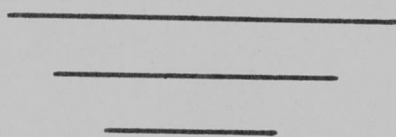


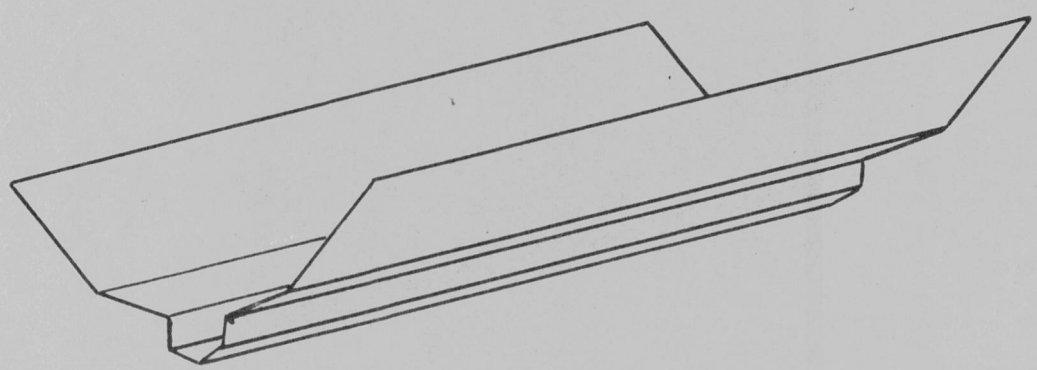
G: 1

TES:

TRABAJO ESPECIAL



LEVANTAMIENTO HIDROGRAFICO
DEL RIO GUAIRE ENTRE EL PUENTE
CHUAO Y AEROPUERTO DE LA CARLOTA
PROYECTO DE CANALIZACION



LEVANTAMIENTO HIDROGRAFICO
DEL RIO GUAIRE ENTRE EL PUENTE
"CHUAO" Y AEROPUERTO DE LA "CARLOTA"
PROYECTO DE CANALIZACION

RUBEN J. RODRIGUEZ V.
ALBERTO SAINT ELLIS R.
ISMAEL GONZALEZ.

TRABAJO ESPECIAL PRESENTADO
ANTE LA ILUSTRE UNIVERSIDAD
CENTRAL DE VENEZUELA PARA
OPTAR AL TITULO DE AGRIMEN-
SOR.

Caracas 7 de Julio de 1958

I N T R O D U C C I O N

DE CONFORMIDAD CON LAS DISPOSICIONES
LEGALES RESPECTIVAS PARA OPTAR AL TI-
TULO DE AGRIMENSOR, SE SOMETE A JUI-
CIO DEL JURADO EXAMINADOR, EL PRESEN-
TE TRABAJO ESPECIAL.

R E C O N O C I M I E N T O

A LOS DOCTORES PEDRO A. ARISMENDI, HECTOR ISAVA,
J. ABDALA Y J. GSCHWENTDNER; AL DEPARTAMENTO DE
AGRIMENSURA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA; AL PERSONAL
DEL MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS: POR LA VALIO-
SA E INAPRECIABLE COLABORACION QUE TUVIERON A
BIEN DISPENSARNOS PARA LA EFECTIVA CONCLUSION
DEL PRESENTE TRABAJO ESPECIAL.

P A R T E I

LEVANTAMIENTOS HIDROGRAFICOS

DEFINICIONES Y CONSIDERACIONES GENERALES

La Hidrografía trata del conocimiento y descripción de las aguas que existen sobre la superficie de la tierra; y se divide en dos partes: Continental y Marítima.

La Hidrografía marítima tiene por finalidad la construcción de planos y cartas marítimas. Los primeros son una representación gráfica de una parte del mar con las tierras adyacentes y los últimos la recopilación de noticias útiles y necesarias al navegante, como son: estudio de las mareas, corrientes y vientos de la costa.- Se desprende desde el primer momento que la Hidrografía, para realizar sus fines necesita de la Geodesia y de la Topografía con cuya aplicación conseguirá levantar los planos, determinando después con su técnica propia, el relieve submarino, estudio de las corrientes etc.

El levantamiento hidrográfico como el topográfico, tiene por base fundamental las triangulaciones. Si en las regiones donde se va a operar existen redes geodésicas, ellas servirán de punto de partida para hacer la necesaria triangulación topográfica. Los procedimientos a emplear para los trabajos de relleno, son exactamente los mismos que emplean en topografía. Hay sin embargo una diferencia esencial: la línea de costa en los ríos y mares, que en topografía es secundaria; aquí es de valor incomparable. En lo concerniente a los ríos el relieve del lecho se consigue mediante sondeos, que consisten en determinar con aparatos especiales, la profundidad y las características del fondo, determinando la situación de los puntos donde esa operación se ejecute, por cualquier procedimiento topográfico.

Con los levantamientos hidrográficos se persigue el mismo fin de los topográficos, o sea el conocimiento general del relieve submarino o pluvial. En ellos consideramos los siguientes puntos:

- 1) Determinación de la profundidad de canales (inclusive desde los

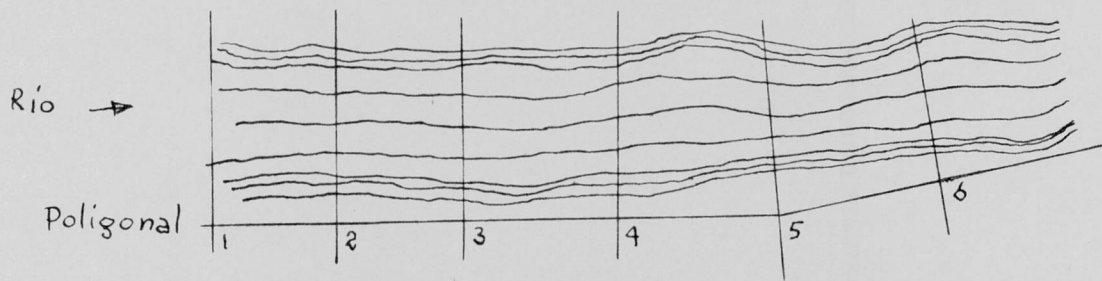
canales naturales: Barra de Maracaibo).

2) Determinación de los volúmenes de dragado, lo cual no se puede hacer sino mediante un levantamiento completo de la zona.

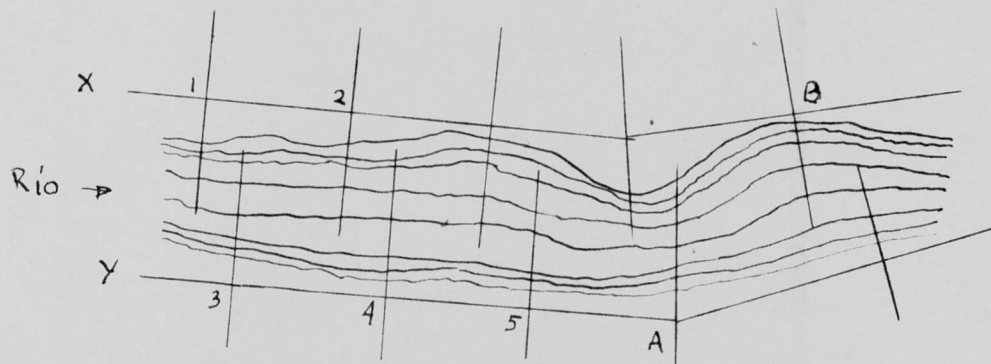
3) Localización de rocas sumergidas, bancos de arena y cualquier otro obstáculo.

4) Determinación de zonas expuestas a la erosión y sedimentación, enemigos número uno de los embalses. En un río hay que llevar su control en función de la sequía, se estudia el aspecto de las posibilidades de producir energía eléctrica mediante sus saltos. La navegación fluvial que se basa en el conocimiento de las partes más profundas, para tener éxito, hay que saber cuanto mide la profundidad en la época de sequía. Un río se juzga por su mínimo caudal y haciendo un estudio de su capacidad se puede saber concretamente si el río es suficiente para abastecer de agua a una determinada ciudad caso del río Tuy que vierte parte de sus aguas en "La Mariposa", la que a su vez cubre las necesidades de la Capital. En los ríos tenemos que ver los embalses, los que tienen por objeto regular el cauce y el caudal de un río, para evitar con ello que en el transcurso del verano se presente la sequía.- En todos los trabajos hidrográficos vamos a tener un control horizontal y otro vertical; el primero tiene tres modalidades, en el se dibuja una planta lo que existe en el terreno; se hace una poligonal abierta o cerrada, y al final viene el llamado replanteo. El control vertical solo refiere a perfiles o secciones transversales. El medio ambiente influencia mucho en el lugar donde vamos a trabajar, y por otra parte la topografía del terreno puede ser difícil, estos dos problemas hacen que modifiquemos el sistema de levantamiento a emplearse en un río.

En un río el levantamiento se hace desde una sola margen; para ello tomamos perfiles transversales mediante el sondeo de vado y a cada veinte metros, por ejemplo:

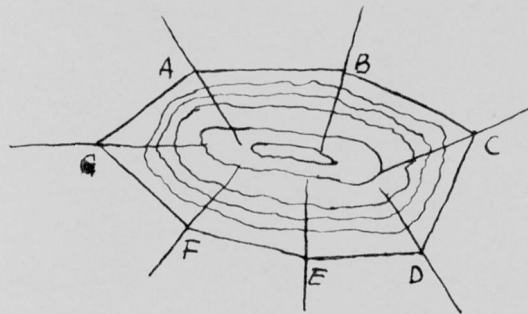


Los números del 1 al 6 indican las secciones transversales tomadas. Si el ancho del río es de 400 metros o más, se hace una doble poligonal, una a cada margen, pero se las enlaza entre si mediante uniones



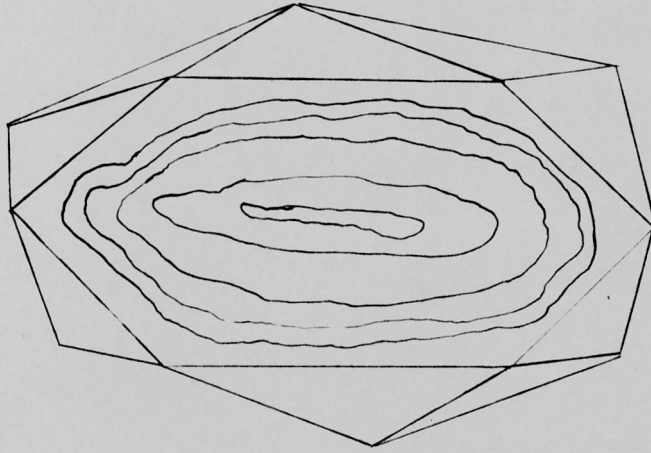
Los números 1, 2, 3, 4 etc. son perfiles transversales. AB es la unión de las poligonales X e Y.

En los lagos el levantamiento se hace de dos modos: si el lago es pequeño se hace una poligonal cerrada.



Y se toman todas las secciones transversales como las muestra la figura. Poligonal ABCDEFG.

Si el lago es muy grande se hace una red de triangulación.



Tenemos una maya de triángulos los cuales determinan una figura de mucha rigidéz.

En el caso masas de agua hay que fijar una serie de detalles topográficos: cultivo, vegetación, faros, boyas de navegación.- Luego hay que establecer un datum, el cual es un plano que se toma como referencia para alturas. Como tal plano se usa el nivel medio del mar. Este plano está ligado a un Bench March.

La importancia de una corriente desde el punto de vista del caudal de agua que la forma, se estima por su régimen hidráulico, o sea por la variación que sufre el gasto de la corriente en relación con el tiempo en un período dado, (generalmente un año).

Gasto es el volumen de agua que pasa por medio de una sección transversal de la corriente en la unidad de tiempo y el cual medimos en litros por segundos, metros cúbicos por segundos o bien galones por segundos etc.

Aforos: Aforar una corriente es determinar en un momento dado el valor de su gasto. A la operación se le llama aforo y a la persona que la practica "aforador".

Términos usuales: Gasto, descarga, rata de flujo, que son iguales ya fueron definidas.

Aguas arriba: Se llama así al curso del río o canal en sentido contrario a su corriente y desde el punto considerado.

Aguas abajo: Viajando en el mismo sentido de la corriente.

Gasto de estiaje: Es el gasto mínimo que alcanza la corriente debido a la estación.

Area de una sección: Es la superficie que ocupa el agua en esa sección, se toma en sentido normal a la corriente.

Carga: Es la altura del nivel de las aguas con relación al punto considerado.

Curva de gastos: Es la línea que muestra gráficamente la variación del gasto con relación al tiempo.

Pendiente: Es la inclinación de la corriente con respecto a un plano horizontal tomado como referencia.

Ríos: Corriente de agua dulce ; las cuales vierte en mares u otros ríos, laguna, océanos etc. Se los clasifica en Jóvenes, Maduros y Viejos; debido a su estructura. De acuerdo a su régimen en Efimeros, Intermitentes y Perennes. En nuestro caso del Río Guaire objeto de nuestro estudio, es un río viejo en su estructura y perenne en su régimen, pues durante todo el año tiene agua en su cause. El Guaire se forma por la unión de los ríos San Pedro y Macarao a la altura de las adjuntas, desembocando en el Tuy, y arrastrando consigo las aguas cloacales de Caracas. Pertenece de hecho a la hoya hidrográfica del Tuy, por lo tanto es uno de sus afluentes. Tiene un extenso valle, es senagoso y de pendiente suave, deslizándose en parte entre masas rocosas y en parte en zonas completamente planas. Es un río de grandes avenidas, estas son periódicas y de características funestas por los estragos que causan, al desbordarse sus aguas, las cuales invaden las Urbanizaciones adyacentes ocasionando de paso cuantiosas pérdidas. El gradiente hidráulico del Guaire es poco pendiente, no presenta escarpados ni rápidos, por lo tanto es más o menos uniforme.

Para nuestro estudio hidrológico del Río Guaire, nosotros hicimos un recorrido en función de reconocimiento del río en el tramo que nos propusimos levantar. En ese reconocimiento observamos los puntos de vital importancia para nuestro estudio, tales como depresiones, partes rocosas del lecho, entradas de agua, meandros del curso, zonas cenagosas, vegetación, orientación por rumbos de sus meandros, tectura geológica de sus rocas y regiones urbanizable que cruzaba. Luego con el tránsito y una cinta tipo invar, medimos una poligonal la cual arrancó paralela a una de sus márgenes, y más luego lo fué cruzando en diferentes y sucesivos tramos, con el fin de lograr las mejores situaciones para el proyecto de canalización. (ver plano adjunto).

Las medidas con cinta se hicieron de ida i vuelta, tomándose en definitiva el promedio de las dos. Los ángulos de la poligonal se midieron con un aparato Wild T-1 y por el método de doble deflexión.

(ver minutas de mediciones longitudinales y angulares)

Se tomaron detalles en abundancia para fijar aspectos característicos y hacer un chequeo de las secciones transversales, las cuales fueron tomadas a distancia de 20 metros, unos de los otros y separadamente de los puntos de detalles (ver minuta respectiva). Para mayor precisión en los perfiles transversales utilizamos el teodolito Wild T-1 y cinta.- El perfil longitudinal del curso del río se obtuvo con la nivelación de vértices de la poligonal y la cual efectuamos con un nivel Wild, alcanzando en la doble nivelación (geométrica) la precisión de 3mm, valor dentro de lo permisible dado por la fórmula: $\text{Precisión} = 5\text{mm} \sqrt{K}$ en donde K es expresado en kilómetros y es justamente el largo de la poligonal.

El perfil longitudinal del río debiera ser tomado directamente y dentro del mismo, pero debido a múltiples inconvenientes que se pueden presentar al respecto, lo tomamos solo acotando sus márgenes y

luego trasladándole al centro del río. El perfil longitudinal así logrado sería por desplazamiento, pero tal perfil no es el centro de nuestro canal (ver plano proyecto de canalización).- Nuestra poligonal la tomamos abierta y la orientamos azimutalmente con una observación solar y coordenadamente con un Pothénot.

Volviendo de nuevo a los aforos diremos para concluir lo siguiente: El procedimiento directo para la determinación del gasto de una corriente, consiste en descargarla en un recipiente impermeable de capacidad suficiente, en el que pueda fácilmente conocerse el volumen del líquido reunido en un tiempo determinado. Dividiendo el volumen obtenido por el número de unidades de tiempo transcurrido se obtendrá el gasto de la corriente.

Este procedimiento es practicable solamente en cursos muy especiales, por lo que en la generalidad de ellos se determina el gasto por medios indirectos, entre los cuales el más común consiste en medir la superficie de una sección transversal de la corriente y la velocidad media del agua; multiplicando ambos elementos se obtiene el gasto. En una corriente en que no cambie la sección del líquido por ejemplo una tubería llena, pasará más agua al aumentar la velocidad de ésta, es decir, mientras mayor distancia recorra en el mismo tiempo; si la velocidad se triplica, la cantidad de agua que pase será tres veces mayor etc. Conociendo el área de la sección del líquido, bastará multiplicarla por la velocidad para obtener la cantidad de agua que esté pasando o sea el gasto de la corriente.

En las corrientes superficiales: ríos, arroyos, canales etc. no sucede lo mismo, sino que casi siempre al variar el gasto de la corriente se modifican simultáneamente la sección y la velocidad, por lo cual se hace necesario medir estos dos elementos para poder determinar el nuevo gasto.

Canal: Son conductos abiertos o cerrados que conducen agua por la acción de la gravedad; los canales pueden tener las secciones siguientes: Trapezoidal, Rectangular, Cilíndricos etc.

Elementos característicos de un canal:

- Q Gasto medido en metros cúbicos por segundos.
- V Velocidad de circulación del agua medida en metros por segundos.
- S Pendiente del canal (en porcentaje o en fracción decimal)
- n coeficiente de rugosidad variable con el material empleado en la construcción del canal.
- R Radio hidráulico que es igual al área del canal dividido por su perímetro mojado.

Perímetro mojado es la parte humedecida por las aguas en el canal.

En la parte cuarta se dará más detalles para el cálculo del canal.

Medición de los lados de la poligonal con cinta.					
Puntos			Ida	Vuelta	Promedio
A	-	1	19,98	19,98	
1	-	2	20,03	20,03	
2	-	3	20,04	20,03	
3	-	4	20,00	20,00	
4	-	5	20,01	20,02	
5	-	B	20,52	20,53	
					120,58
B	-	1	20,00	20,00	
1	-	2	19,98	19,98	
2	-	3	20,16	20,16	
3	-	4	20,05	20,05	
4	-	5	20,04	20,05	
5	-	C	20,00	20,01	
					120,24
C	-	1	20,00	20,52	
1	-	2	20,03	20,08	
2	-	3	19,99	20,00	
3	-	D	6,27	5,68	
					66,29
D	-	1	20,00	20,00	
1	-	2	21,00	21,03	
2	-	E	19,00	18,97	
					60,00
E	-	1	20,08	20,09	
1	-	2	19,96	19,95	
2	-	3	20,03	20,03	
3	-	4	20,00	20,01	
4	-	F	20,00	20,00	
					100,07
F	-	1	20,04	20,03	
1	-	2	20,23	20,22	
2	-	3	20,00	20,01	
3	-	G	10,00	10,01	
					70,27
G	-	1	21,04	21,04	
1	-	2	20,10	20,08	
2	-	3	20,08	20,09	
3	-	4	20,12	20,14	
4	-	5	20,02	20,02	
5	-	6	20,22	20,21	
6	-	H	9,62	9,62	
					131,20
H	-	1	20,00	20,02	
1	-	2	19,80	19,79	
2	-	3	19,92	19,92	
3	-	4	21,10	21,09	
4	-	I	13,18	13,18	

94,00

I	-	1	19,00	19,02	
1	-	2	20,00	20,00	
2	-	3	20,00	19,97	
3	-	4	18,90	18,90	
4	-	J	20,10	20,11	
					98,00
J	-	1	21,50	21,51	
1	-	2	20,10	20,10	
2	-	3	19,80	19,80	
3	-	4	20,00	19,99	
4	-	5	18,60	18,61	
5	-	6	20,50	20,48	
6	-	K	20,15	20,17	
					140,00

Suma de las distancias promedios de los lados de la poligonal.

A-B	120,58
B-C	120,24
C-D	66,29
D-E	60,00
E-F	100,07
F-G	70,27
G-H	131,20
H-I	94,00
I-J	98,00
J-K	140,00
	<u>1000,65</u>

Total: 1.000,65 metros

Angulos de la poligonal medidos por el método de la doble deflexión.				
Estación	Punto	Primera Defle-	Segunda Defle-	Promedio
B	C	0°00'00"		0°12'00"
	A	0°12'00"	0°24'00"	
C	D	0°26'00"		30°42'00"
	B	30°55'00"	61°50'00"	
D	E	0°00'00"		76°56'15"
	C	76°56'00"	153°52'30"	
E	F	61°26'00"		41°09'45"
	D	102°30'00"	143°45'30"	
F	G	143°48'00"		18°34'30"
	E	162°16'00"	180°47'00"	
G	H	0°00'00"		29°26'49"
	F	29°26'48"	58°53'38"	
H	I	134°27'00"		16°05'30"
	G	150°33'00"	166°38'00"	
I	J	331°05'00"		18°52'30"
	H	312°12'00"	293°20'00"	
J	K	0°00'00"		14°14'57"
	I	14°15'00"	28°29'54"	

Angulos de Deflexión

A-B-C	0°12'00"
B-C-D	30°42'00"
C-D-E	76°56'15"
D-E-F	41°09'45"
E-F-G	18°34'30"
F-G-H	29°26'49"
G-H-I	16°05'30"
H-I-J	18°52'30"
I-J-K	14°14'57"

Nivelación de la poligonal, ligandola a un punto de cota conocida				
I D A				
Punto	Lec-(+) -Atras	Altura Ojo	Lec-(-) -Adelan-	Cota
X	0,541	837,861		837,320
A	1,043	837,763	1,141	836,720
B	1,010	837,338	1,435	836,328
C	1,300	837,028	1,610	835,728
D	2,558	837,239	2,345	834,683
E	1,415	837,284	1,370	835,869
F	1,050	836,484	1,850	835,434
G	3,845	835,049	5,280	831,204
H	0,945	833,894	2,100	832,949
I	0,860	833,914	0,840	833,054
J	0,035	832,466	1,483	822,431
K			3,865	828,601
V U E L T A				
K	3,942	832,543		828,601
J	1,380	833,811	0,112	832,431
I	0,954	834,008	0,757	833,054
H	2,190	835,139	1,059	832,949
G	4,392	835,596	3,935	831,204
F	1,640	837,074	0,162	835,434
E	1,400	837,269	1,205	835,869
D	2,452	837,135	2,586	834,683
C	1,735	837,463	1,407	835,728
B	1,482	837,810	1,135	836,328
A			1,087	836,723

Cotas de los puntos

A	836,720
B	836,328
C	835,728
D	834,683
E	835,869
F	835,434
G	831,204
H	832,949
I	833,054
J	832,431
K	828,601

Cota de B = Cota de A + lectura atrás en A - Lectura adelante en B
 Lecturas: Δ TRÁS(+); Δ DELANTE(-).

