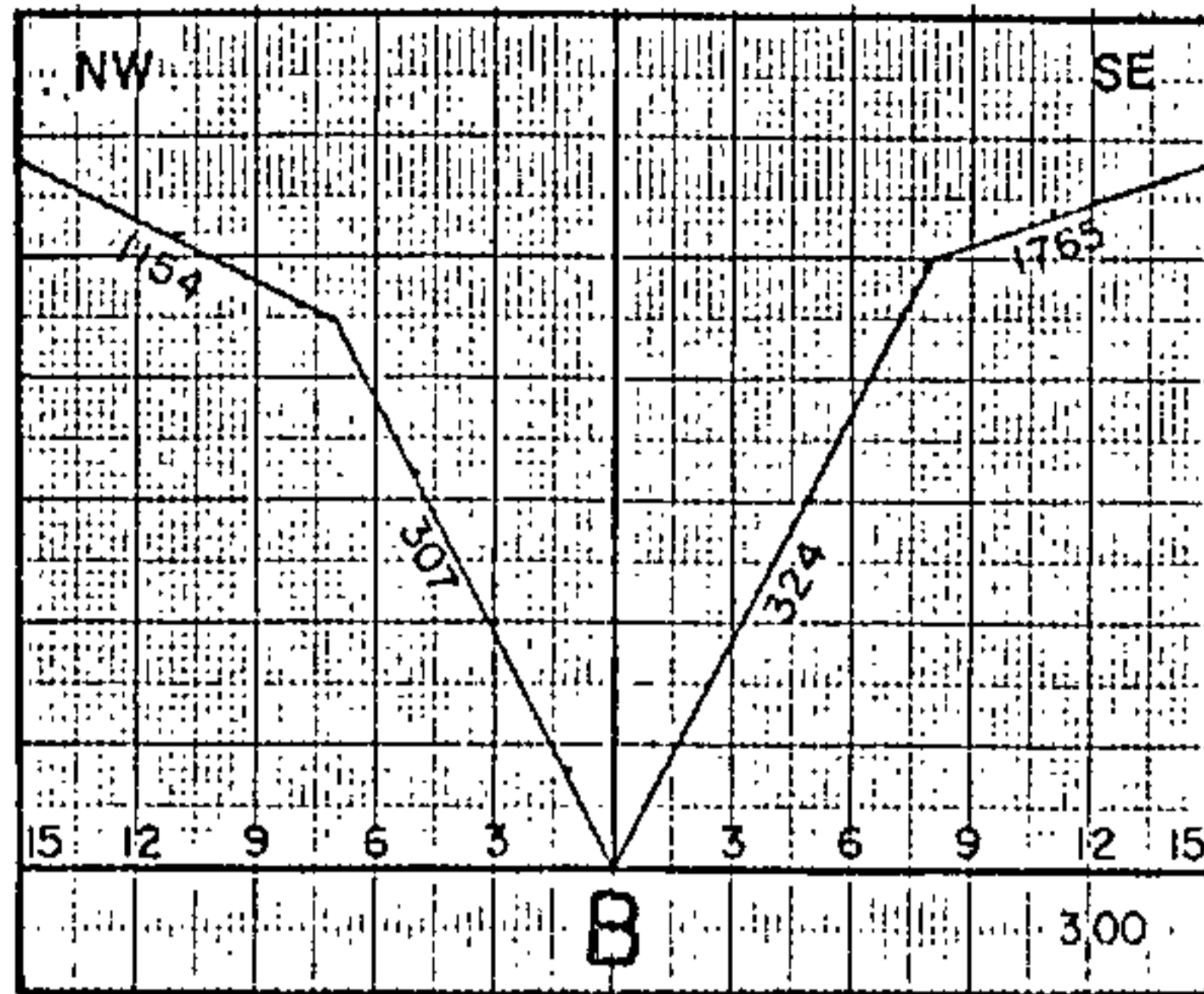