Detalles de la poligonal y nivelación trigonométrica.						
Est-Pto	Dist.	Ang-Horizon	Ang-Vertical	D-Red.	Z	COTA
A - B		0°00'00"				836,720
1	40	2°08'00"	88°53'00"	40	0,78	837,500
2	40	6°18'12"	88°51'00"	40	0,80	837,520
3	40	8°42'54"	90°19'00"	40	-0,22	836,500
4	40	11°07'12"	90°25'00"	40	-0,29	836,430
5	40	13°20'54"	90°28'48"	40	-0,32	836,400
6	38,5	16°06'42"	90°31'00"	38,5	-0,334	836,376
7	40,06	29°05'54"	90°30'00"	40,06	-0,356	836,364
8	36,3	146°51'00"	90°02'00"	36,3	-0,031	836,689
9	34,7	162°01'00"	90°00'00"	34,7		836,720
10	34,3	164°17'48"	89°55'00"	34,3	0,05	836,770
11	34	166°41'42"	89°53'00"	34	0,07	836,790
12	38,7	170°53'00"	89°47'36"	38,7	0,142	836,862
13	39	173°26'48"	88°13'54"	39	1,21	837,930
14	39	177°35'00"	88°19'00"	39	1,15	837,870
15	39	179°32'12"	89°34'00"	39	0,30	837,020
16	38,8	181°28'18"	89°39'00"	38,8	0,235	836,955
17	40	192°35'12"	96°49'00"	39,43	-4,71	832,010
18	40	214°51'00"	96°59'00"	39,4	-4,84	831,880
19	42,4	239°02'42"	88°44'06"	42,4	0,938	837,658
20	39,7	288°26'06"	88°08'00"	39,7	1,27	837,990
21	32,9	309°27'12"	98°28'00"	32,2	-4,66	832,060
22	58	333°24'00"	94°50'54"	57,6	-4,89	831,830
23	70	328°21'00"	89°17'30"	70	0,86	837,580
24	46,5	348°57'00"	96°05'18"	46	-4,85	831,870
25	45	358°06'00"	90°22'24"	45	-0,28	836,440
B - C		0°00'00"				836,328
1	44	216°52'54"	96°22'00"	43,5	-4,85	831,478
2	52,9	231°17'36"	88°46'00"	52,9	1,10	837,428
3	47,8	291°39'30"	89°11'12"	47,8	0,67	836,998
4	33	316°36'00"	99°10'18"	32,2	-5,19	831,138
5	70	341°25'42"	94°32'00"	69,6	-5,50	830,828
6	82	333°24'00"	91°06'00"	82	-1,57	834,758
7	44,2	191°25'42"	95°59'00"	43,5	-4,57	831,758
8	54	349°40'12"	95°45'48"	53,5	-5,38	830,948
9	50	358°01'48"	90°27'24"	50	-0,39	835,938
10	50,1	0°06'48"	90°18'00"	50,1	-0,26	836,068
11	50	1°43'00"	89°22'12"	50	0,55	836,878
12	50	5°02'00"	89°22'12"	50	0,55	836,878
13	50	7°05'00"	90°33'12"	50	-0,48	835,848
14	50,5	14°47'42"	90°38'00"	50,5	-0,55	835,778
15	26,2	143°08'42"	90°19'12"	26,2	-0,15	836,178
16	43	151°02'00"	90°23'00"	43	-0,29	836,038
17	28	158°10'06"	90°16'00"	28	-0,13	836,198
18	27,6	160°56'00"	90°08'00"	27,6	-0,07	836,258
19	27	163°58'00"	90°07'00"	27	-0,06	836,268
20	43,5	172°19'12"	90°05'00"	43,5	-0,07	836,258
21	42,3	174°29'00"	88°46'30"	42,3	0,91	837,238
22	42	178°25'36"	88°42'54"	42	0,95	837,278
23	42	180°28'00"	89°59'00"	42	0,01	836,338
24	42,1	182°29'54"	90°05'00"	42,1	-0,06	836,268

C - D		0°00'00"				835,728
1	50	254°23'18"	92°40'12"	49,9	-2,32	833,408
2	48	267°10'30"	91°15'00"	48	-1,05	834,678
3	31,1	255°55'36"	98°42'00"	30,3	-4,64	831,088
4	39,2	290°14'00"	91°29'00"	39,2	-1,01	834,718
5	42	312°36'18"	90°03'00"	42	-0,04	835,688
6	48,7	334°55'00"	90°01'00"	48,7	-0,01	835,718
7	32,8	348°39'00"	98°27'06"	32,3	-4,65	831,078
8	57	347°16'36"	90°22'00"	57	-0,36	835,368
9	68,5	357°03'00"	89°59'48"	68,5	0,04	835,768
10	61	10°45'36"	94°33'42"	60,6	-4,82	830,908
11	32,2	19°45'00"	98°13'18"	31,3	-4,53	831,198
12	49,5	25°12'00"	95°41'36"	48,5	-4,82	830,908
13	47,6	33°46'00"	90°09'54"	47,6	-0,13	835,598
14	50,3	45°42'06"	89°53'36"	50,3	0,12	835,848
15	33,5	68°03'00"	90°16'36"	33,5	-0,17	835,558
16	23	161°58'00"	89°32'00"	23	0,19	835,918
17	53,5	195°53'00"	89°45'00"	53,5	0,24	835,968
18	37,1	200°59'00"	90°02'00"	37,1	-0,02	835,708
19	37,8	203°51'00"	88°27'00"	37,8	1,03	836,758
20	36,7	208°36'12"	88°24'12"	36,7	1,03	836,758
21	36	210°47'12"	89°30'00"	36	0,31	836,038
22	37	213°23'30"	90°	37		835,728
23	38	229°28'00"	96°54'18"	37,4	-4,53	831,198
E - F		0°00'00"				835,869
1	60,2	359°50'00"	89°55'00"	60,2	0,07	835,939
2	60,8	5°43'00"	90°09'00"	60,8	-0,16	835,709
3	44	20°29'54"	89°53'00"	44	0,09	835,959
4	26	37°35'18"	89°58'30"	26	0,01	835,879
5	22,8	134°42'12"	90°12'00"	22,8	-0,08	835,789
6	28	165°34'42"	89°37'12"	28	0,19	836,059
7	31,6	146°08'00"	90°22'00"	31,6	-0,21	835,659
8	24,3	185°38'00"	89°34'00"	24,3	0,18	836,049
9	20,3	212°40'54"	104°56'30"	18,7	-4,98	830,889
10	22	323°06'00"	105°25'00"	20,4	-5,64	830,229
11	37,9	348°53'30"	96°52'18"	37,5	-4,51	831,359
12	36,5	229°44'30"	98°08'00"	36,3	-5,18	830,689
13	41,6	248°06'00"	91°09'00"	41,6	-0,83	835,039
14	41	273°42'00"	89°14'00"	41	0,55	836,419
15	26,5	260°20'00"	101°56'00"	25,3	-5,37	830,499
16	31,3	310°41'00"	100°28'18"	30,3	-5,54	830,329
17	42,5	305°35'36"	91°07'00"	42,5	-0,82	835,049
18	59	322°51'00"	91°27'00"	59	-1,49	834,379
19	46,1	331°50'00"	97°14'48"	45,3	-5,74	830,129
20	60	340°02'18"	95°37'30"	59,4	-5,84	830,029
F - G		0°00'00"				835,434
1	60	9°14'24"	95°17'18"	59,5	-5,50	829,934
2	62,5	11°02'18"	94°05'00"	62	-4,40	831,034
3	63,0	16°52'00"	90°18'36"	63	-0,33	835,104
4	48,4	24°55'00"	90°10'00"	48,4	-0,15	835,284
5	50	35°25'30"	89°58'00"	50	0,03	835,464
6	24	56°52'00"	89°34'00"	24	0,18	835,614
7	23,6	75°54'24"	89°23'00"	23,6	0,26	835,684
8	15	105°08'48"	88°54'12"	15	0,29	835,724
9	33,5	171°17'00"	89°16'54"	33,5	0,43	835,864
10	24	184°01'00"	89°28'00"	24	0,22	835,654
11	26	198°53'12"	88°44'48"	26	0,56	835,994

12	27,8	214°27'00"	98°45'00"	26,8	-4,21	831,224
13	36,7	220°32'00"	100°37'00"	29,7	-5,62	829,814
14	34,4	238°09'00"	99°15'00"	33,4	-5,47	829,964
15	40	249°32'00"	91°53'00"	40	-1,33	834,104
16	33,1	300°52'00"	93°45'18"	32,9	-2,15	833,284
17	24	316°31'00"	103°36'24"	22,7	-5,49	829,944
18	56	345°48'12"	93°42'00"	55,8	-3,61	831,824
19	53,4	355°06'36"	96°02'00"	52,4	-5,54	829,894
H - I		0°00'00"				832,949
1	85	199°55'00"	92°39'00"	84,9	-3,93	829,019
2	75,6	206°19'30"	91°53'00"	75,6	-2,47	830,479
3	43	215°56'00"	95°18'00"	42,6	-3,95	828,999
4	44,2	230°19'00"	93°17'00"	43,9	-2,52	830,359
5	30	308°17'00"	98°22'24"	28,4	-4,18	828,769
6	42	317°09'12"	93°27'48"	41,9	-2,52	830,429
7	66	338°00'00"	94°07'12"	65,7	-4,73	828,219
8	39	343°06'00"	96°48'00"	38,5	-4,59	828,359
9	20,1	343°35'00"	101°09'00"	19,3	-3,79	829,159
10	20,2	1°25'00"	90°20'00"	20,2	-0,13	832,819
11	39,5	0°12'00"	91°23'00"	39,5	-0,94	832,009
12	27,9	51°44'18"	90°59'00"	27,9	-0,49	832,459
13	47	181°40'00"	88°51'00"	47	0,94	833,889
14	46,7	185°27'48"	89°22'00"	46,7	0,52	833,469
15	48	195°35'00"	94°58'00"	47,6	-4,17	828,779
16	69,8	192°58'48"	93°16'54"	69,5	-3,94	829,009
I - J		0°00'00"				833,054
1	15	204°24'00"	101°28'00"	14,4	-2,92	830,134
2	10	282°06'00"	105°50'00"	9,2	-2,63	830,424
3	30	202°23'00"	98°10'00"	29,2	-5,61	827,444
4	35	235°48'00"	101°55'00"	33,5	-7,06	825,994
5	28,6	290°59'00"	100°10'00"	27,6	-4,86	828,194
6	32,5	306°29'12"	98°40'12"	31,5	-5,65	827,404
7	32	337°46'00"	96°05'00"	30,5	-4,44	828,614
8	50	346°24'00"	90°36'00"	50	-0,52	834,534
9	35,5	27°47'12"	91°33'18"	35,5	-0,95	832,104
10	35,9	124°25'06"	92°06'00"	35,9	-1,32	831,714
11	47,9	152°24'48"	92°12'00"	47,8	-1,84	831,214
12	44	165°59'18"	90°35'00"	44	-0,46	832,594
13	35	212°30'00"	90°40'00"	35	-0,41	832,644
14	29	251°02'00"	94°06'00"	28,9	-2,07	830,984
15	42	296°10'00"	92°07'48"	41,9	-1,55	831,504
J - K		0°00'00"				832,431
1	79	15°47'00"	93°34'00"	78,7	-4,88	827,551
2	77,1	18°07'48"	93°34'00"	76,9	-2,55	829,881
3	50	23°15'00"	95°09'00"	49,6	-4,47	827,961
4	44,7	18°27'00"	90°26'00"	44,7	-0,37	832,061
5	24,5	12°30'12"	100°37'18"	23,5	-4,84	827,591
6	22	28°43'48"	90°55'00"	22	-0,35	832,081
7	17	179°48'18"	91°35'00"	17	-0,47	831,961
8	24,4	222°06'00"	91°57'00"	24,4	-0,82	831,611
9	42,4	212°32'12"	89°54'00"	42,4	0,07	832,501
10	30	255°06'00"	99°15'00"	29,3	-4,76	827,767
11	27	269°24'00"	99°15'00"	26,8	-2,51	829,921
12	25	297°03'00"	103°36'48"	23,6	-5,71	826,721
13	28	320°57'00"	95°30'00"	27,8	-2,67	829,761
14	28,4	335°31'00"	99°43'48"	27,2	-4,65	827,781
15	28,4	329°38'30"	94°30'00"	28,2	-2,19	830,241
16	44	354°47'00"	96°01'00"	43,5	-4,57	827,861

P A R T E I I

DETERMINACION DEL AZIMUT DE LA RECTA AB
POR OBSERVACION SOLAR

Principios Generales: Una de las determinaciones astronómicas mas importantes para el Ingeniero Civil y el Agrimensor la constituye la determinación del azimut de una línea.

El azimut de una línea puede ser definido como el ángulo horizontal formado por la línea y la dirección de la Norte-Sur astronómica verdadera, medido a partir del norte, en el sentido de las agujas del reloj, ya que ese es el sentido en el cual crecen las graduaciones del limbo horizontal.

Si el azimut de una línea es conocido, la dirección del meridiano del observador puede ser fijada sobre la superficie de la tierra con solo marcar en el limbo horizontal del instrumento, previamente orientado hacia la señal; el ángulo azimutal, y girando el aparato en el sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj hasta que la lectura nos marque cero grado, cero minutos, cero segundos.-

El azimut en astronomía se toma a partir del norte; pero en Geodesia su origen es el Sur; de modo que para el segundo caso o sea tomando el Sur como origen basta añadir 180° . El sitio en el cual instalamos el aparato se denomina estación; el otro extremo de la línea se llama señal.- La línea que nos determina la estación y la señal puede ser los extremos de un lado de una triangulación o una poligonal. Puede también tomarse una línea auxiliar con otro origen y otra señal y cuyo ángulo con los lados de la red trigonométrica se haya determinado o se vaya a determinar, luego la señal debe establecerse lejos de la estación, con el doble fin de precisar mejor la dirección y de no tener que variar el enfoque del anteojo cuando pasamos de la visual a la señal a la visual al astro celeste.

Para trabajos de día puede servir una señal geodésica cualquiera y para trabajos nocturnos una luz, por ejemplo, colocada dentro de

una caja a la cual se le abre un orificio circular; este artefacto da una señal muy aceptable; también da buenos resultados una simple linterna de mano, colocada en una posición conveniente.

Métodos para el cálculo de los azimutes: Para la determinación del azimut se pueden utilizar varios métodos; entre ellos citaremos los siguientes:

- a) Método de Alturas iguales de una misma estrella.
- b) Método de Alturas Absolutas.
- c) Método de alturas iguales de dos estrellas.

El método "a" es sumamente sencillo y permite encontrar la lectura del círculo horizontal cuando el anteojo está dirigido según el plano meridiano, es decir, observamos una misma estrella, en el momento en que alcanza igual altura a ambos lados del meridiano del observador. Promediando ambas lecturas se tiene la lectura meridiana del círculo. En realidad así logramos dos triángulos astronómicos simétricos puesto que son iguales las distancias zenitales; común la latitud e iguales las declinaciones.- No es recomendable tal método pues presenta muchos inconvenientes; uno de ellos es que no permite la inversión del anteojo, por lo tanto no se eliminan los errores instrumentales; por otra parte la observación no puede practicarse cerca del meridiano, puesto que allí es máximo el movimiento azimutal de los astros y mínimo el movimiento ascensional. Sabemos que los astros deben observarse a cierta distancia del meridiano y con ángulos horarios que no sean pequeños.

El método "b" es muy exacto y consiste esencialmente en medir la distancia zenital de un astro conocido, cuya declinación venga dada en los anuarios astronómicos; conoceremos los tres lados del triángulo esférico; lo que nos permite calcular el azimut, aplicando directamente el ~~juicio~~ principio de que el coseno de un lado es igual al producto de

los cosenos de los otros dos lados más el producto de los senos de esos mismos lados por el coseno del ángulo comprendido.

El coseno del ángulo comprendido es justamente el azimut que nos proponemos calcular y para ello aplicamos la fórmula:

$$\text{Sen } \frac{1}{2}A = \sqrt{\frac{\cos a \text{ Sen } b}{\cos \varphi \text{ Sen } z}}$$

la cual es derivada del principio enunciado y fácilmente calculable por logaritmos. En dicha fórmula:

$$a = \frac{z + \varphi + \delta}{2} \qquad b = \frac{z + \varphi - \delta}{2}$$

A = azimut

φ = latitud del lugar

δ = declinación del astro para el día de la observación.

Z = distancia zenital.

Este método es muy efectivo en latitudes bajas de 0° a 12°.- Aquí las distancias zenitales son mayores de 30°, 45° y 60°. Los azimutes son grandes (cerca del primer vertical y Ecuador). Este método rinde muy buenos resultados en Venezuela.

El método "c" es superior al anterior y en él se suprime la medida de las distancias zenitales, es muy práctico, y para él se usan los mismos pares de estrellas que sirven para la determinación de la hora.

La práctica de la operación es la siguiente: Instalado y nivelado el instrumento y conociendo aproximadamente la dirección del meridiano, se fija el azimut y la distancia de la estrella al este. Cuando esta aparece en el campo se la lleva al hilo vertical y con el tornillo de aproximación horizontal, se cuida de que se mantenga en él hasta que cruza el hilo horizontal del centro; se lee entonces el nivel y

el ángulo horizontal (ambos micrometros). Es necesario también tomar la hora en ese momento. Se dirige luego hacia la estrella occidental y se repite la misma operación. En lugar de leer horas en un cronómetro puede medirse el intervalo que media entre ambas observaciones con un contador de segundos.

Con los datos así acumulados se puede obtener la lectura meridiana del instrumento o sea la indicación del círculo horizontal cuando el anteojo esté dirigido en el plano meridiano. En este método se hacen las correcciones por colimación y por inclinación del eje. La fórmula que permite hallar el azimut es la siguiente:

$$dA = \left(\cotg Z \cotg A - \frac{\text{tg} \varphi}{\text{Sen} A} \right) dz \quad \gamma \quad dz = \pm (d-i)k$$

siendo:

Az = azimut.

φ = latitud del lugar.

Z = distancia zenital.

El azimut también puede calcularse por máxima elongación de la estrella Polar.

Técnica de la Observación:

- 1) Instalamos el aparato en la estación elejida y se le nivela correctamente.
- 2) Una vez que el aparato está en la estación se hace una puntería en posición directa a la señal. Aquí tomamos el origen leyendo el ángulo horizontal del instrumento. El origen puede ser cero, cero o un ángulo cualquiera, puesto que así eliminamos el posible error de graduación del limbo.
- 3) Luego se dirige la visual al astro, de modo que cuando el astro

pase por el cruce de los hilos de la retícula, se da un "top" precedido de atención. Leemos ángulo horizontal, ángulo vertical, nivel y hora, leyendo esta en sentido contrario, es decir: primero segundos luego minutos y después horas.

$$Z' = \frac{360^\circ + D - I}{2} + \frac{d - i}{2} K$$

Z' = distancia zenital.

D = lectura en posición directa.

I = lectura en posición inversa.

d = lectura promedio de los extremos del nivel en posición directa.

i = lectura promedio de los extremos de la burbuja del nivel en posición inversa.

K = la sensibilidad del nivel.

$$Z = Z' + r - p$$

$$r = 60'' . 6 \operatorname{tg} Z'$$

$$p = 8'' . 8 \operatorname{sen} Z'$$

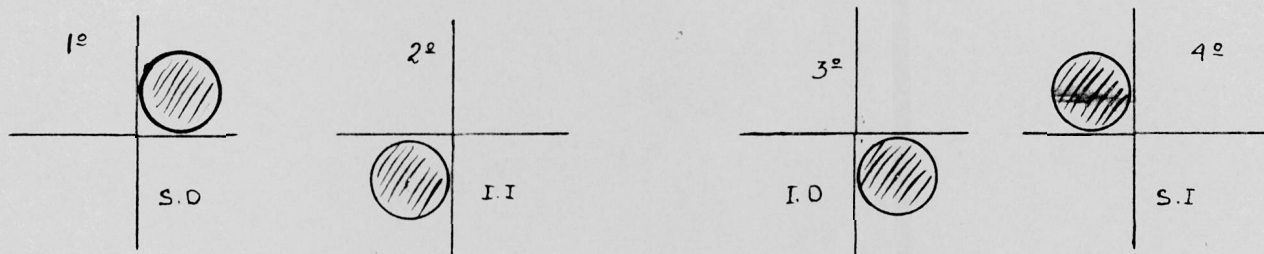
4) Repetimos la operación anterior, pero invirtiendo la posición del lente.

Si la observación es con el sol, se coloca un filtro al ocular del telescopio, esto para evitar accidentes en la vista del operador.

5) Si trabajamos con el sol, no es fácil apreciar el centro del disco, pero entonces establecemos las llamadas tangencias de los bordes tanto con el hilo vertical así como con el horizontal. Recuerdese que los bordes tangentes son el inferior en la mañana y el superior en la tarde.

6) En el momento preciso en que se logran las dos tangencias se dice "top" precedido de atención y se hacen las lecturas indicadas en el punto tres.

He aquí el esquema de una observación solar:



Después señal directa y el ciclo queda cerrado.

La minuta de campo reúne: ángulo horizontal, ángulo vertical y hora. Para la orientación de nuestra poligonal hizimos una determinación de azimut por el método de alturas absolutas del sol; cumpliendo paso por paso todas las recomendaciones de la técnica expuesta anteriormente. Utilizamos un Wild T-2, se hizo dos veces la observación y una vez computadas las dos elegimos la mejor de ellas, la cual muestra la minuta adjunta.

La precisión alcanzada fué de más o menos 1' ^{segundo} minuto.

Nuestra estación fué el vértice B y la señal el punto A; el sol en ese momento de la observación estaba a la derecha de la señal, por lo tanto el azimut del sol (ya calculado), le restamos el ángulo horizontal promedio o sea el ángulo entre la señal y el sol.

El azimut fué de $292^{\circ}59'04''$ y el rumbo de $N 67^{\circ}00'56'' O$.

He aquí la minuta de campo y los cálculos respectivos, los cuales están dados con siete cifras de aproximación decimal y las correcciones necesarias.

Estsc.	Señal	P	C	Ang. Horizont.	Ang. Vertical	HORA
B	A		D	0°00'00"		
			D	0°00'10"		
	Sol	+	D	2°51'42"	52°38'27"	4h 36m 15s
	Sol	+	I	182°08'41"	305°59'12"	4h 38m 35s
	Sol	+	I	182°56'40"	305°59'45"	4h 40m 05s
	Sol	+	D	2°04'36"	54°11'59"	4h 42m 20s

Fecha de Observación: 17 de Junio de 1958

Temperatura: 26°C

Altura del punto B: 836,328 mts.