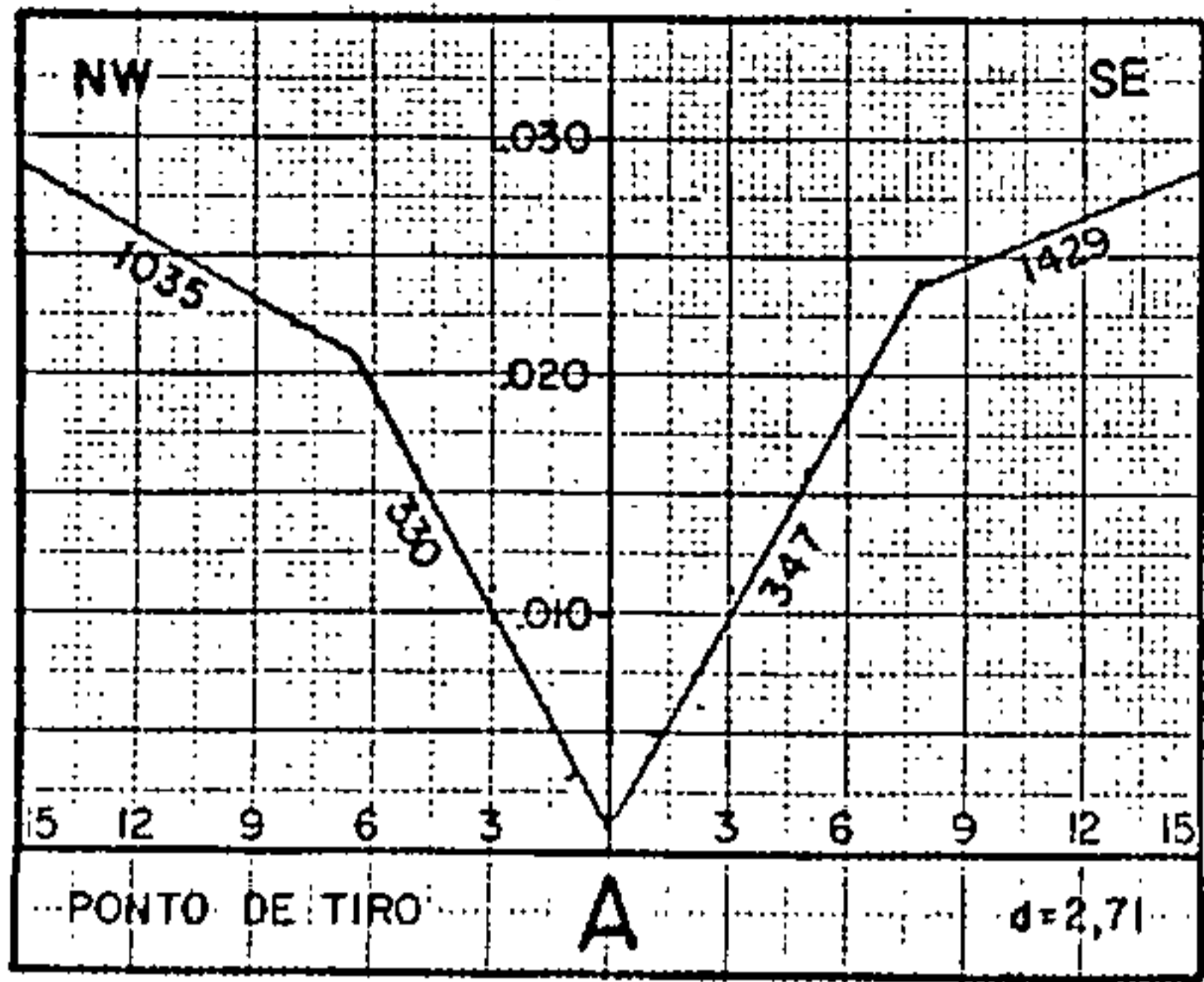