CALCULO

Angulo Horizontal:

$$\text{Promedio} \quad \begin{array}{r} 2^{\circ}51'42'' \\ 2^{\circ}08'41'' \\ \hline 2^{\circ}30'11'' \end{array} \quad \begin{array}{r} 2^{\circ}56'40'' \\ 2^{\circ}04'36'' \\ \hline 2^{\circ}30'38'' \end{array}$$

$$\text{Promedio} \quad \begin{array}{r} 2^{\circ}30'11'' \\ 2^{\circ}30'38'' \\ \hline 2^{\circ}30'24'' \end{array}$$

Angulo Horizontal definitivo: 2°30'24"

Angulo Vertical:

$$Z' = \frac{360^{\circ} + D - I}{2}$$

$$Z' = \frac{360^{\circ} + 52^{\circ}38'27'' - 305^{\circ}59'12''}{2} = 53^{\circ}19'37''$$

$$Z' = \frac{360^{\circ} + 54^{\circ}11'59'' - 305^{\circ}59'45''}{2} = 54^{\circ}16'07''$$

53°19'37"
 54°16'07"
 Promedio 53°47'52"

Angulo Vertical promedio 53°47'52"

Correcciones:

Por temperatura 26°C = 78F 0,95
 Por altura 836,328 m = 2743,15 ft 0,91
 Por paralaje 0'08
 Por refracción 0'768

Refracción: 0'768 x 0,91 x 0,95 = 0'664 x 60 = 40"

Rafracción = 40"

Paralaje: 0'08 x 60 = 5"

Paralaje = 5"

53°47'52"
 40"
 53°48'32"
 5"
 53°48'27"

Angulo Vertical definitivo $\angle = 53°48'27"$

Declinación:

4h 36m 15s
 4h 38m 35s
 4h 40m 05s
 4h 42m 20s
 Promedio 4h 39m 18s

4h 39m 18s
 12h
 16h 39m 18s
 4h 30m
 21h 09m 18s

21h 09m 18s = 21h,155

Para una hora la variación de la declinación es de 0,08

21h,155 x 0,08 = 1'6924

Que se suma a la declinación a 0h

23° 21'5
 1'6924
 23° 23'1924

Declinación definitiva 23°23'11"

Datos para el cálculo: aplicando la fórmula del Ministerio de Obras Públicas.

$$\cotg \frac{\Delta z}{2} = \sqrt{\frac{\text{sen}(s-\varphi) \text{sen}(s-h)}{\cos s \cos(s-p)}}$$

$$\varphi = 10^{\circ}29'54''$$

$$\delta = 23^{\circ}23'11''$$

$$Z = 53^{\circ}48'27''$$

$$90^{\circ} - \varphi = \text{Colatitud}$$

$$90^{\circ} - h = \text{Coaltura} = Z$$

$$90^{\circ} - \delta = \text{Codeclinación (distancia polar } p)$$

$$s = \frac{\varphi + h + p}{2}$$

$$\begin{array}{r} 89^{\circ}59'60'' \\ 23^{\circ}23'11'' \\ \hline 66^{\circ}36'49'' \end{array}$$

$$p = \underline{66^{\circ}36'49''}$$

Cálculo según fórmula de S:

$$\begin{array}{r} 10^{\circ}29'54'' \\ 53^{\circ}48'27'' \\ 66^{\circ}36'49'' \\ \hline 130^{\circ}55'10'' \div 2 = 65^{\circ}27'35'' \end{array}$$

$$s = \underline{65^{\circ}27'35''}$$

$$s - \varphi = 65^{\circ}27'35'' - 10^{\circ}29'54'' = 54^{\circ}57'41''$$

$$s - h = 65^{\circ}27'35'' - 53^{\circ}48'27'' = 11^{\circ}39'08''$$

$$s - p = 65^{\circ}27'35'' - 66^{\circ}36'49'' = 1^{\circ}09'14''$$

$$s - \varphi = 54^{\circ}57'41''$$

$$s - h = 11^{\circ}39'08''$$

$$s - p = 1^{\circ}09'14''$$

log sen (S - φ) = log sen	54°57'41"	=	1,9131595
log sen (S - h) = log sen	11°39'08"	=	1,3052883
colg cos S = colog cos	65°27'35"	=	0,3816038
colg cos (S - p) = colg cos	1°09'14"	=	0,0000881
			<u>1,6001397</u>

$$1,6001397 \div 2 = 1,8000699$$

$$\log \cotg \frac{\Delta z}{2} = 1,8000699$$

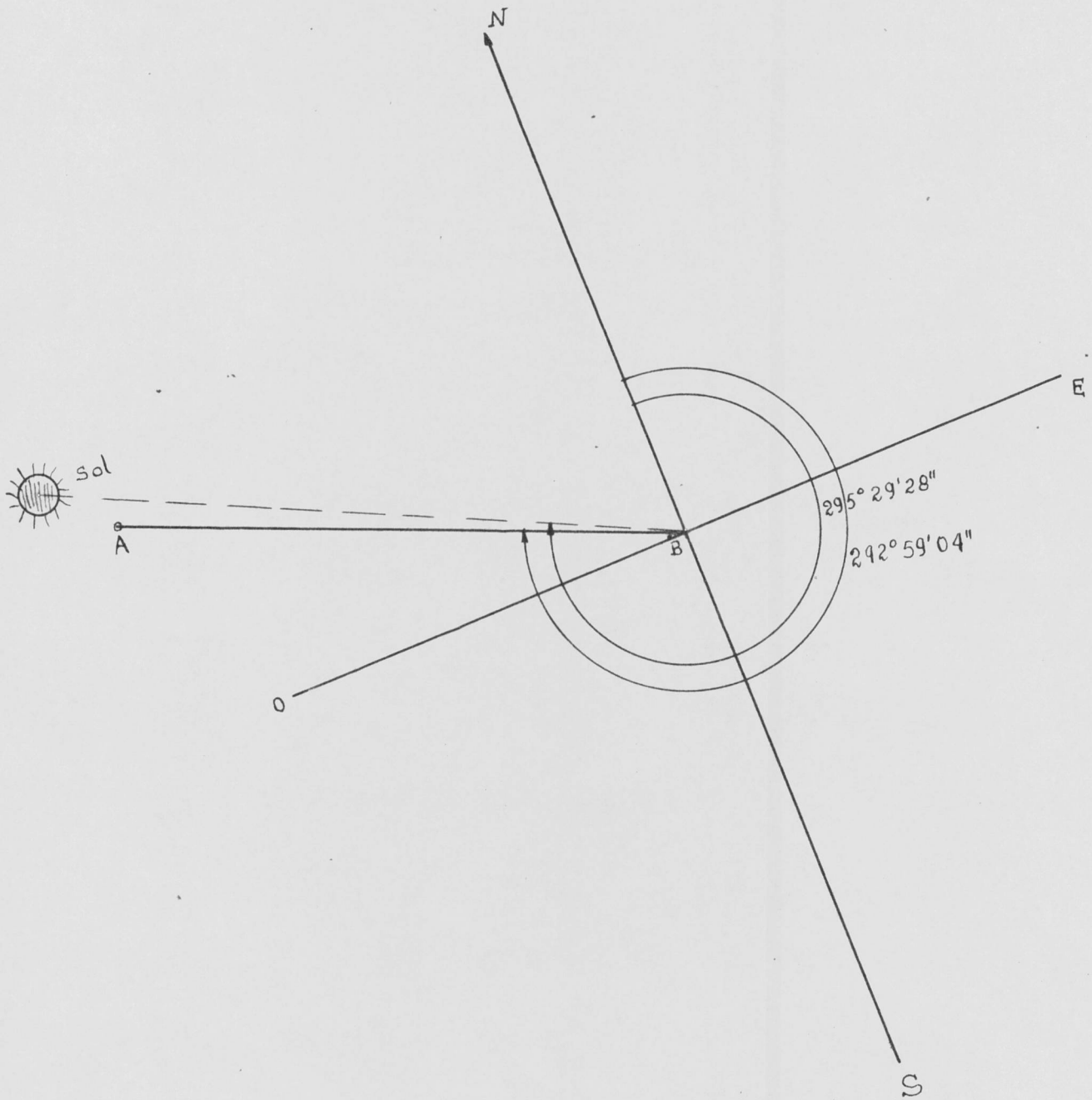
$$\frac{Az}{2} = 57^{\circ}44'44''$$

$$Az = 115^{\circ}29'28''$$

$$Az = 115^{\circ}29'28'' + 180^{\circ} = 295^{\circ}29'28''$$

$$Az \ BA = 295^{\circ}29'28'' - 2^{\circ}30'24'' = 292^{\circ}59'04''$$

$$\underline{Az \ BA = 292^{\circ}59'04''}$$



P A R T E I I I

DETERMINACION DE LAS COORDENADAS DEL PUNTO B
MEDIANTE LA APLICACION DE POTHENOT

Métodos Topográficos para la Resolución del Problema: Son muchos los métodos empleados en Topografía para la resolución de sus problemas, pero únicamente mencionaremos los de mayor uso, aún cuando lo hagamos de manera muy somera. Por tanto, citaremos solamente los métodos de alineaciones, abscisas y ordenadas, itinerario o rodeo, radiación y de intersección. De todos estos métodos destacaremos muy especialmente el de las intersecciones por cuanto está coligado directamente con el problema que nos proponemos resolver. Para la ejecución de éste método se empieza por establecer en las cercanías de los puntos que se quieren determinar una base o alineación fundamental PQ, cuya longitud se mide, y haciendo estación en cada uno de los extremos de dicha base se hallan los ángulos que forman la misma sucesivamente, con las direcciones PA, PB, PC,..... QA, QB..., de todos y cada uno de los puntos que hay que llevar al plano. De esta manera cualquier punto tal como el A, está referido a la base PQ, por medio de los ángulos APQ y AQP, del triángulo que determina con dicha base, es decir, por sus coordenadas bipolares. El transporte al plano del punto en cuestión se efectúa trazando primeramente una línea, pq, de longitud igual a la base PQ, reducida en la escala del plano, y construyendo después sobre dicha base los triángulos cuyos vértices opuestos son los puntos cuya determinación se realiza.

El método está fundamentado en que un triángulo está definido cuando se conoce un lado y dos ángulos, y si los dos ángulos dados son los adyacentes al lado conocido, la intersección es directa y, en caso contrario indirecta o inversa. (El gráfico uno ilustra la explicación anterior, en donde la base medida es PQ y los puntos a determinarse son los A, B, C etc.)

Hemos traído a colación la exposición anterior por considerarla ligada matemáticamente con el problema que de seguidas nos proponemos resolver, o sea, con el célebre Problema de los Tres Puntos, tam-

bién llamado Pothénot. Nuestra solución será teórico-gráfica, por una parte y numérica por otra.

En muchas ocasiones conviene fijar la posición de un punto con bastante exactitud, y como no nos interesa por cualquier motivo prolongar la red de triangulación, recurrimos a métodos especiales tal como el Pothénot. Este es un problema de gran utilidad, tanto en Topografía, donde se conoce con el nombre de Pothénot, como en navegación, en donde ha recibido el nombre de problema de la carta.- El Pothénot fué resuelto primeramente por Snellius y luego por Pothénot De quien tomó el nombre; consiste en determinar un punto B: (ver figura dos). Haciendo estación solamente en él, en cuyo caso no son suficientes dos puntos de apoyo; y es menester elegir tres, como los: Colorados, Avila y El3D (Trincherón); entonces, si son conocidos en el plano las posiciones de dichos tres puntos del terreno, se enfocan estos desde el punto B, haciendo estación en él con un teodolito Wild T-2, en nuestro caso y se miden los ángulos CBA y ABK iguales a alfa y beta respectivamente, y el punto B se hallará sobre la circunferencia que pasa por Colorados-Avila y es capaz del ángulo alfa y también sobre la que pasa por Avila-El3D y es capaz del ángulo beta; así es que vendrá dado por la intersección de ambas circunferencias; y si estas coinciden, es decir si B ocupase una posición tal que la circunferencia que pase por C, A y K pase también por B, o sea que los cuatro puntos se encuentren en una misma circunferencia, estaríamos en el caso de que todos los puntos de dicha circunferencia tendrían la propiedad de ver a C-A bajo el ángulo alfa y a A-K bajo el ángulo beta, con lo cual la solución del problema sería imposible, y por ello resulta poco precisa cuando B está cercano a la circunferencia que pasa por los puntos C - A - K. De aquí sacamos una conclusión y es la siguiente: es necesario para que el problema tenga solución elegir B o los pun-

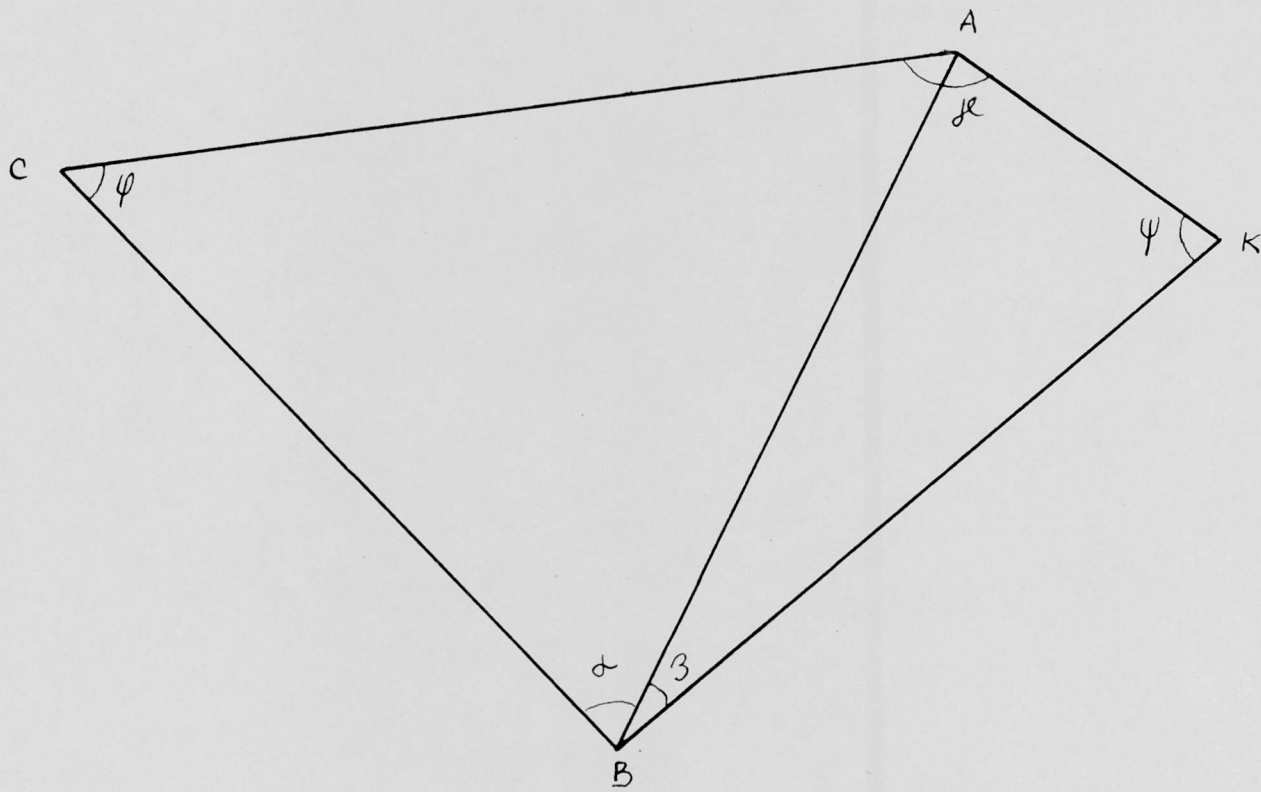
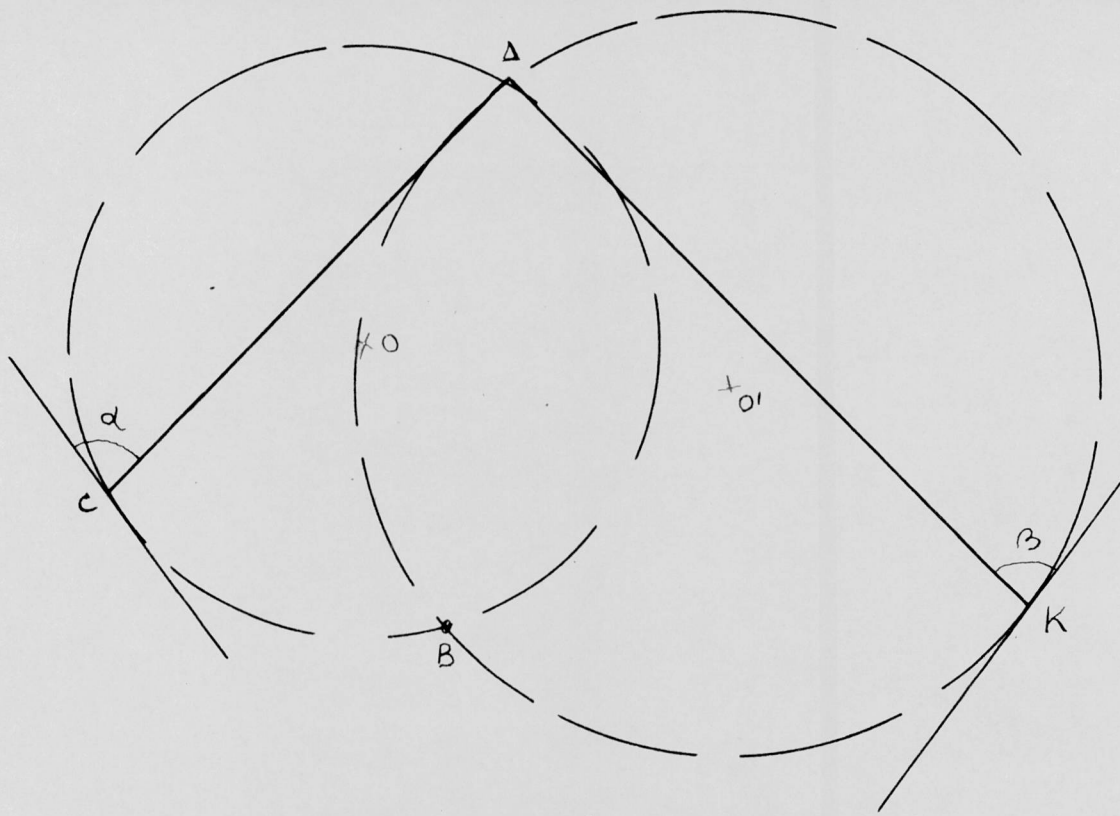
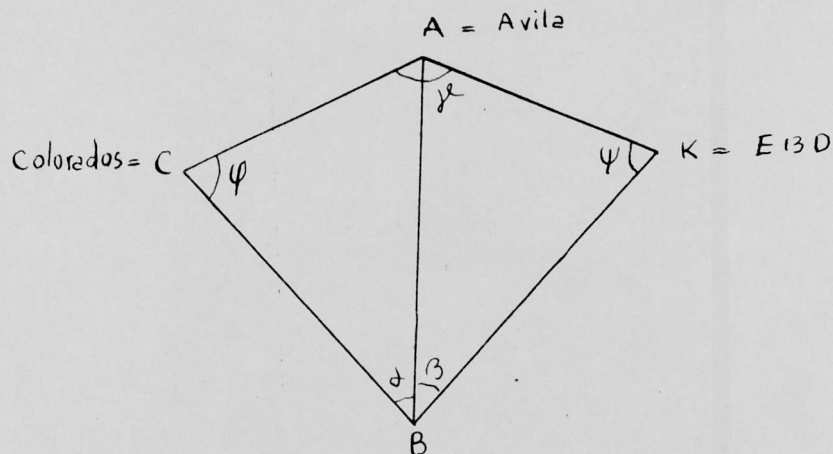


Figure 2

$C = \text{Colorados}$
 $A = \text{Avile}$
 $K = \text{E13D}$

tos de apoyo de tal manera que se aparten de esta disposición, lo que se logra muy bien situando el punto B dentro del triángulo CAK o procurando que uno de los ángulos de éste triángulo sea saliente con respecto a B.

De inmediato presentamos la solución analítica del problema, siguiendo en su razonamiento la solución dada por Burckardt y citada por W. Jordán.



Sea B el punto cuyo levantamiento nos interesa efectuar, (es nuestra estación en la poligonal) y C, A y K los puntos de apoyo elegidos, dispuestos de izquierda a derecha para un observador colocado en B; y llamemos alfa el ángulo de la izquierda; beta al de la derecha, y φ , ψ y χ , los ángulos en C, K y en A respectivamente.- De acuerdo con la figura formada se puede escribir: $\varphi + \psi = 360^\circ - (\alpha + \beta + \chi)$ y por otra parte, considerando los triángulos BCA y BKA, en virtud de la proporcionalidad entre los lados y los senos de los ángulos opuestos, igualando los dos valores de AB deducimos, y se tiene:

$$\frac{\text{Sen } \varphi}{\text{Sen } \psi} = \frac{AB}{AB} = K'$$

y por un teorema de mucho uso en Aritmética podemos escribir:

$$\text{Sen } \varphi - \text{Sen } \psi = \text{Sen } \psi (K' - 1) \quad \text{y} \quad \text{Sen } \varphi + \text{Sen } \psi = \text{Sen } \psi (K' + 1)$$

dividiendo miembro a miembro estas dos últimas igualdades entre si

y transformando tenemos:

$$\frac{\operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\varphi + \psi}{2}} = \frac{K' - 1}{K' + 1}$$

y haciendo $\operatorname{cotg} \lambda = K'$ se puede dar la forma: $\frac{K' - 1}{K' + 1} = \frac{\operatorname{cotg} \lambda - 1}{\operatorname{cotg} \lambda + 1}$

y como $\operatorname{cotg} 45^\circ = 1$, tendremos en definitiva $\frac{\operatorname{cotg} \lambda - 1}{\operatorname{cotg} \lambda + 1} = \operatorname{cotg} (\lambda + 45^\circ)$

Por tanto, establecemos la expresión: $\operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2} = \operatorname{tg} \frac{\varphi + \psi}{2} \operatorname{cotg} (\lambda + 45^\circ)$

con ella calcularemos la semi diferencia de los ángulos φ y ψ cuya semi suma ya conocemos, por tanto nos será fácil deducir los valores de ellos; luego resolviendo los triángulos, calculamos las distancias del punto B (estación) a los puntos dados.

$$CB = \frac{AC}{\operatorname{Sen} \alpha} \operatorname{Sen} (\alpha + \psi)$$

$$BK = \frac{AK}{\operatorname{Sen} B} \operatorname{Sen} (B + \psi)$$

$$BA = \frac{AC}{\operatorname{Sen} \alpha} \operatorname{Sen} \varphi = \frac{AK}{\operatorname{Sen} B} \operatorname{Sen} \psi$$

Como el ángulo λ no está completamente determinado por su cotangente, se puede fijar arbitrariamente. El ángulo $\frac{\varphi - \psi}{2}$, que tampoco está perfectamente determinado, conviene elegirlo entre los que tengan la misma tangente, pero fijando aproximadamente, su valor, el cual puede ser positivo o negativo de acuerdo a la posición relativa de los puntos del problema. Puede darse el caso de que uno de los ángulos en B sea muy pequeño; y si procediésemos del mismo modo anterior, tendríamos, cuidando de colocar las letras en el mismo orden que la relación Colorados-Avila: $\operatorname{sen} \alpha$ tendría un valor muy grande y en cuanto a la relación $\operatorname{sen} \varphi : \operatorname{sen} \psi$ muy pequeña; en conclusión el ángulo μ sería también muy pequeño y tendríamos que calcular con mucha precisión. Considerando los ángulos α y β de la figura número tres y el ángulo Colorados-Avila-El3D (CAEl3D), podemos escribir para el triángulo Colorados-Avila-B: $\varphi + \text{Colorados-Avila-El3D} + \alpha + \beta = 180^\circ$ y en el triángulo Avila-El3D-B: $\psi + \beta + \gamma = 180^\circ$

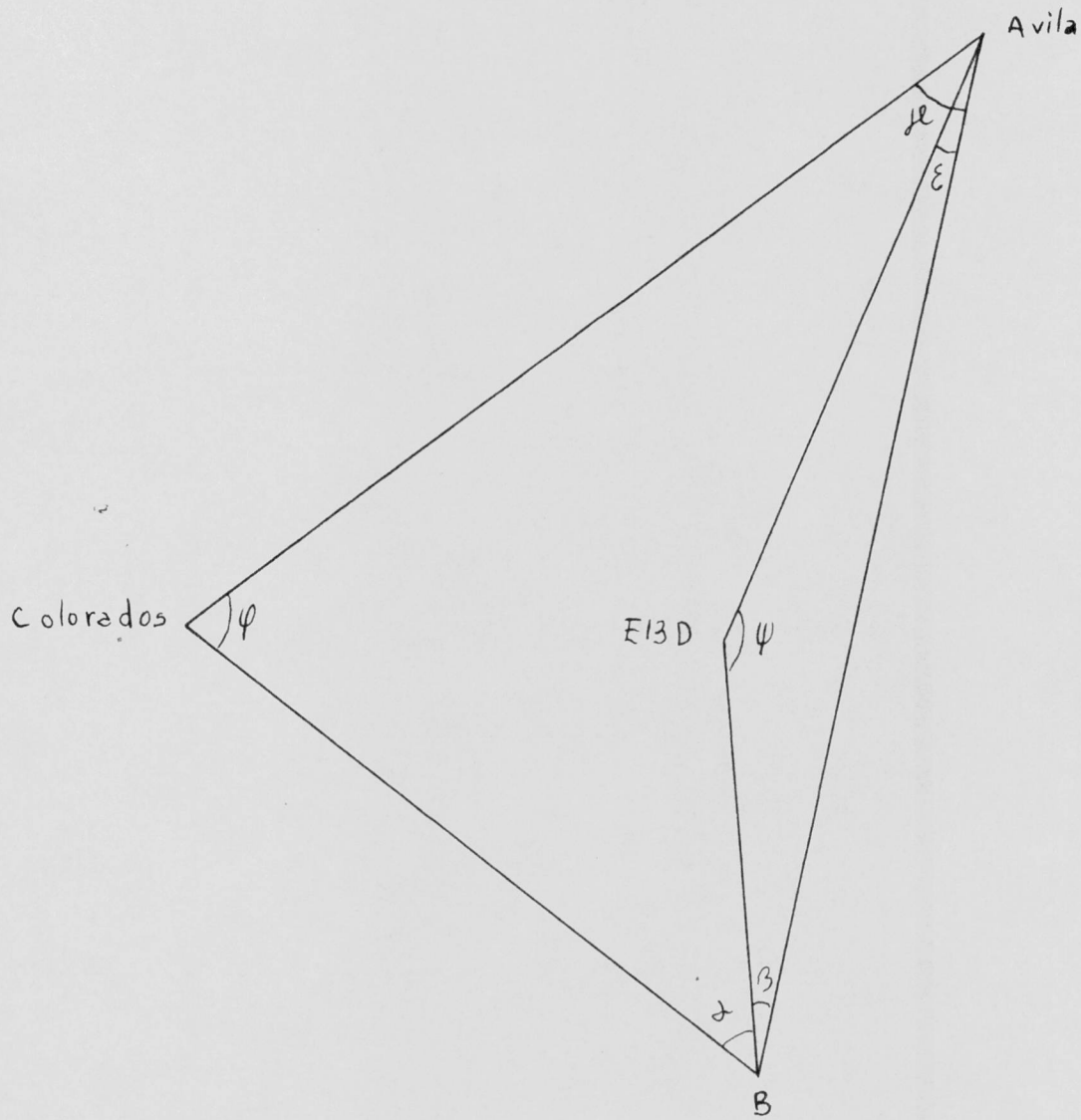


Figure 3

Si restamos miembro a miembro las dos igualdades y despejando valores tenemos:

$$\frac{\varphi - \psi}{2} = \frac{\beta - \alpha - CAE13D}{2}$$

Ahora igualando los dos valores de Avila-B, que dedujimos de la figura tendremos: $\text{Sen } \varphi \frac{\text{Colorados-Avila}}{\text{Sen } \alpha} = \text{Sen } \psi \frac{\text{Avila E13D}}{\text{Sen } \beta}$; esto es:

$$\frac{\text{Sen } \varphi}{\text{Sen } \psi} = \frac{\text{Avila E13D}}{\text{Sen } \beta} : \frac{\text{Colorados-Avila}}{\text{Sen } \alpha} = k$$

y procediendo como anteriormente llegaremos a la expresión que nos da la semi-suma de los ángulos φ y ψ .