QUADRO Nº 3

DETERMINAÇÃO DAS VELOCIDADES
E ESPESSURAS NA ZONA IMTEMPERIZADA

LINHA 4 800 - IGARAPÉ MARUIM

ABRIL 1973



QUADRO Nº 4

DETERMINAÇÃO DAS VELOCIDADES
E ESPESSURAS NA ZONA IMTEMPERIZADA

LINHA 3 200 - IGARAPÉ MARUIM

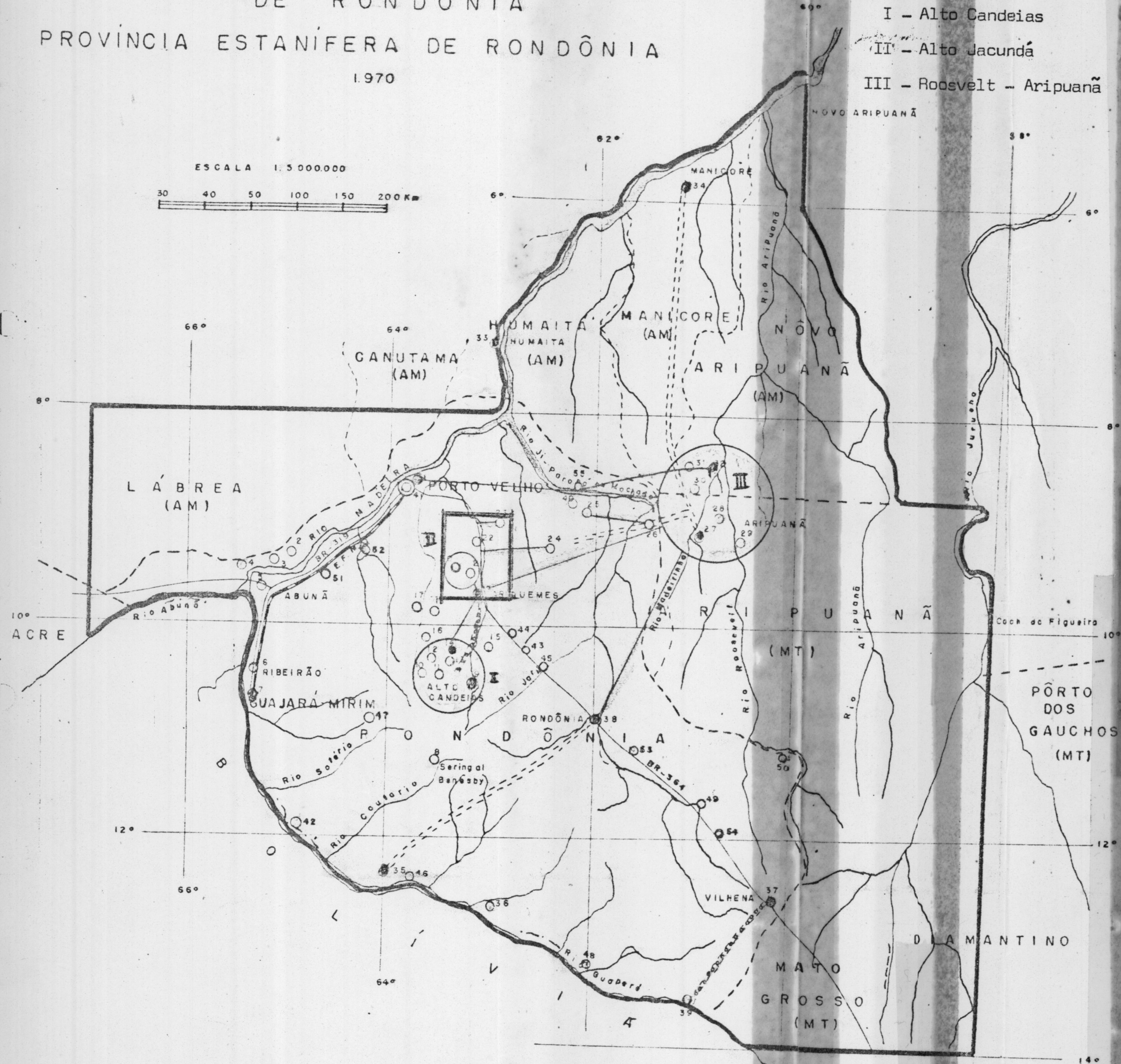
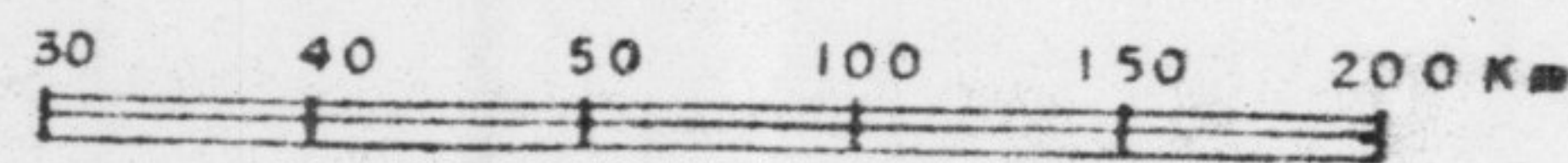
ABRIL 1973

ÁREA DE JURISDIÇÃO DA RESIDÊNCIA ESPECIAL
DE RONDÔNIA
PROVÍNCIA ESTANÍFERA DE RONDÔNIA
1970

LEGENDA

- I - Alto Candeias
- II - Alto Jacundá
- III - Roosevelt - Aripuanã

ESCALA 1:500000



CONVENÇÕES

- Limite Internacional
- - - Limite Interestadual
- Limite da Área
- Campo de Pouso Para DC-3
- Campo de Pouso Para Cesna Monomotor
- == Estrada Projetada
- Estrada BR-364 e 319
- - - Estrada em Construção
- Rota Aérea
- Rota Fluvial
- Estrada de Ferro

CAMPO DE POUSO

- | | | |
|-------------------|------------------|----------------------|
| 1-Porto Velho | 18-São Paulo | 34-Manicoré |
| 2-Macisa | 19-Ariquemes | 35-Forte Príncipe |
| 3-São Lourenço | 20-Bom Jardim | 36-Ilha das Flores |
| 4-Cerimbrás | 21-Novo Oriente | 37-Vilhena |
| 5-Abunã | 22- | 38-Rondônia |
| 6-Ribeirão | 23-Sta Barbara | 39-Sta. Cruz |
| 7-Guajará-Mirim | 24-Lagoa | 42-Surpresa |
| 8-Moisés Benesby | 25-Tabajara | 43-Seringal Setenta |
| 9-Marechal Rondon | 26-FAG-1 | 44-Nova Vida |
| 10-Mamuré | 27-São Francisco | 45-Jarú |
| 11-Sabá | 28-FAG-2 | 46-Costa Marques |
| 12-Estrêlo | 29-Aripuanã | 47-Seringal Lusindo |
| 13-União | 30-Bom Futuro | 48-Pau D' Oleo |
| 14-Campo Novo | 31-Natural | 49-Pimenta Bueno |
| 15-Cañã | 32-Igarapé Preto | 50-Manaçu |
| 16-Porto Franco | 33-Humaitá | 51-Jirau |
| 17-São João | | 52-Jaci Parara |
| | | 53-Presidente Hermes |
| | | 54-Marechal Rondon |

PORTOS FLUVIAIS

- 40-Porto 2 de Novembro
- 41-Porto Cidade de Porto Velho
- 55-Carnaval Setenta