Los Colorados	N 1.502,492	E 7.573,200
Avila	123,096	13.505,150
E 13 D	-1.918,382	16.203,616

Distancia Avila-El3D 3.383,68

$$\alpha = 88^{\circ}22'58''$$

$$\beta = 33^{\circ}54'00''$$

Estación	Puntos	C	Ang. Horiz.	Angulos		
B	Colorados	D	0°00'00"	88°22'56" 122°16'55"		
		I	180°00'05"			
	Avila	D	88°22'56"		122°17'03" 33°53'53"	
		I	268°23'02"			
	E 13 D	D	122°17'03"			24°11'02" 204°11'09" 88°22'54" 122°16'51"
		I	302°16'55"			
	Colorados	D	24°11'02"	122°16'58" 33°53'52"		
		I	204°11'09"			
	Avila	D	112°33'56"		88°22'51" 122°16'51"	
		I	292°34'08"			
	E 13 D	D	146°28'00"			122°16'55" 33°54'01"
		I	326°28'00"			
Colorados	D	90°00'00"	32°17'01"			
	I	270°00'09"				
Avila	D	178°22'51"		32°17'01"		
	I	358°23'00"				
E 13 D	D	212°16'55"			32°17'01"	
	I	32°17'01"				

	Colorados	D	180°00'00"	88°23'09" 122°17'02"
		I	0°00'11"	
	Avila	D	268°23'09"	
		I	88°23'11"	
	E 13 D	D	302°17'06"	122°17'06" 33°54'02"
		I	122°17'13"	
	Colorados	D	270°00'00"	88°22'57" 122°16'57"
		I	90°00'09"	
	Avila	D	358°22'57"	
		I	178°23'04"	
	E 13 D	D	32°17'01"	122°17'01" 33°54'02"
		I	212°17'03"	

Colorados - Avila = α

Avila - E13D = β

Promedios

88°22'59"	33°54'00"
88°22'56"	33°53'58"
88°22'55"	33°54'02"
88°23'04"	33°53'59"
88°22'56"	33°54'03"
<hr/>	<hr/>
441°54'50"	169°30'02"

$\alpha = 88°22'58"$

$\beta = 33°54'00"$

Cálculo del Pothénor:

$$\operatorname{tg} \psi' = \frac{13.505,150 - 7.573,200}{1.502,492 - 123,096} = \frac{5.931,950}{1.379,396}$$

$$\begin{array}{rcl} \log & 5.931,950 & = 3,7731945 \\ \operatorname{colg} & 1.379,396 & = 4,8603096 \\ \log \operatorname{tg} & \psi' & = 0,6335041 \end{array}$$

$$\underline{\psi' = 76^{\circ}54'33''}$$

$$\psi = 180^{\circ} - 76^{\circ}54'33'' = 103^{\circ}05'27''$$

$$\underline{\psi = 103^{\circ}05'27''}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{16.203,616 - 13.505,150}{123,096 + 1.918,382} = \frac{2.698,466}{2.041,478}$$

$$\begin{array}{rcl} \log & 2.698,466 & = 3,4311064 \\ \operatorname{colg} & 2.041,478 & = 4,6900506 \\ \log \operatorname{tg} & & = 0,1211570 \end{array}$$

$$\underline{\theta = 52^{\circ}53'25''}$$

$$\mu = \psi + \theta = 103^{\circ}05'27'' + 52^{\circ}53'25'' = 155^{\circ}58'52''$$

$$\underline{\mu = 155^{\circ}58'52''}$$

$$m+n = 360^{\circ} - (98^{\circ}22'58'' + 33^{\circ}54'00'' + 155^{\circ}58'52'')$$

$$m+n = 360^{\circ} - 278^{\circ}15'50''$$

$$\underline{m+n = 81^{\circ}44'10''}$$

$$AC = \frac{5.931,950}{\operatorname{sen} 76^{\circ}54'33''}$$

$$\begin{array}{rcl} \log & 5.931,950 & = 3,7731945 \\ \operatorname{colg} \operatorname{sen} & 76^{\circ}54'33'' & = 0,0114356 \\ \log AC & & = 3,7846301 \end{array}$$

$$\underline{AC = a = 6.090,18}$$

$$\underline{AE = b = 3.383,68}$$

$$K = \frac{b \operatorname{sen} \alpha}{a \operatorname{sen} \beta} = \frac{3.383,68 \operatorname{sen} 88^{\circ}22'58''}{6.090,18 \operatorname{sen} 33^{\circ}54'00''}$$

$$\begin{aligned}
 \log 3.383,68 &= 3,5293937 \\
 \log \text{ sen } 88^{\circ}22'58'' &= \underline{1,9998271} \\
 \text{colg } 6.090,18 &= 4,2153699 \\
 \text{colg sen } 33^{\circ}54'00'' &= \underline{0,2535642} \\
 \log K &= \underline{1,9981549}
 \end{aligned}$$

$$K = \underline{0,99576}$$

$$\text{tg } (m - n) = \text{tg } (m + n) \frac{K - 1}{K + 1}$$

$$\text{tg } (m - n) = \text{tg } 81^{\circ}44'10'' \frac{0,99576 - 1}{0,99576 + 1}$$

$$\log \text{tg } (m - n) = \log \text{tg } (m + n) + \log 0,0002124$$

$$\begin{aligned}
 \log \text{tg } 81^{\circ}44'10'' &= 0,8379119 \\
 \log 0,0002124 &= \underline{4,3271545} \\
 \log \text{tg } (m - n) &= \underline{3,1650664}
 \end{aligned}$$

$$\underline{m - n = 0^{\circ}05'05''}$$

$$\begin{aligned}
 m + n &= 81^{\circ}44'10'' \\
 m - n &= 0^{\circ}05'05'' \\
 \hline
 2m &= 81^{\circ}49'15''
 \end{aligned}$$

$$\underline{m = 40^{\circ}54'37'',5}$$

$$2n = 81^{\circ}39'05''$$

$$\underline{n = 40^{\circ}49'32'',5}$$

$$CB = CA \frac{\text{sen } (m - \alpha)}{\text{sen } \alpha}$$

$$CB = 6.090,18 \frac{\text{sen } 129^{\circ}17'35'',5}{\text{sen } 88^{\circ}22'58''}$$

$$\begin{aligned}
 \log 6.090,18 &= 3,7846301 \\
 \log \text{ sen } 129^{\circ}17'35'',5 &= \underline{1,8887116} \\
 \text{colg sen } 88^{\circ}22'58'' &= \underline{0,0001720} \\
 \log CB &= 3,6735137
 \end{aligned}$$

$$\underline{CB = 4.715,36}$$

$$BE = AE \frac{\text{sen } (n + \beta)}{\text{sen } \beta}$$

$$BE = 3.383,68 \frac{\text{sen } 74^{\circ}43'32",5}{\text{sen } 33^{\circ}54'00"}$$

$$\begin{array}{rcl} \log & 3.383,68 & = 3,5293937 \\ \log \text{ sen } 74^{\circ}43'32",5 & & = 1,9843810 \\ \text{colg } \text{sen } 33^{\circ}54'00" & & = 0,2535642 \\ \log & BE & = 3,7673389 \end{array}$$

$$\underline{BE = 5.852,46}$$

Cálculo de las coordenadas del punto B:

$$EB = EC \pm CB \text{ sen } (m + \varphi)$$

$$EB = 7.573,200 + 4.715,36 \text{ sen } 144^{\circ}00'04"$$

$$\begin{array}{rcl} \log & 4.715,36 & = 3,6735137 \\ \log \text{ sen } 144^{\circ}00'04" & & = 1,7692332 \\ & & \hline & & 3,4427469 \end{array}$$

$$2.771,69$$

$$EB = 7.573,20 + 2.771,69 = 10.344,89$$

$$\underline{EB = 10.344,89}$$

$$NB = NC \pm CB \text{ cos } (m + \varphi)$$

$$NB = 1.502,492 - 4.715,36 \text{ cos } 144^{\circ}00'04"$$

$$\begin{array}{rcl} \log & 4.715,36 & = 3,6735137 \\ \log \text{ cos } 144^{\circ}00'04" & & = 1,9079652 \\ & & \hline & & 3,5814789 \end{array}$$

$$3.814,87$$

$$\underline{NB = 2.312,38}$$

	N	E
Coordenadas de B	-2.312,38	10.344,89

28

Cálculo de Coordenadas

Pto	Deflexión	Rumbo Azimut	log Seno	Dist	Log Dist	Log Coseno	ΔN	ΔE	N	E
A		IV 67°00'56" 292°59'04"							-2.265,30	10.233,88
B	0°12'00"	II 66°48'56" 113°11'04"	$\bar{1},9640761$	120.58	2.0812753	$\bar{1},5916002$	+ 47,08	-111,01	-2312,38	10.344,89
C	30°42'00"	I 83°29'04"	$\bar{1},9634300$	120.24	2.0800490	$\bar{1},5951668$	- 47,33	+110,52	-2359,71	10.455,41
D	76°56'15"	II 19°34'41" 160°25'19"	$\bar{1},9971858$	66.29	1,8214480	$\bar{1},0548571$	+ 7,52	+ 65,86	-2352,19	10.521,27
E	41°09'45"	II 60°44'26" 119°15'34"	$\bar{1},5251624$	60	1,7781513	$\bar{1},9741366$	-56,53	+ 20,10	-2.408,72	10.541,37
F	18°34'30"	II 79°18'56" 100°41'04"	$\bar{1},9407233$	100.07	2,0093039	$\bar{1},6891076$	-48,91	+ 87,30	-2.457,03	10.628,69
G	29°26'49"	II 49°52'07" 130°07'53"	$\bar{1},9924285$	70.27	1,8467700	$\bar{1},2674393$	- 13	+ 69,05	-2.470,63	10.697,72
H	16°05'30"	II 65°57'37" 114°02'23"	$\bar{1},8834163$	131.20	2,1179338	$\bar{1},8092516$	- 84,56	+ 100,31	-2.555,19	10.748,03
I	18°52'30"	II 47°05'07" 132°54'53"	$\bar{1},9605959$	94	1,9731279	$\bar{1},6049890$	-38,29	+ 85,84	-2.593,48	10.883,87
J	14°14'57"	II 61°20'04" 118°39'56"	$\bar{1},8647293$	98	1,9912261	$\bar{1},8330892$	-66,72	+ 71,77	-2.660,20	10.955,64
K			$\bar{1},9432148$	140	2,1461280	$\bar{1},6804662$	-67,15	+122,84	-2.727,35	11.078,48

P A R T E I V

NORMAS NECESARIAS PARA EL PROYECTO DE CANAL

Muchos son los problemas que confronta la ciudad de Caracas, debido al no tratamiento adecuado del Río Guaire; siendo la arteria principal que surca a la población de un extremo a otro, o mejor dicho, en otras palabras de Oeste a Este. Estos problemas consisten principalmente (como tratamos en la parte uno) en las inundaciones, trayendo consigo los perjuicios de los habitantes y construcciones que se encuentran cerca de sus márgenes; debido a las altas crecientes en períodos de lluvia, (precisamente hace pocos días ocurrió una, donde se proyecta el mencionado canal, con resultados desastrosos). Se nota así pues que su cauce aunque se encuentra bastante erosionado es incapaz de conducir las aguas en épocas de crecientes.

Por ello se han realizado numerosos estudios sobre la magnitud y frecuencia de sus crecientes; pero los registros y aforos que siempre han sido demasiado cortos, están sujetos a revisión para evitar consecuencias peores. Los que más se han interesado en este problema del Río Guaire han sido el: INCS, MOP, MAC; quienes han hecho cálculos que coinciden de una u otra manera; en que es de esperarse crecientes de 400 metros cúbicos por segundo, con una frecuencia de 15 años; aguas abajo de la confluencia con el Río Valle y de 350 metros cúbicos por segundo aguas arriba del mismo sitio; estos caudales que debieran ser evacuados libremente por el cauce del río, constituyen la base para los proyectos de canalización y a la vez han permitido elaborar las normas que rigen para la construcción de las mismas. Por lo ya citado se infiere que para que una canalización del Guaire sea adecuada, impresindiblemente la ejecución de tales obras deben limitar la alturas de las aguas durante sus crecientes altas, de tal manera que ofrezcan protección máxima a las construcciones y terrenos adyacentes; para ello se hace necesario emplear revestimientos rígidos o flexibles según cada caso, agregando por supuesto vegetación, preferiblemente grama; para evitar la erosión.

El tipo de canal para nuestro proyecto es el que utiliza el MOP para las zonas que se encuentran urbanizadas o van a ser urbanizadas ya que da un aspecto agradable a la vista, embelleciendo de paso la zona por donde atravieza el río. El canal es el de Sección tipo "B" de concreto, con taludes de pendiente 10/1, cuya forma y dimensiones están dadas en el plano correspondiente. Nos sirvió de base para ello los aforos de las mayores crecientes comprendidas entre los años de 1953 al 1957 (ver tablas explicativas).

La pendiente para el canal varía entre 2,3 hasta 4 metros por mil. La forma pendiente de las paredes y extensión de los relleños en una u otra margen del canal no se ha determinado:

a) Por no tener datos suficientes al respecto; ya que de ello se encargan los Ingenieros que van a efectuar la obra, de acuerdo con el material que se necesite emplearse en el mencionado relleno.

La longitud para el tramo del canal escogido es aproximadamente de un kilómetro y está comprendido entre las progresivas 0+000 hasta 1+000 de acuerdo al sistema de progresivas que utiliza el MOP para la canalización del Guaire.

Cálculo de la curva:

Curva V-2 Eje

TE = 0 + 336,6

R = 300 m

$\Delta = 8^{\circ}14'10''$

TE = 0 + 336,6

L = 43,11

TS = 0 + 379,71

Longitud de la curva

$$L = \frac{\pi \times \Delta}{180^{\circ}} R$$

$$L = \frac{3,14 \times 8^{\circ}14'10''}{180^{\circ}} 300$$

L = 43,11

Deflexiones

$$\frac{1}{2}\delta_i = \frac{90 \times 3,4}{\pi \times 300} = 0^{\circ}19'29''$$

$$\frac{1}{2}\delta = \frac{90 \times ab}{\pi R}$$

$$\frac{1}{2}\delta_{ab} = \frac{90 \times 10}{\pi \times 300} = 0^{\circ}57'19''$$

$$\frac{1}{2}\delta_s = \frac{90 \times 9,71}{\pi \times 300} = 0^{\circ}55'39''$$

Arcos

a = 3,4 m

ab = 10 m

a = 9,71m

Tangente

$$ST = R \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2} = 300 \operatorname{tg} 4^{\circ}07'05'' = 21,59$$

ST = 21,59

CURVA V-2 EJE

PROG. Lp	ARCO La	DEFLEX.	RADIO R	TANGENTE ST	ANG. CENT.
TE 0 + 336,6	3,4	0°19'29"	300	21,59	8°14'10"
0 + 340	10	1°16'48"		<u>Longitud de la curva</u> L = 43,11 <u>Angulo base</u> 0°57'19" 0°55'39"	
0 + 350	10	2°14'07"			
0 + 360	10	3°11'26"			
0 + 370	9,71	4°07'05"			
TS 0 + 379,71					

AÑO 1953AGOSTO

<u>DIA</u>	<u>HORA</u>	<u>ALTURA</u>
28	3 p.m.	1,20

SEPTIEMBRE

<u>DIA</u>	<u>HORA</u>	<u>ALTURA</u>
10	8 1/2 pm	2,40
14	6 "	0,60
17	4 "	2,10
18	6 1/2 "	2,00
20	3 "	2,00
22	10 "	1,10
25	4 "	1,22

OCTUBRE

<u>DIA</u>	<u>HORA</u>	<u>ALTURA</u>
11	3 1/2 pm	2,00
13	3 1/2 "	0,60
21	3 1/2 "	1,80
27	3 "	1,20

NOVIEMBRE

<u>DIA</u>	<u>HORA</u>	<u>ALTURA</u>
11	2 pm	2,20
12	4,12 "	0,50
26	3 "	2,10
27	3 "	2,00

DICIEMBRE

<u>DIA</u>	<u>HORA</u>	<u>ALTURA</u>
15	3 pm	0,50
16, 17, 18, 19	3 "	0,60

AÑO 1954ABRIL

<u>DIA</u>	<u>HORA</u>	<u>ALTURA</u>
8	9 1/2 am	0,60
29	1 am	3,00

Alcanzando la altura de **3,80** m. en la curva aguas abajo en el puente de Veracruz, (Las Mercedes).

AÑO 1954MAYODIA 20 y 25 dos crecientes de más de 0,60 mts.JUNIO Permanentemente crecido.JULIO Se produjeron cinco crecientes de 2,50 mts.AGOSTO

<u>DIA</u>	<u>HORA</u>	<u>ALTURA</u>
25		0,80
26		2,05

SEPTIEMBREDIA

1	3 pm	0,80
2	3 "	2,00
3	2 1/2 "	1,20
6	3 "	1,80

Las crecientes para los demás meses del año 54 fueron inferiores.

AÑO 1955

AGOSTO Crecientes todas de menor importancia; la más grande alcanzó una altura de 0,60 mts. en el puente de las Mercedes.

SEPTIEMBRE

<u>DIA</u>	<u>HORA</u>	<u>ALTURA</u>
4		1,30
8		0,80
9		0,60
14		1,10
15		1,15
18		2,40
19		1,60
22		0,60
29		0,60

OCTUBREDIA

3	2 pm	1,10
3	6 "	1,30
4	5 "	0,50
4	6 "	1,00
22		1,30
25		1,80
27		1,60
28		0,60

NOVIEMBREDIA16
20ALTURA1,50
1,10DICIEMBREDIA

29

1,15

AÑO 1956MAYODIA13
14
211,50
1,70
0,80JUNIODIA4
15
17
301,50
1,20
1,70
1,60JULIODIA

4, 6, 22

1,00

AGOSTODIA1
9
11
12
14
15
26
301,40
1,00
2,00
1,00
1,70
1,60
1,50
1,30SEPTIEMBREDIA2
3
261,40
1,50
1,00

OCTUBREDIAHORAALTURA

25

2,00

26

1,00

DICIEMBREDIA

5

2,50

15

1,30

20

0,50

AÑO 1957ABRIL Creció a 2,80 metros.

NOTA: El equivalente de altura en metros cúbicos por segundos puede buscarse en la curva de gastos, pues la sección del canal en los sitios donde se han efectuado las lecturas, es el tipo "B".

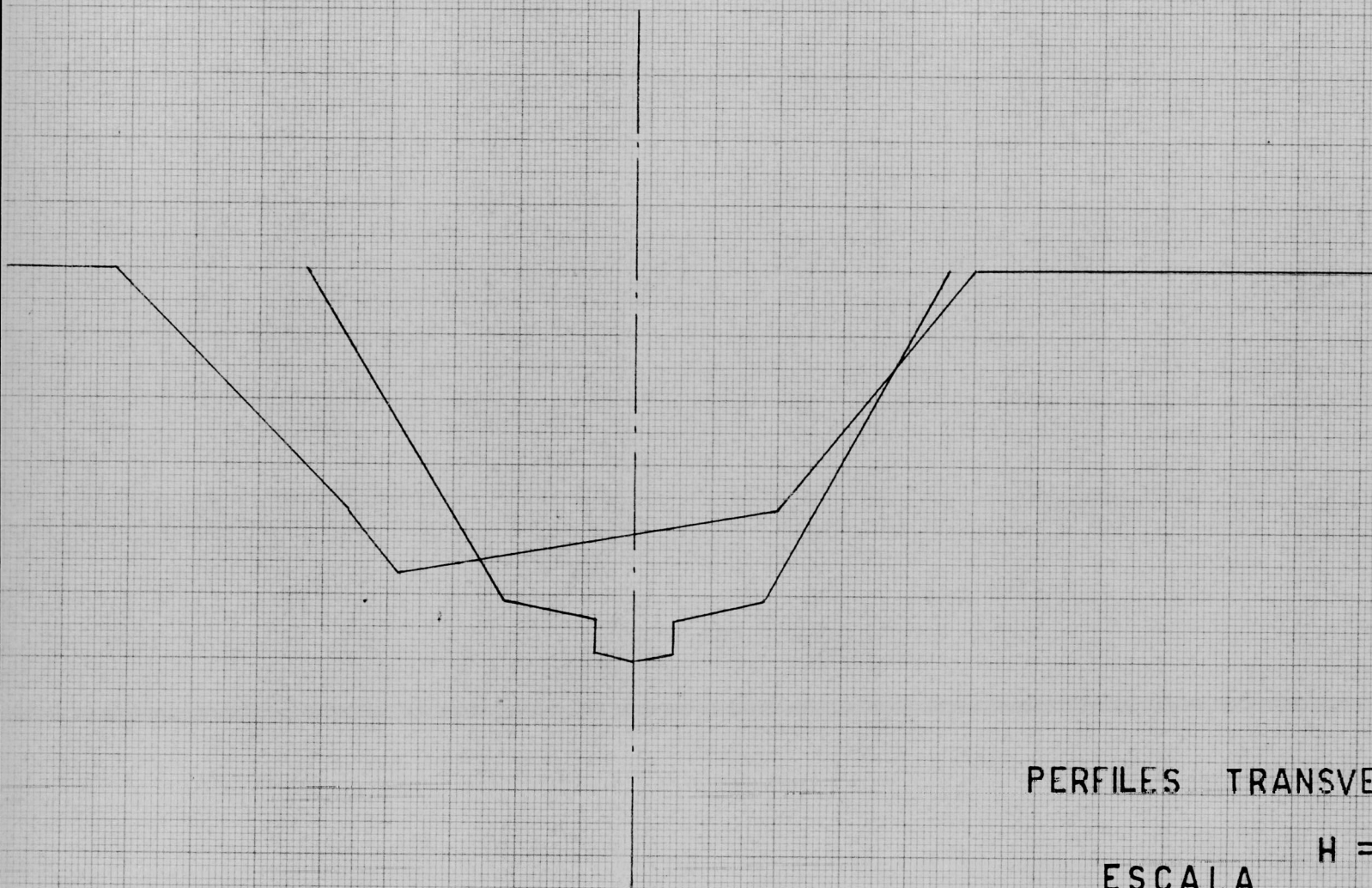
Estos datos fueron suministrados por la Oficina de Mantenimiento y Conservación del Río Guaire; dependiente de la división de Obras y Riego del Ministerio de Obras Públicas.

B I B L I O G R A F I A

- NASSAU Practical Astronomy
- I. FOSSI Topografía Clásica
- JORGE G. MASCHERONI Curso de Geodesia
- ING. ALFONSO DE LA O Operaciones de Aforo
- L. ALVAREZ VALDEZ Topografía
- VON VEGA'S Logarithmic Tables
- ING. J. ABDALA Apuntes de Geodesia
- ING. HECTOR ISAVA Apuntes de Levantamiento
- ING. P. ARISMENDI A. Apuntes de Topografía
- Dr: J. GSCHWENTDNER Apuntes de Meteorología
e Hidrología
- ING. HECTOR ISAVA Apuntes de Trazado de Acequias
y Caminos.

P A R T E V

PLANS

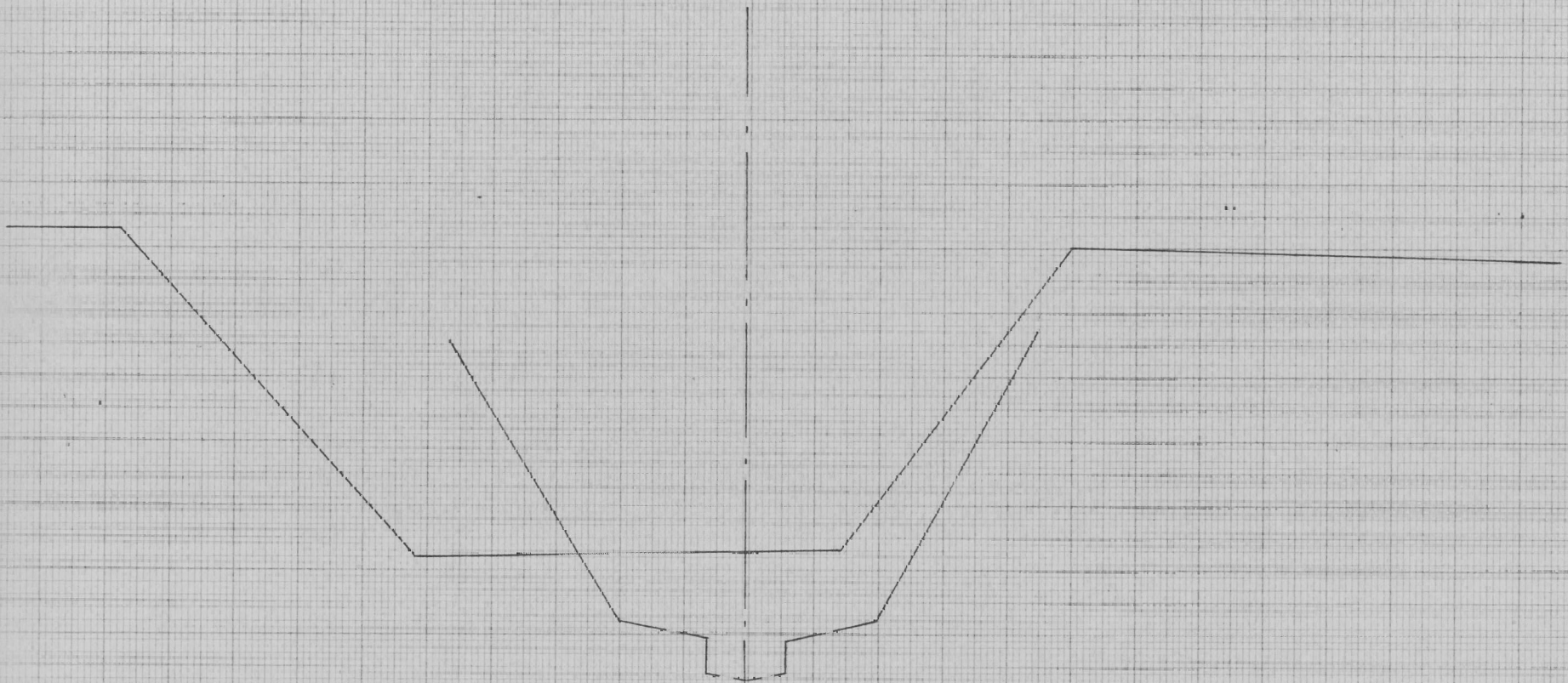


0+000

PERFILES TRANSVERSALES

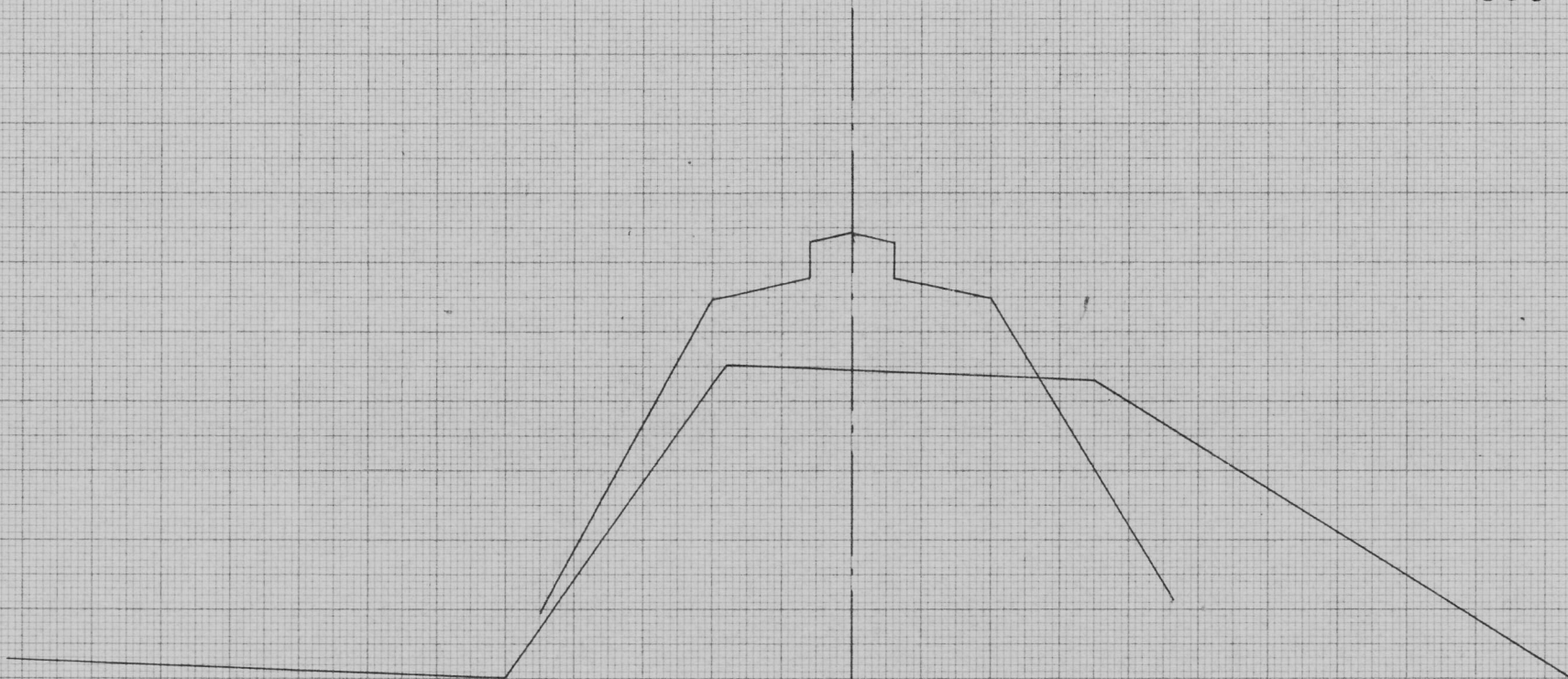
ESCALA H = 1:250
 V = 1:100

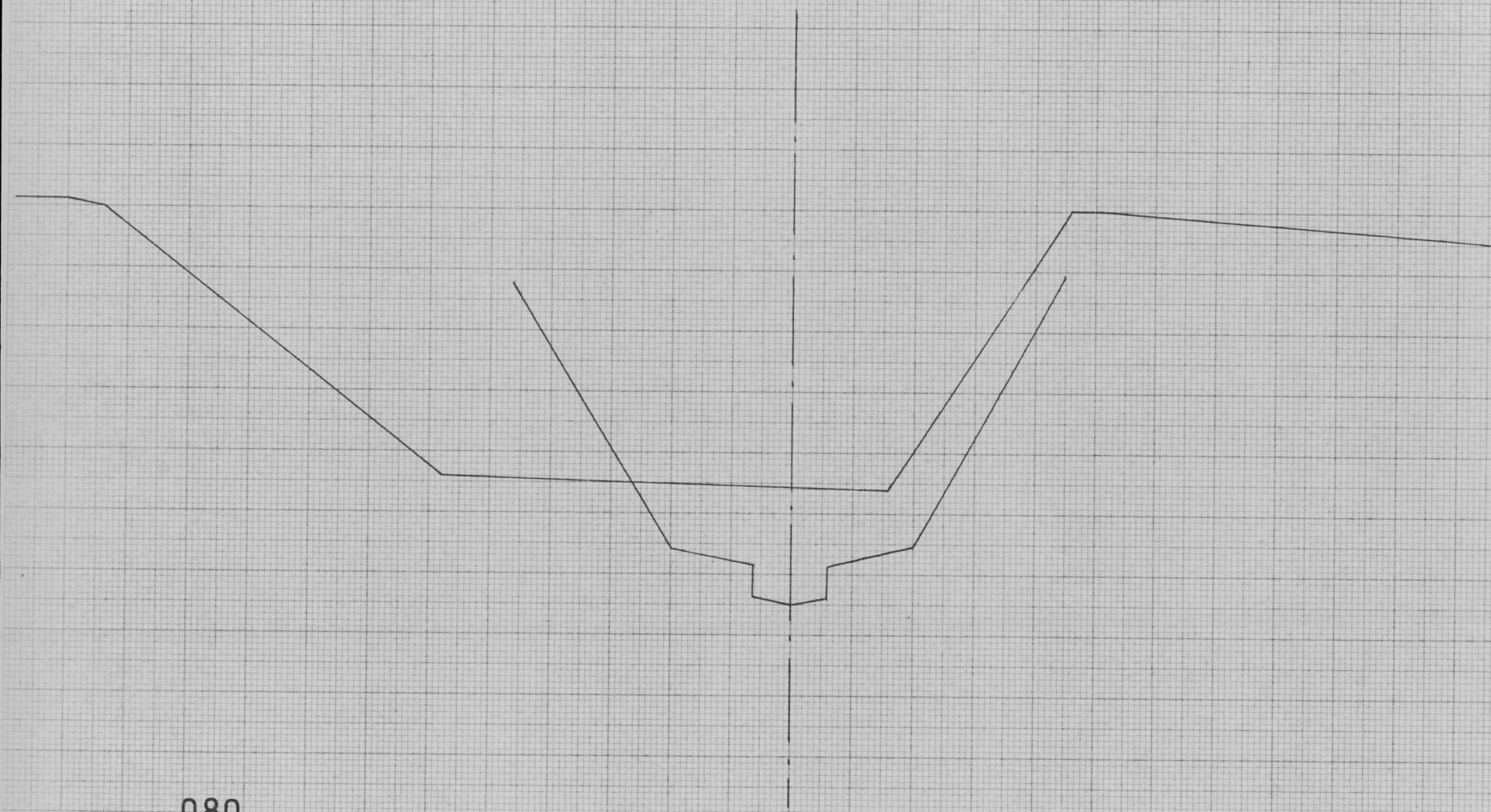
Nombrados por su progresiva



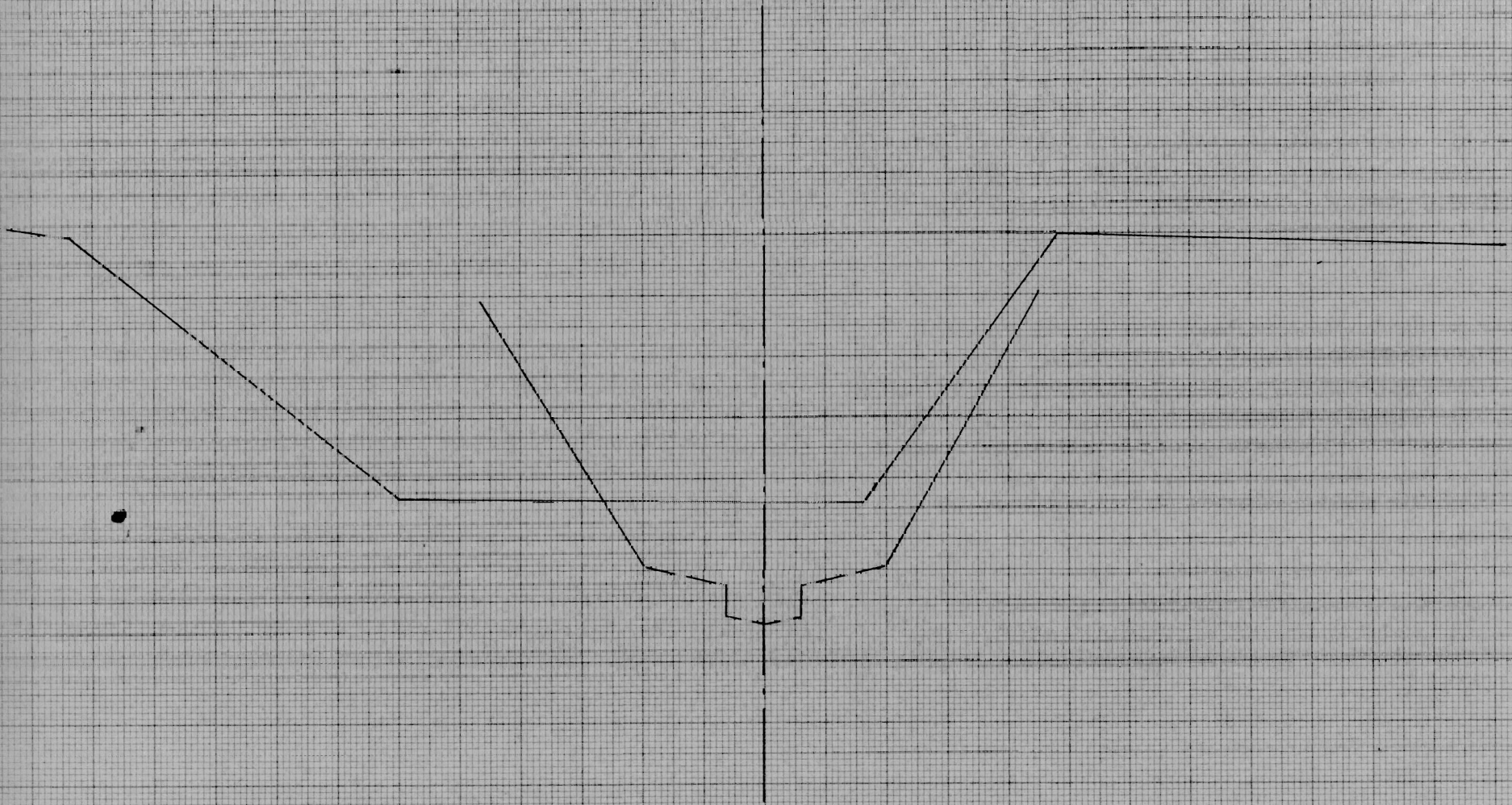
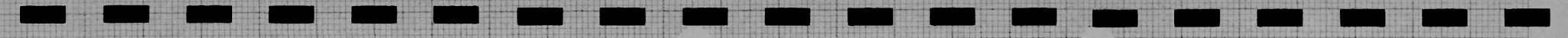
040

090

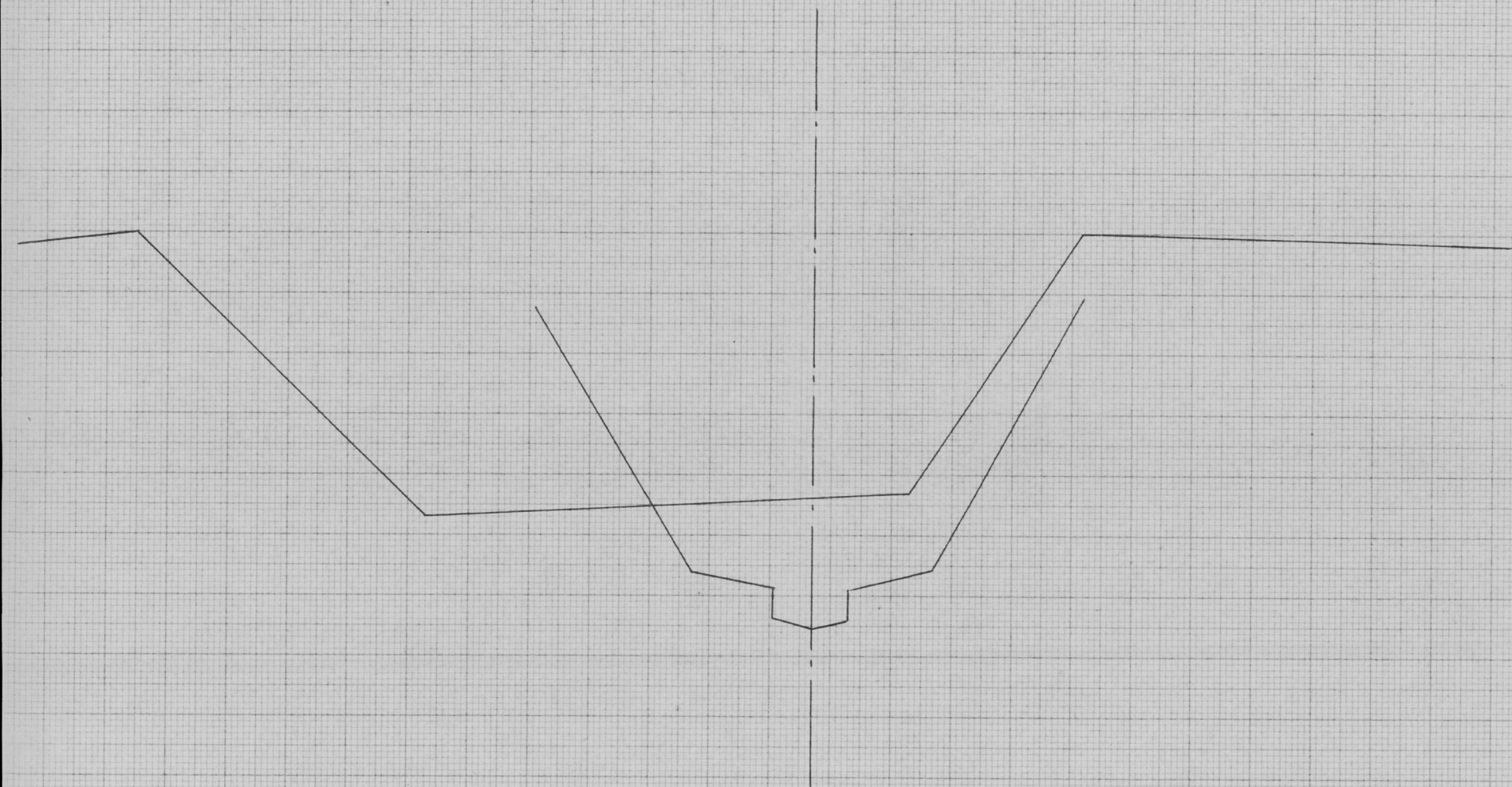




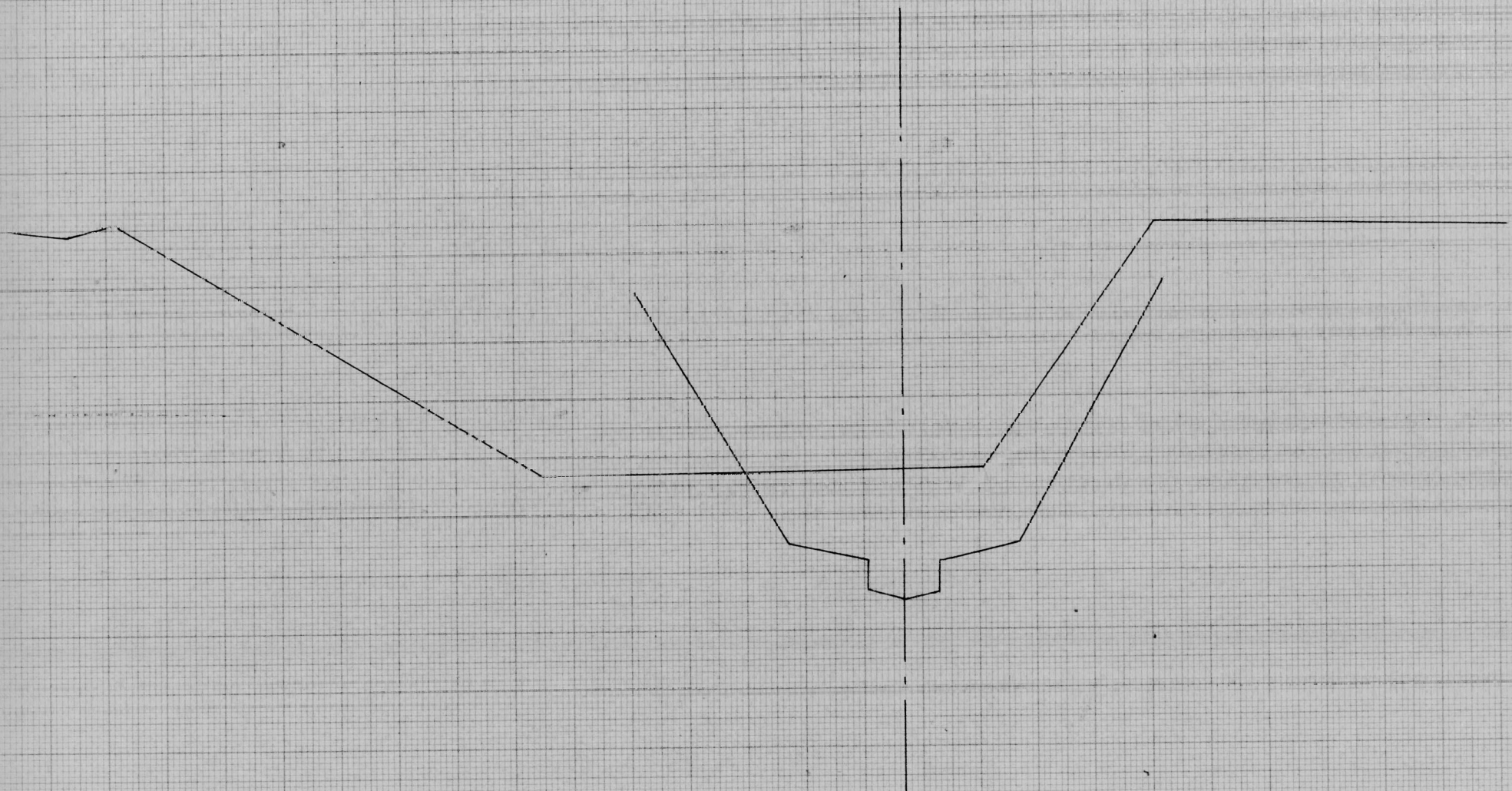
080



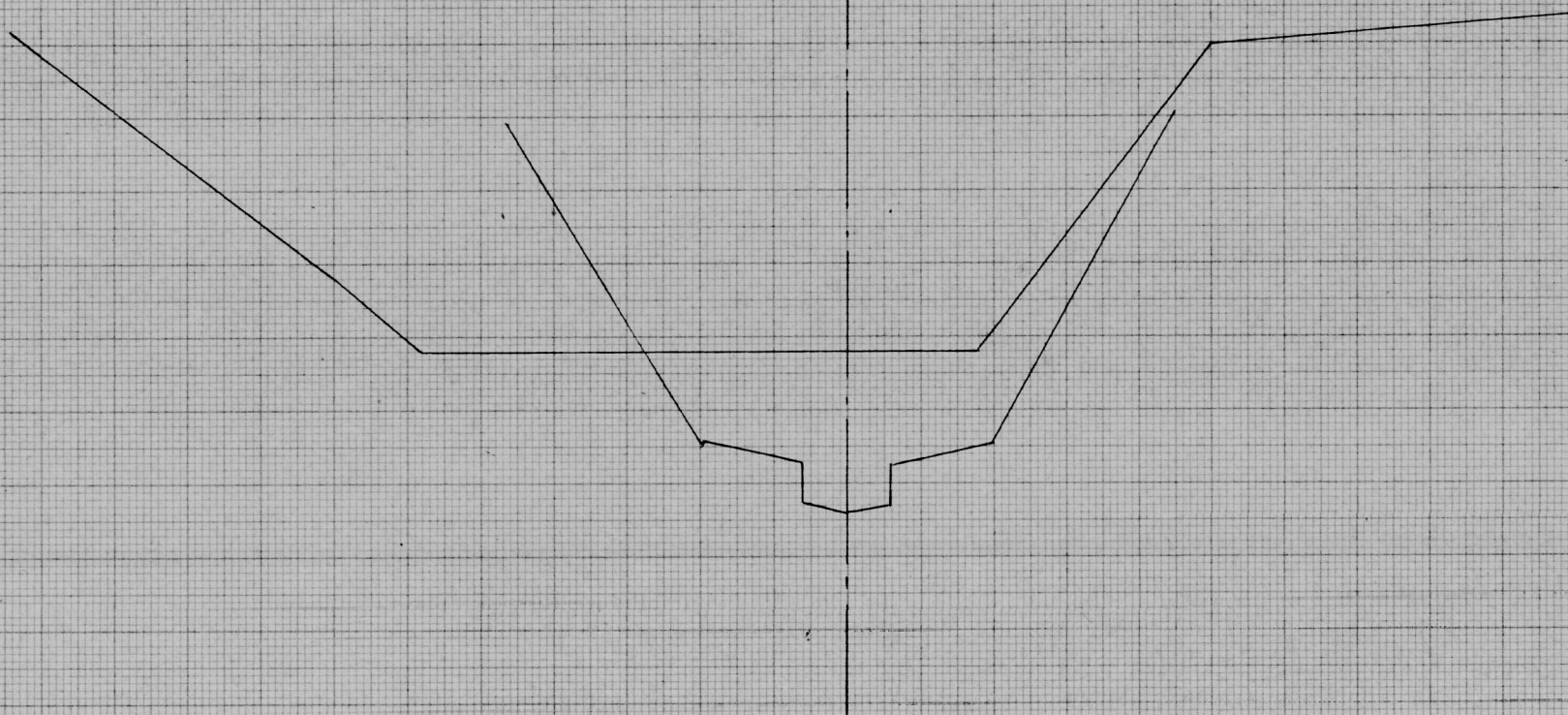
100



120

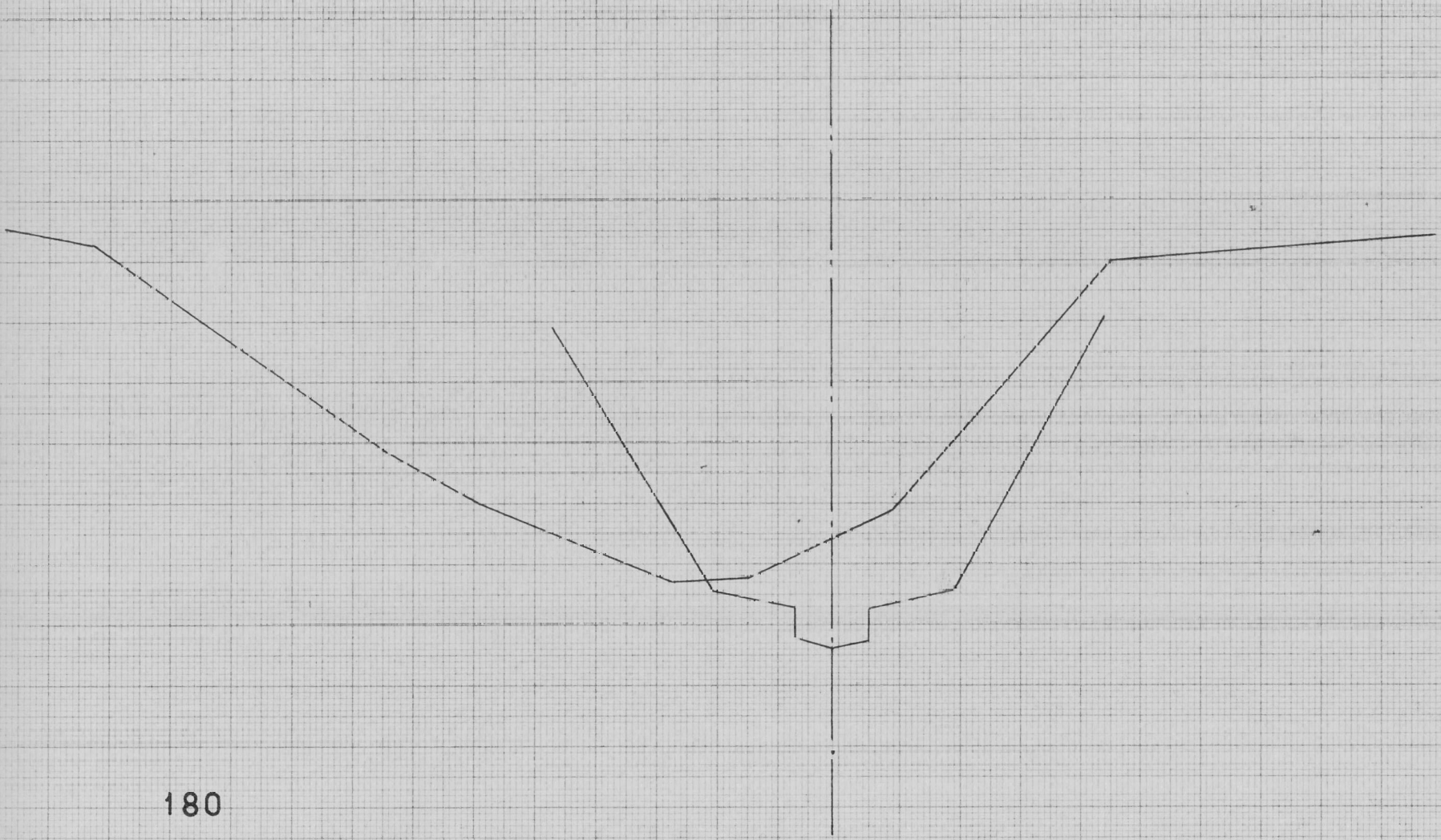


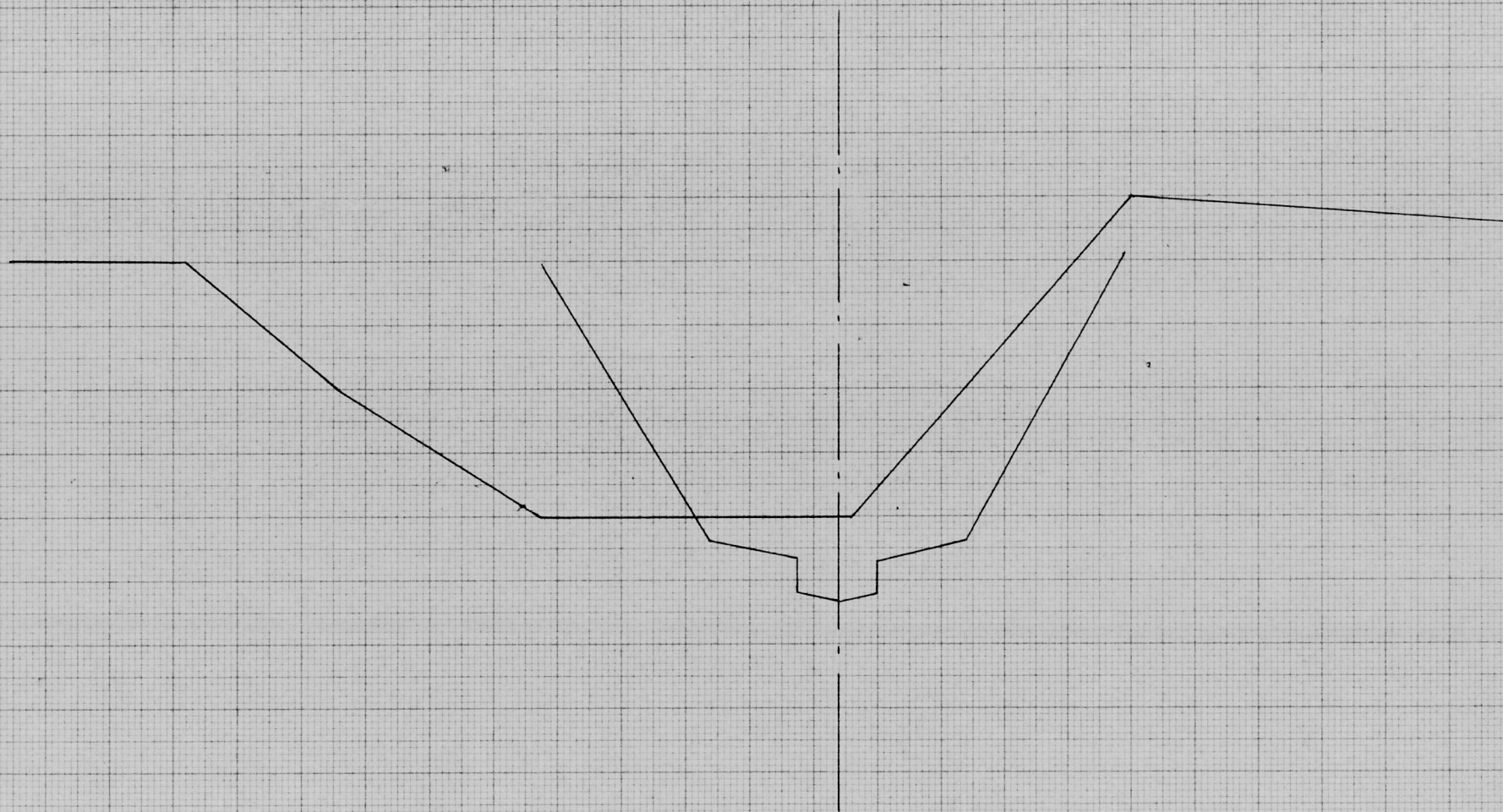
140



1601

180

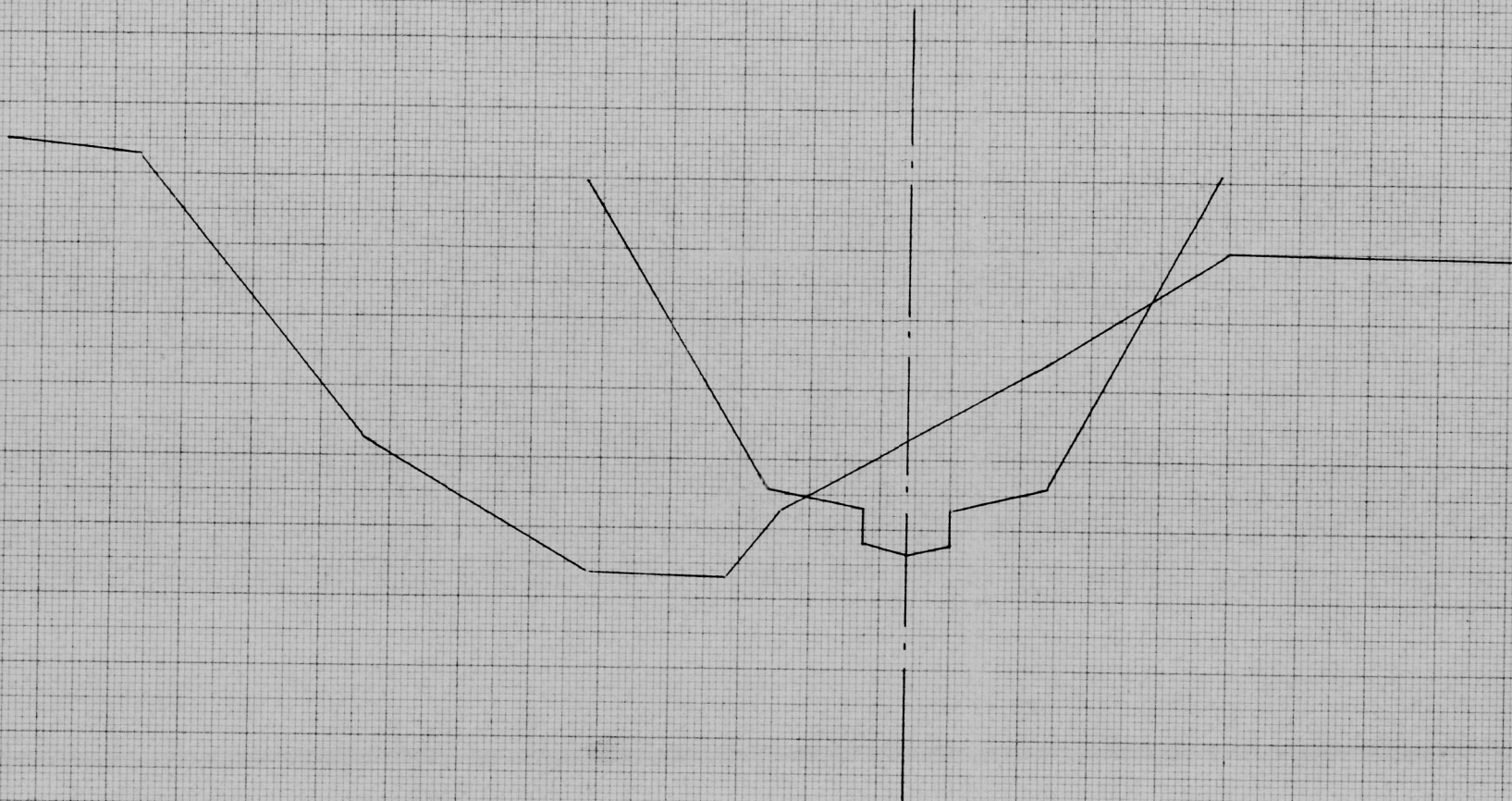




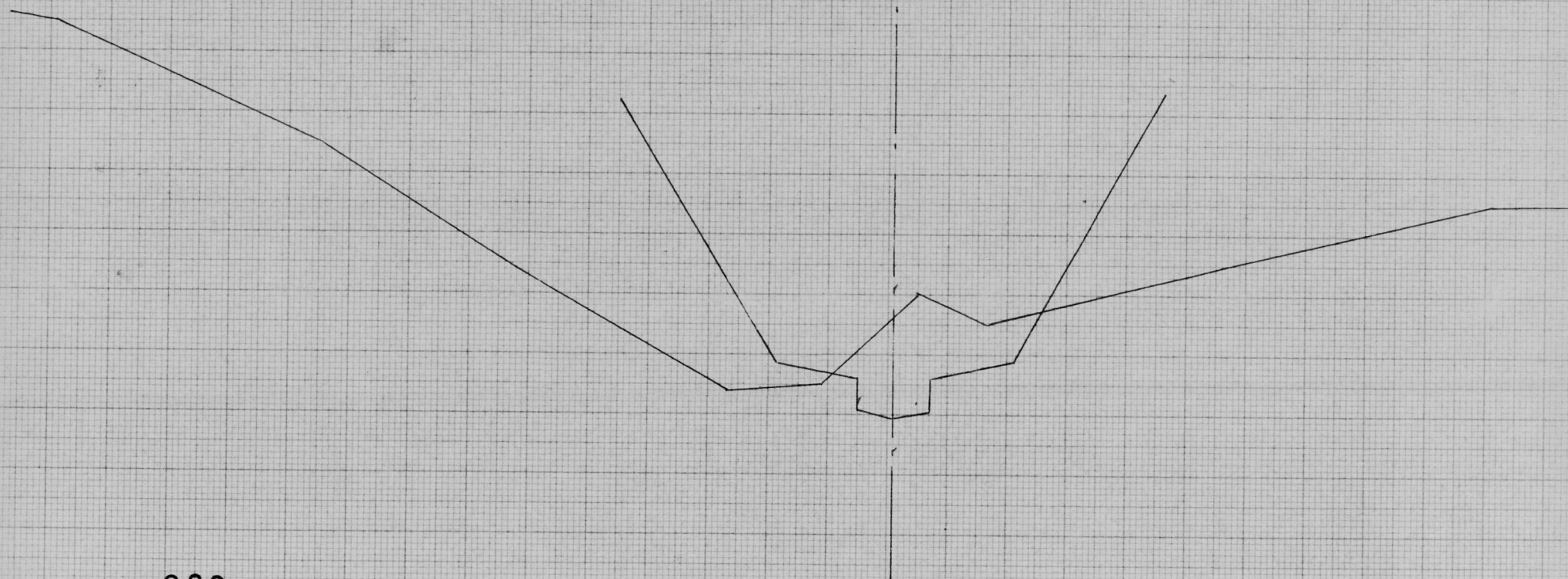
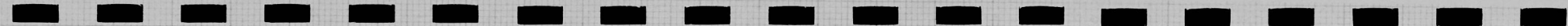
200

240





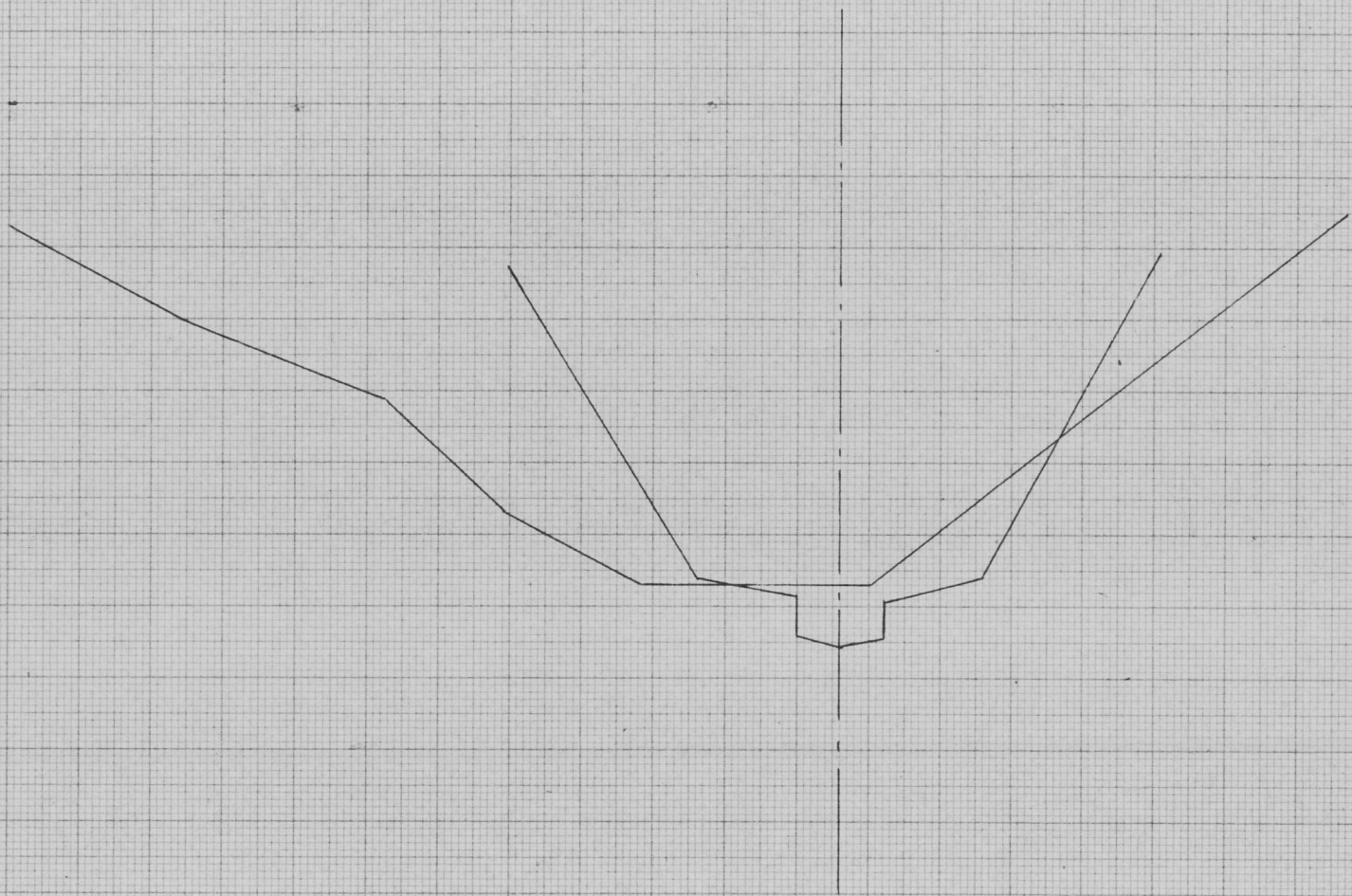
260



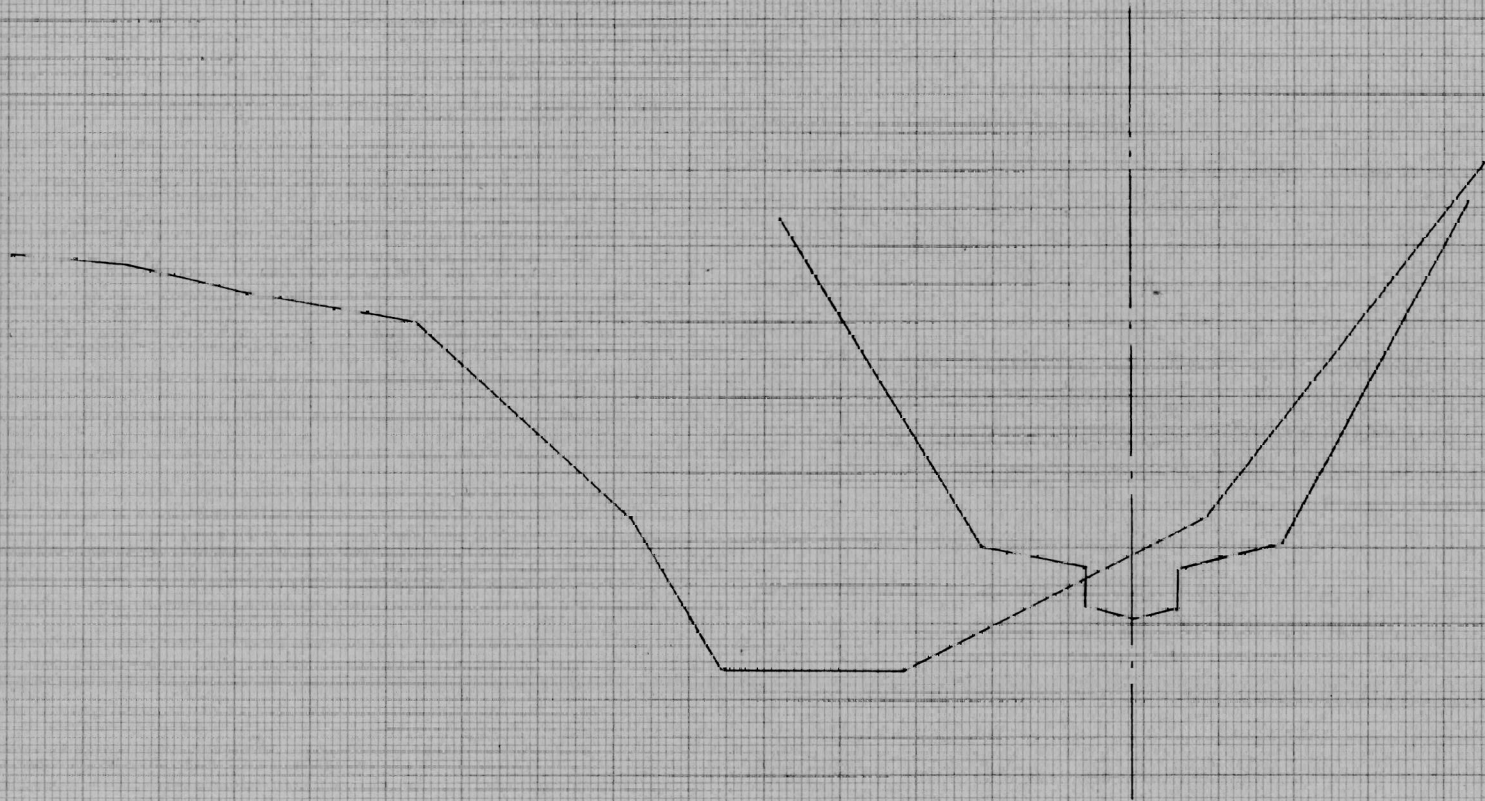
280



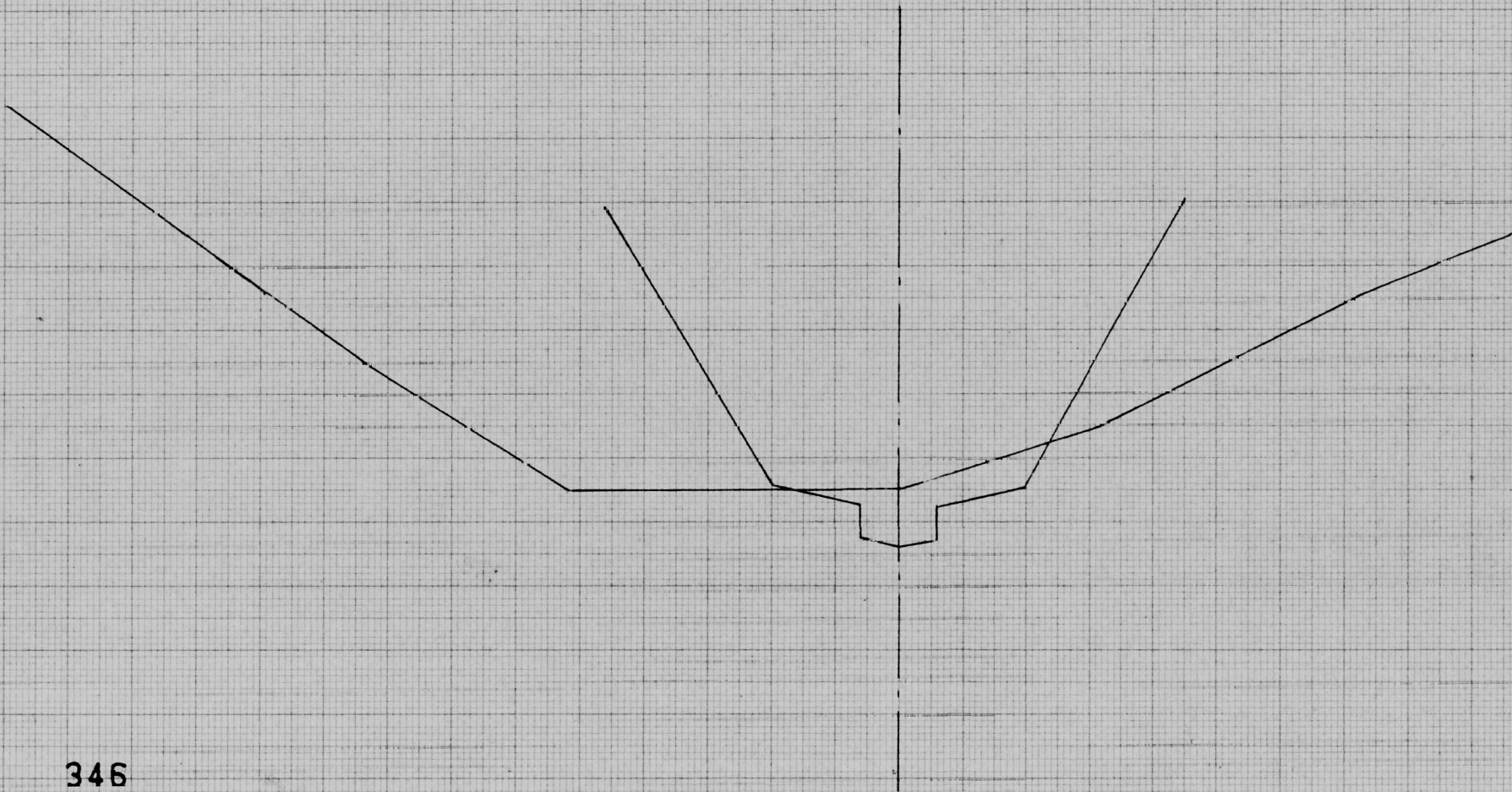
300



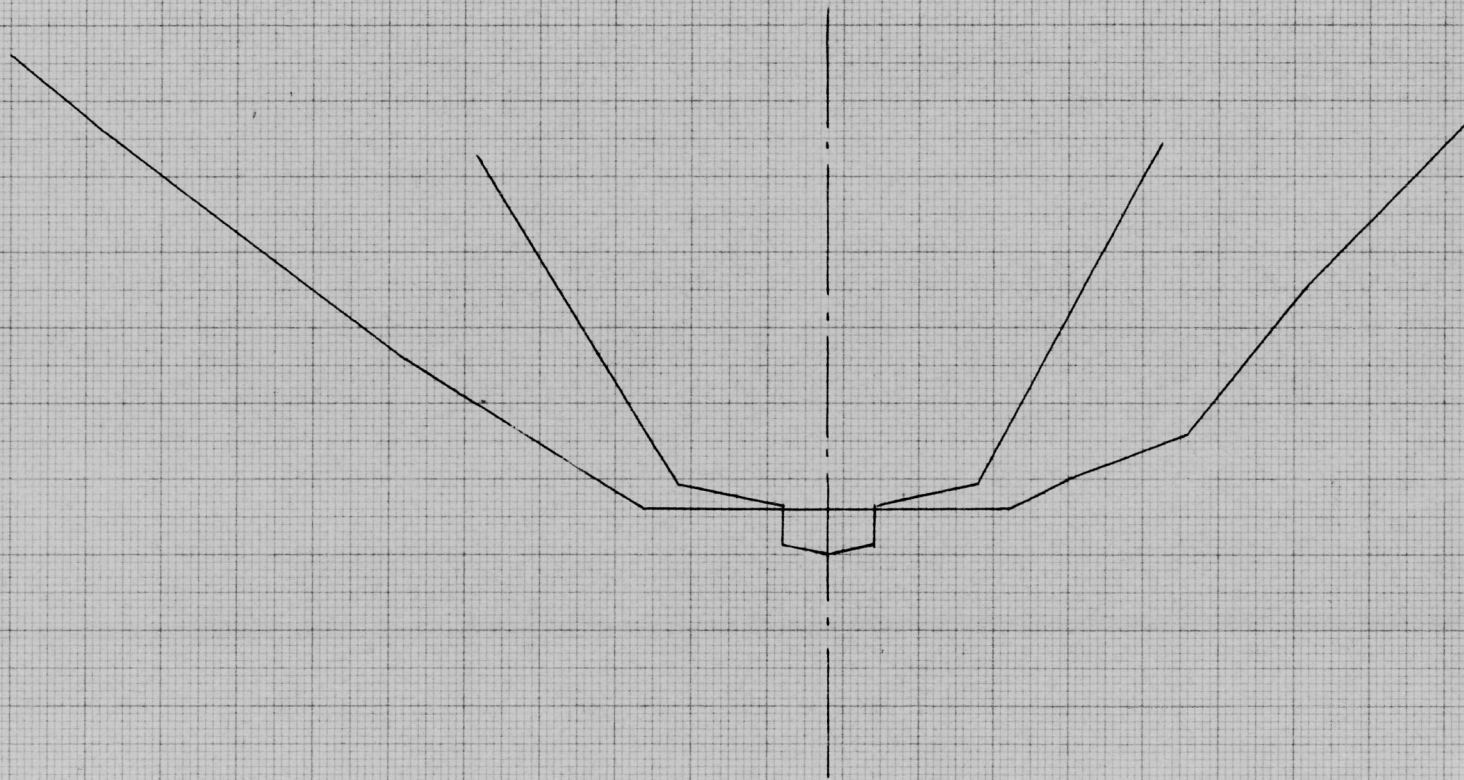
320



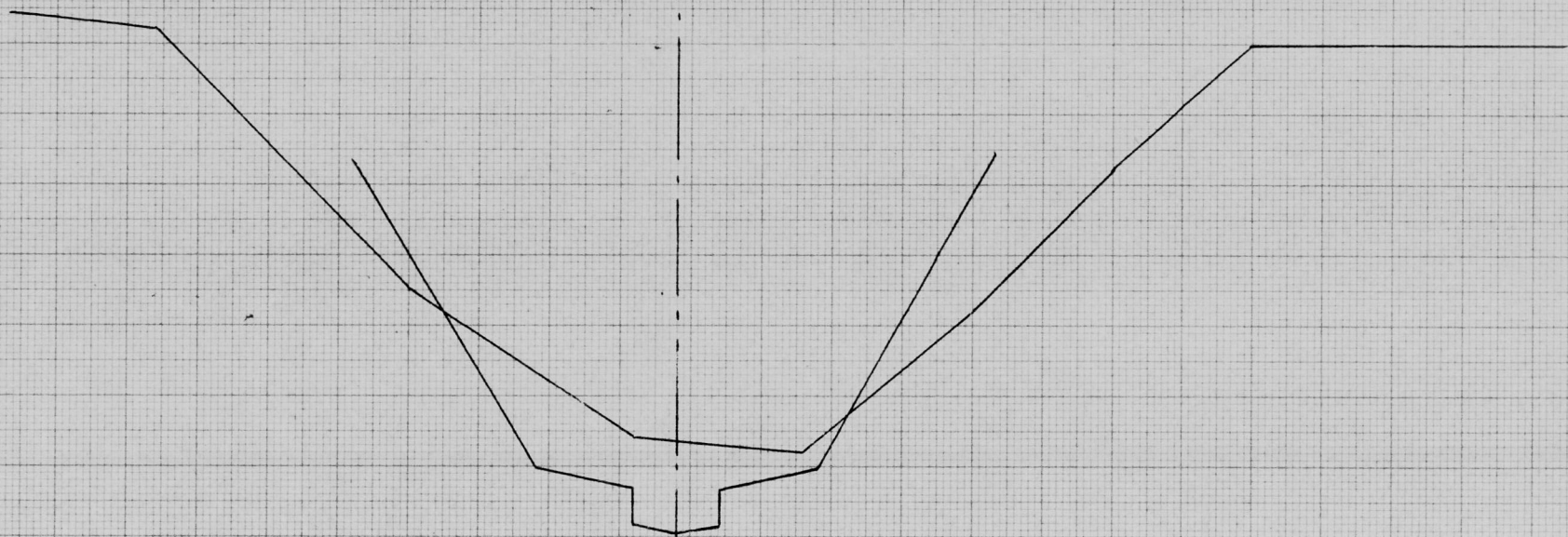
325



346

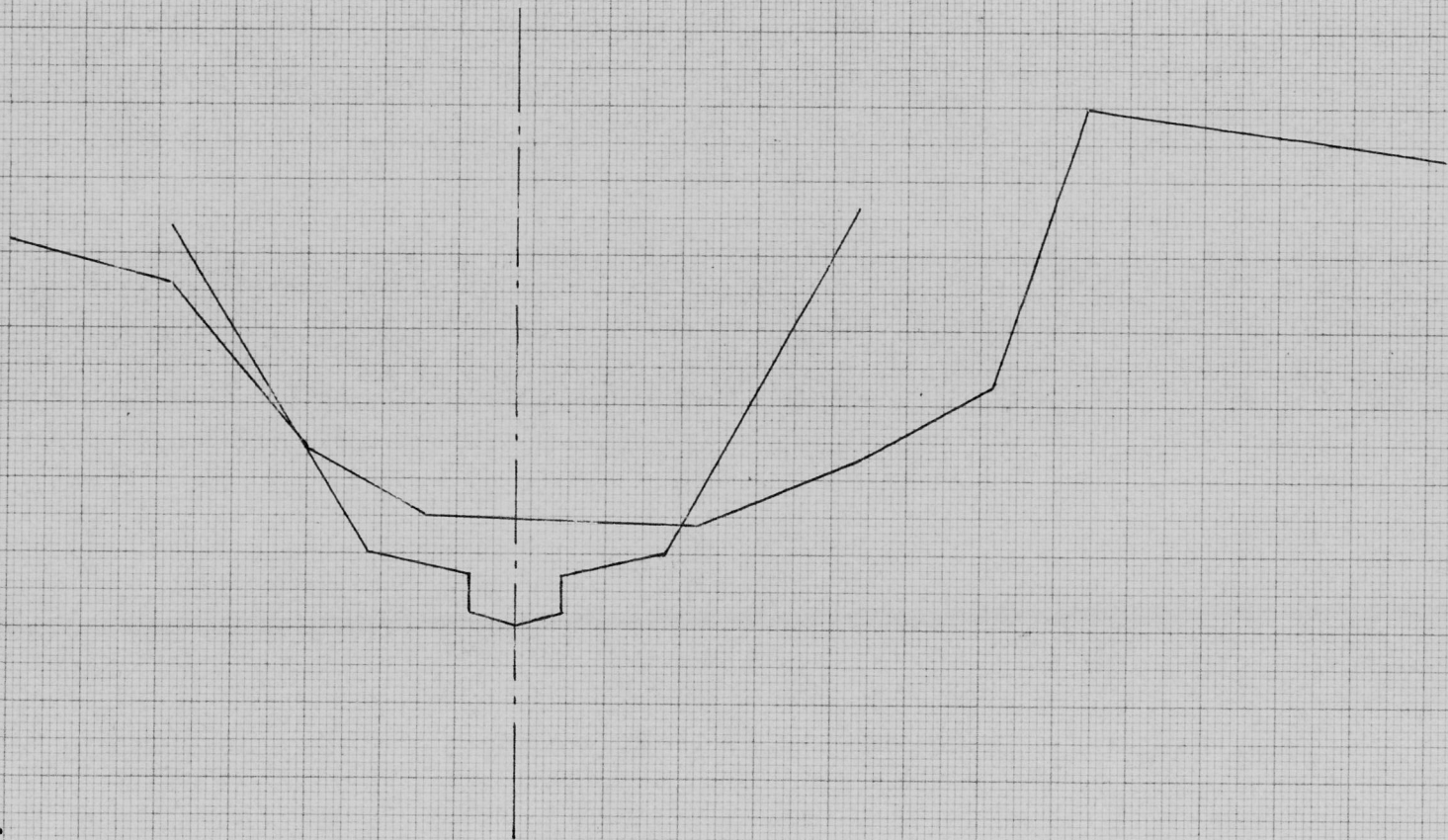


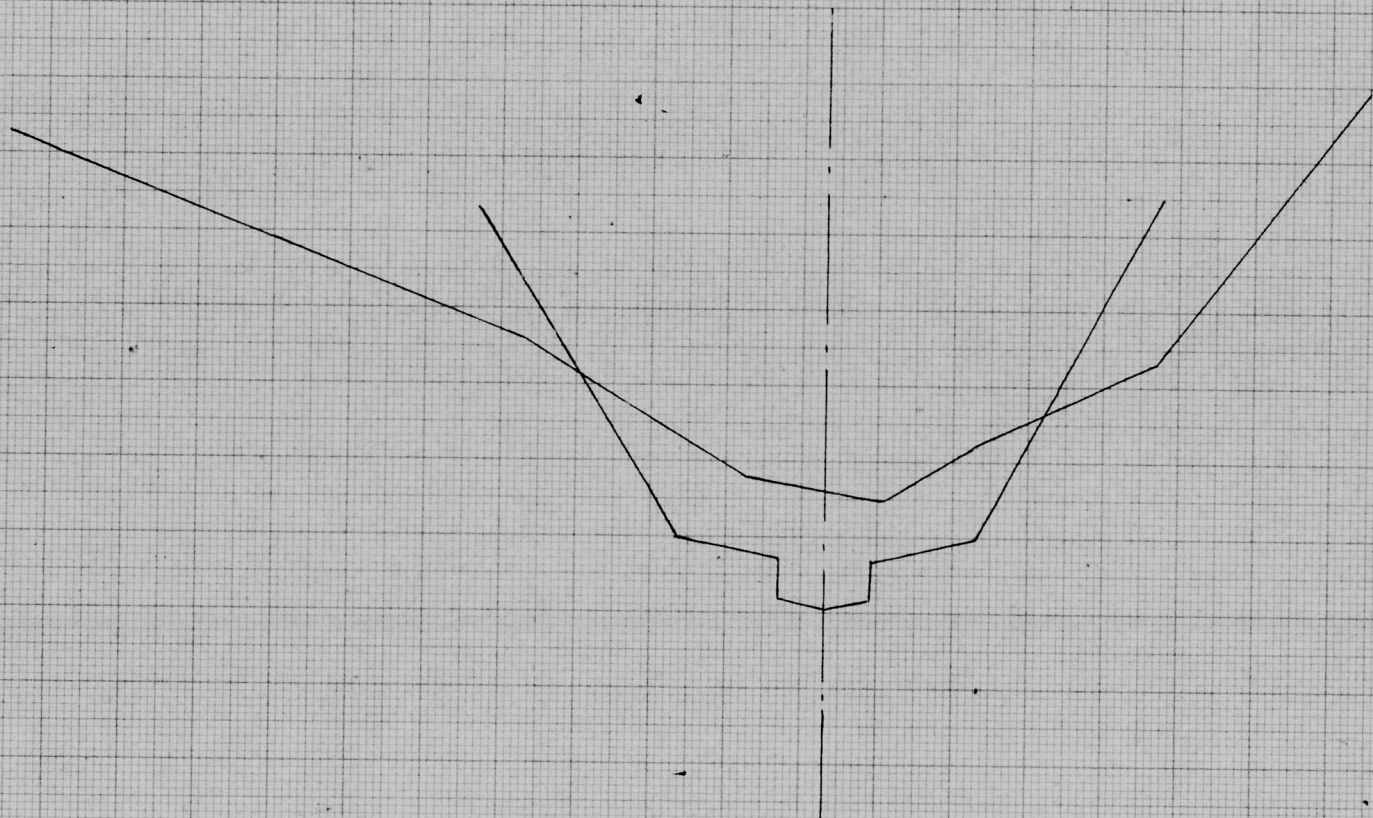
366



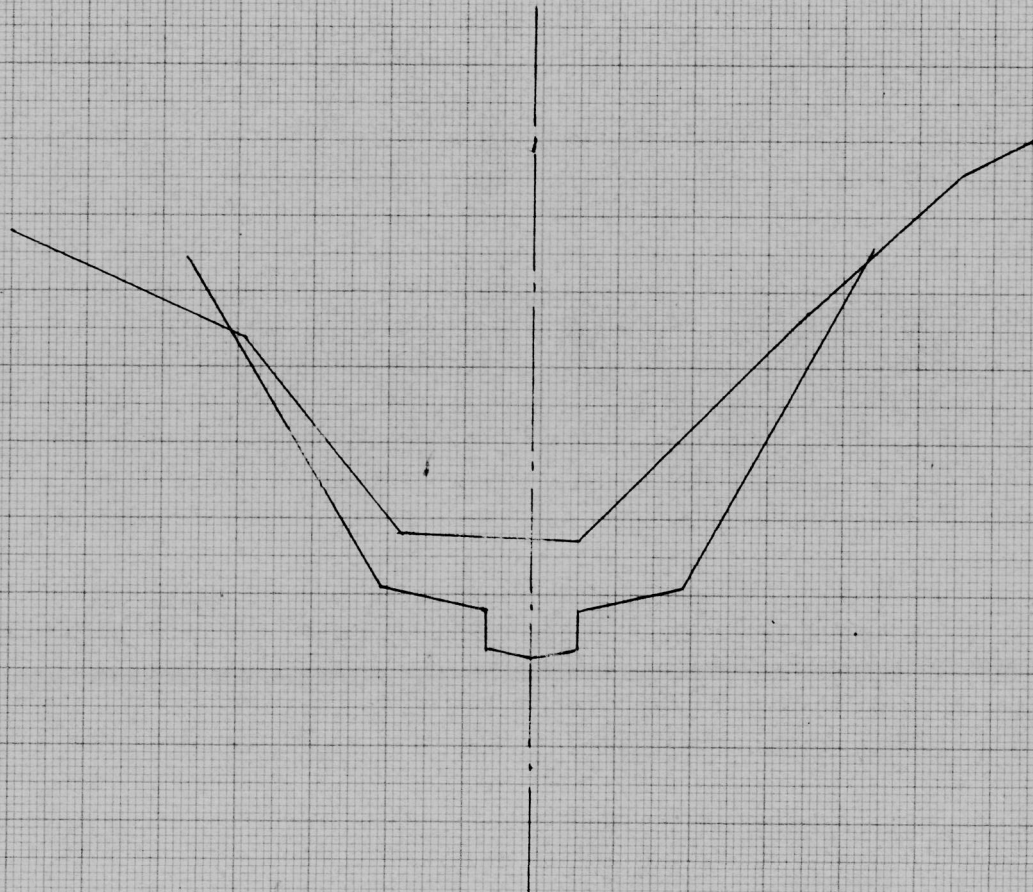
386

406



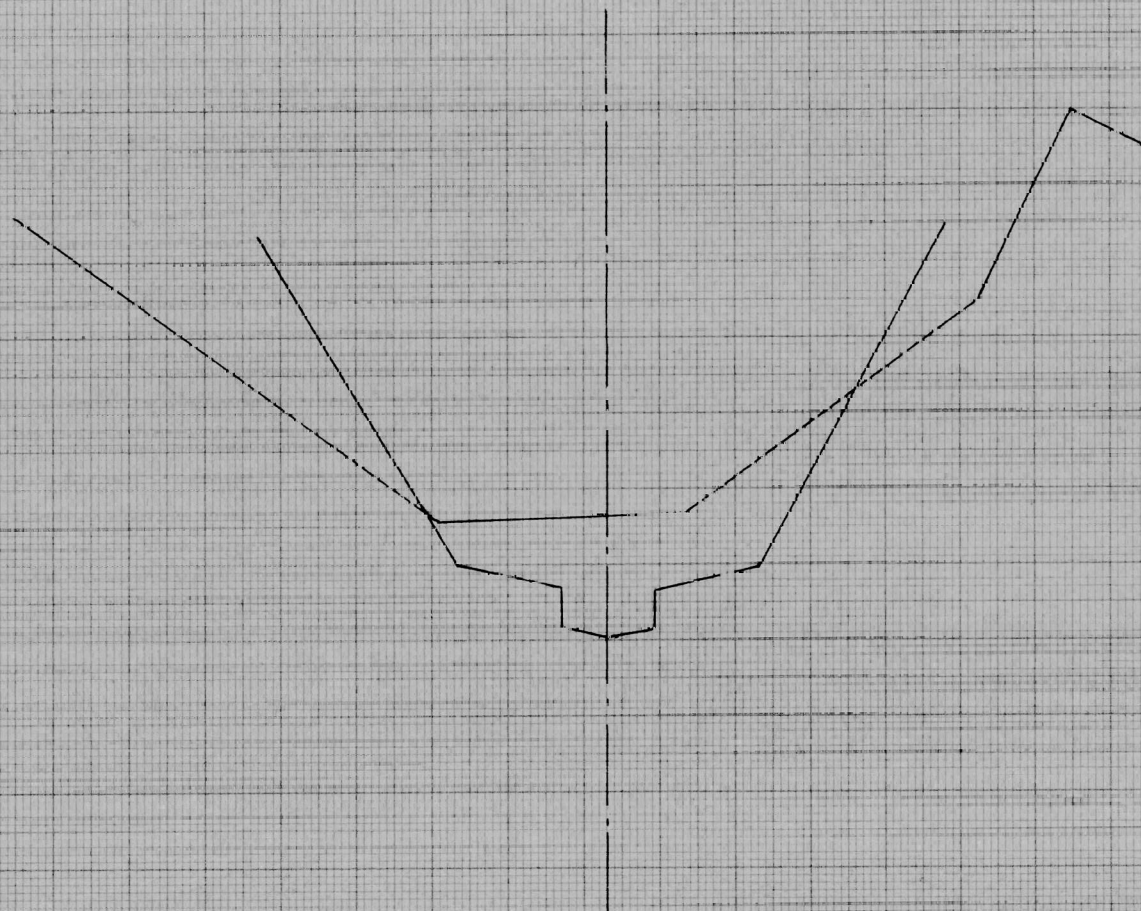


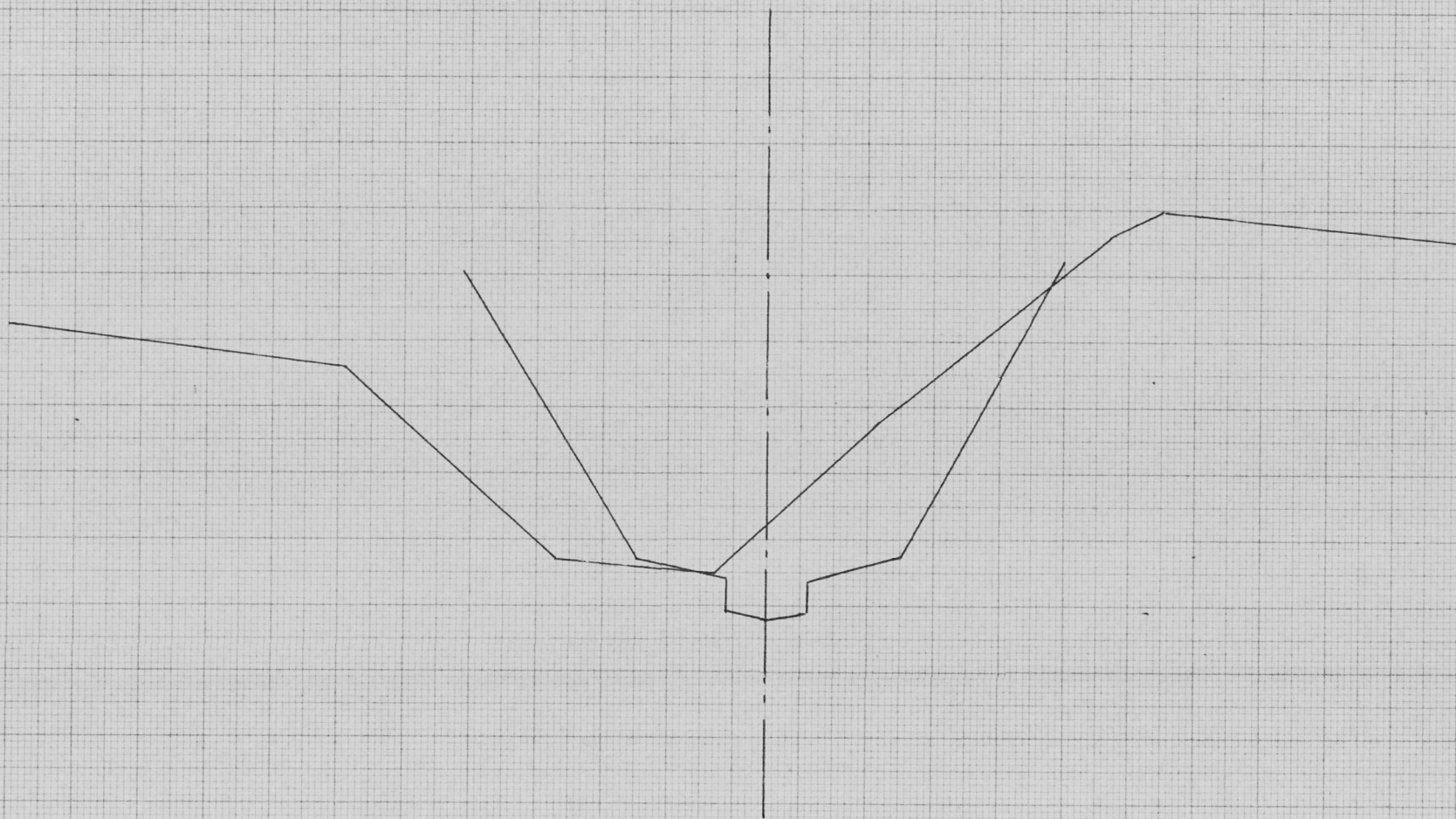
426



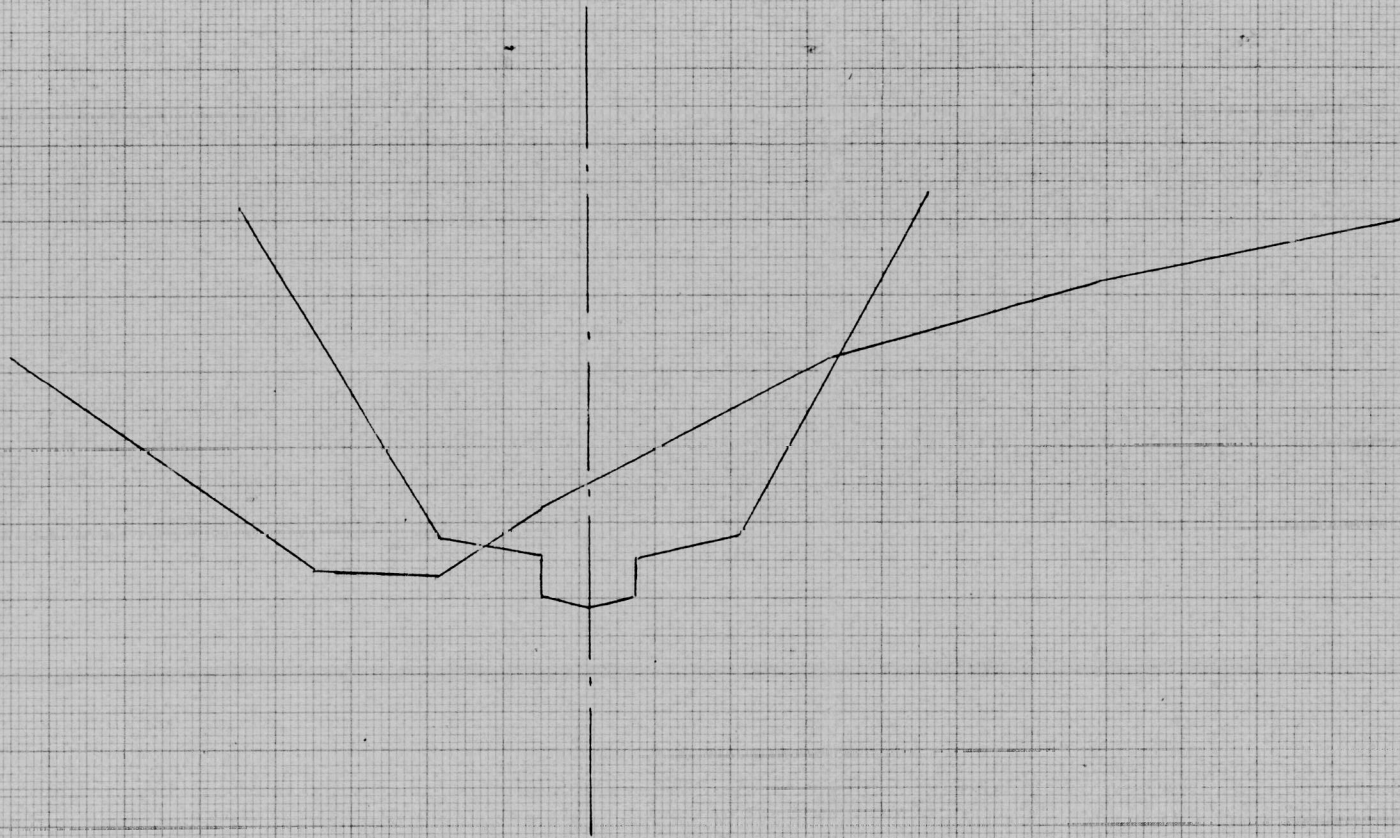
446

486





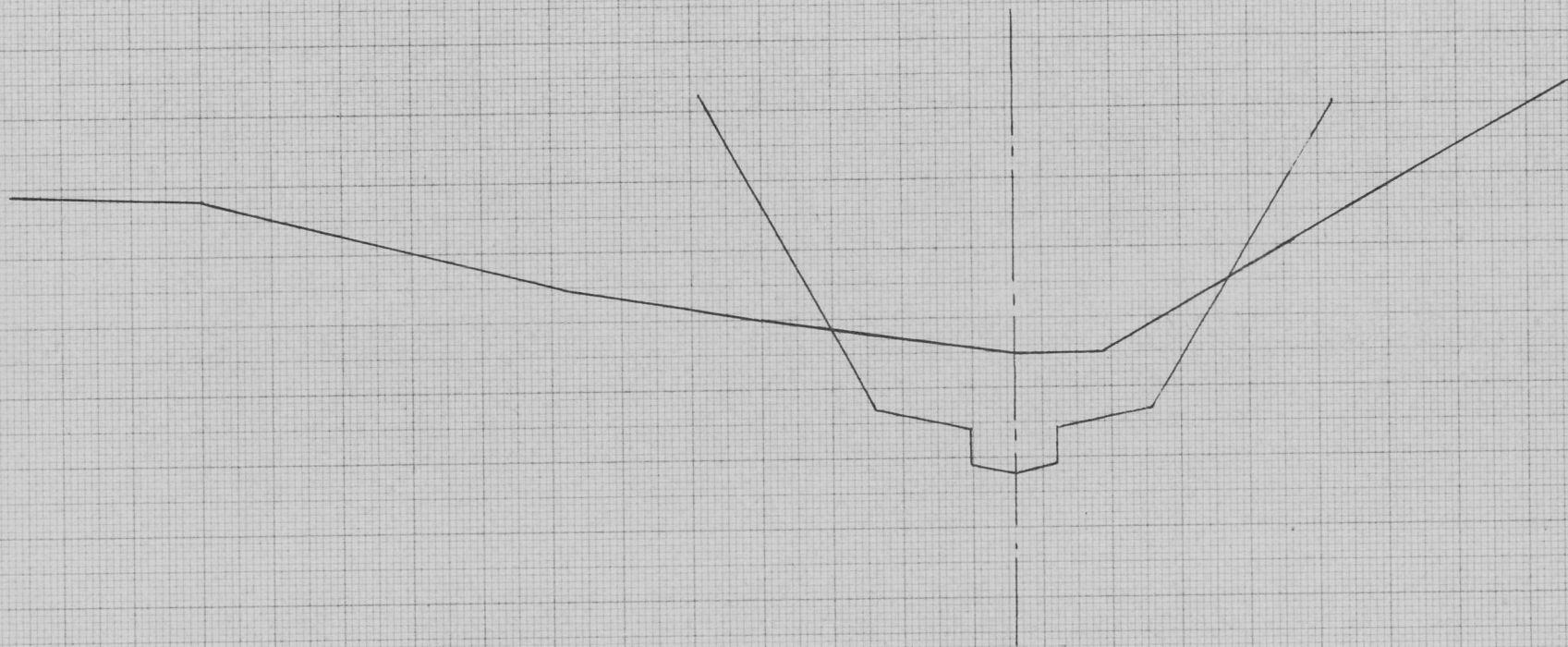
506



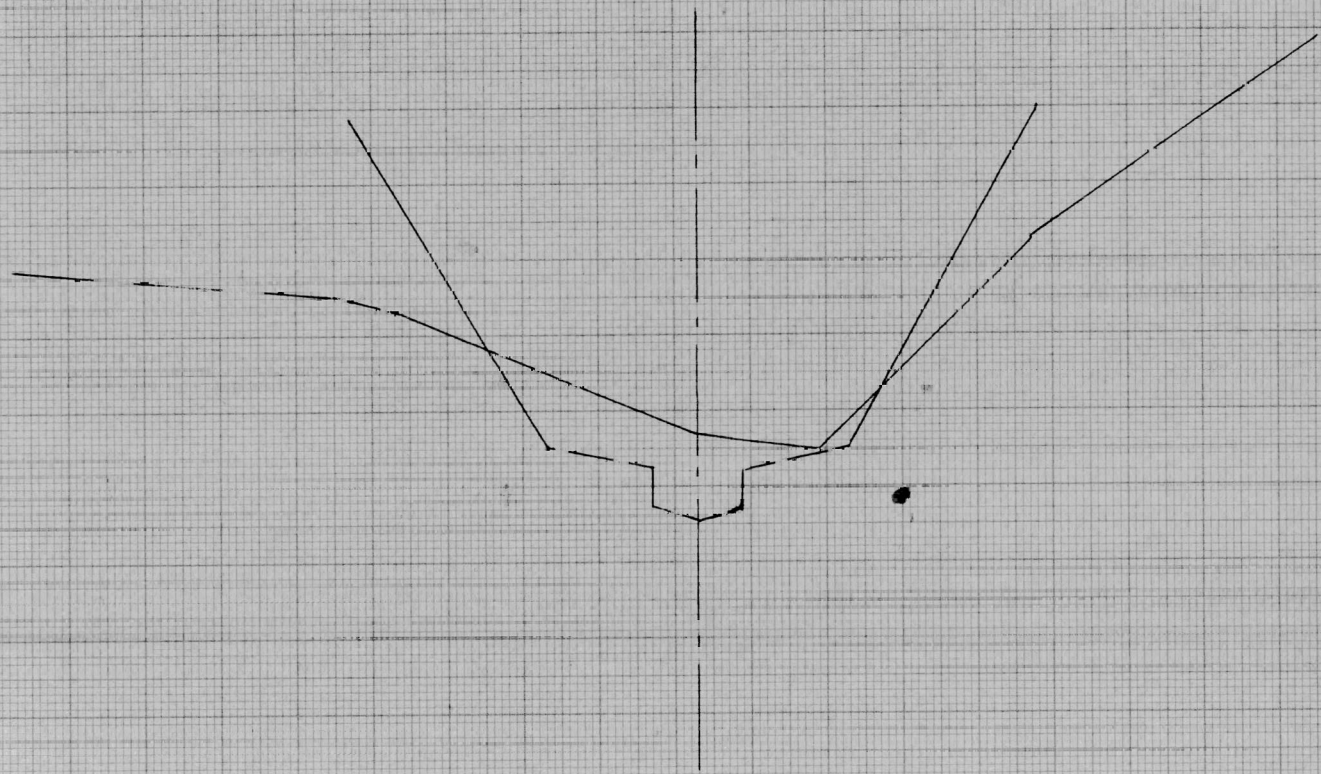
526



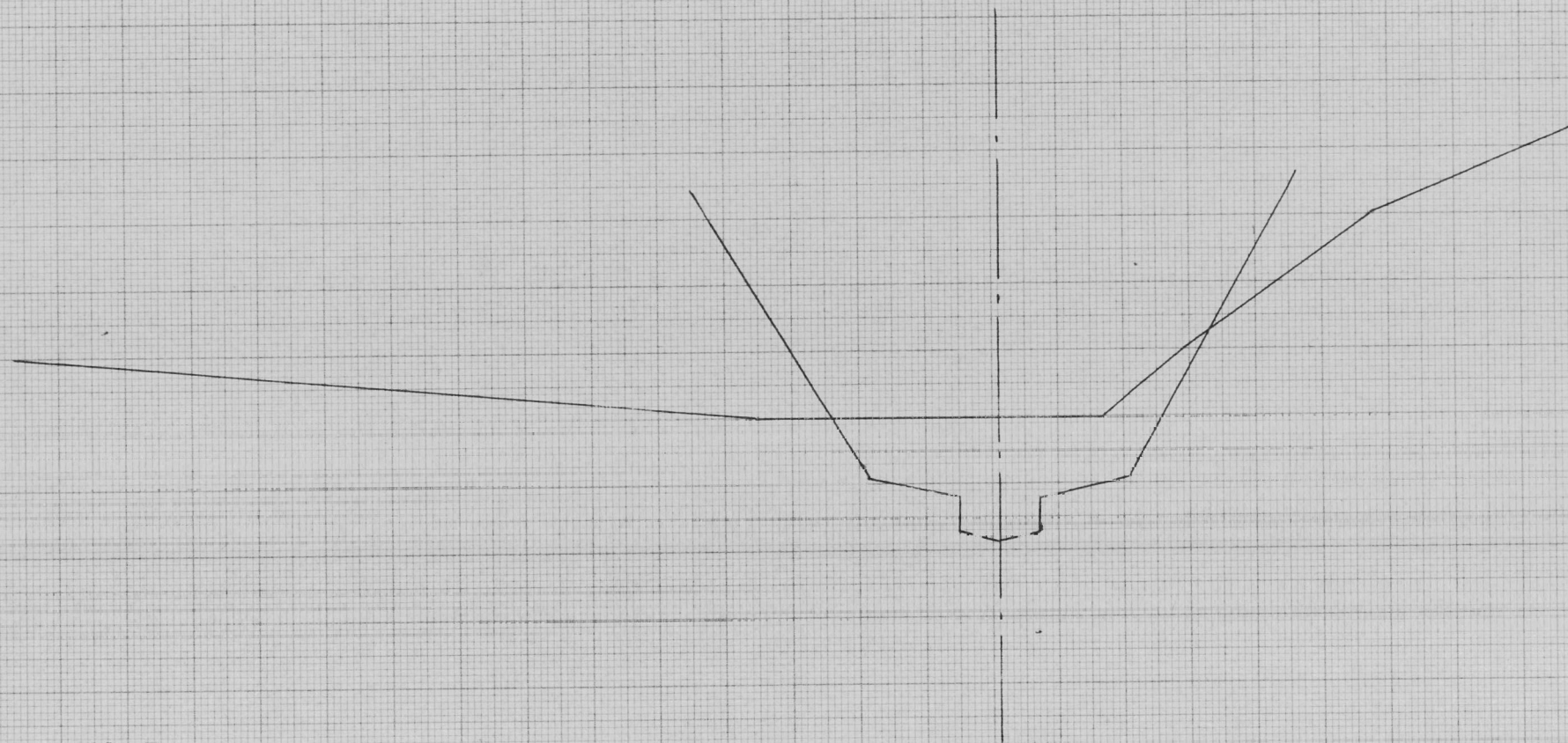
546



557,5

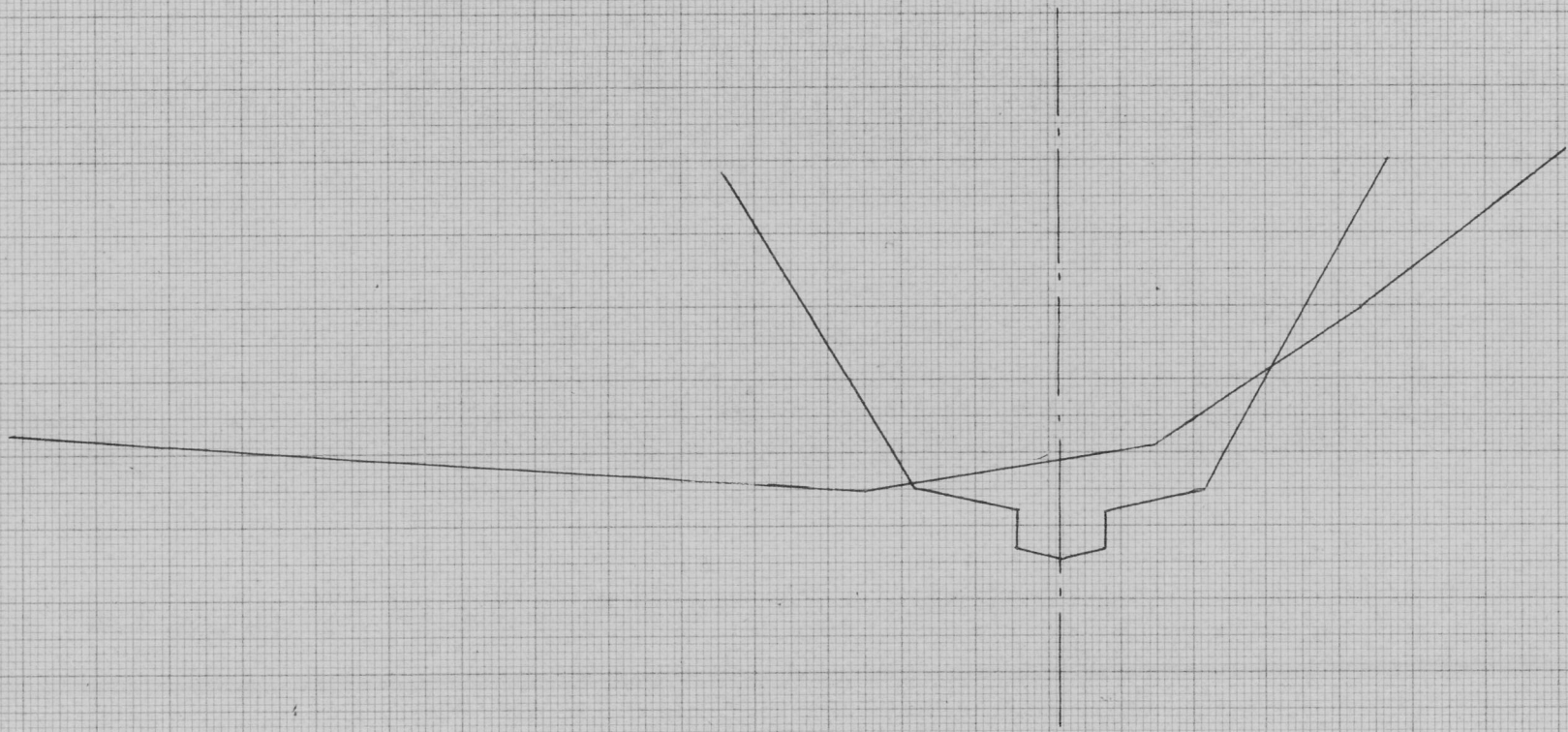


577,5



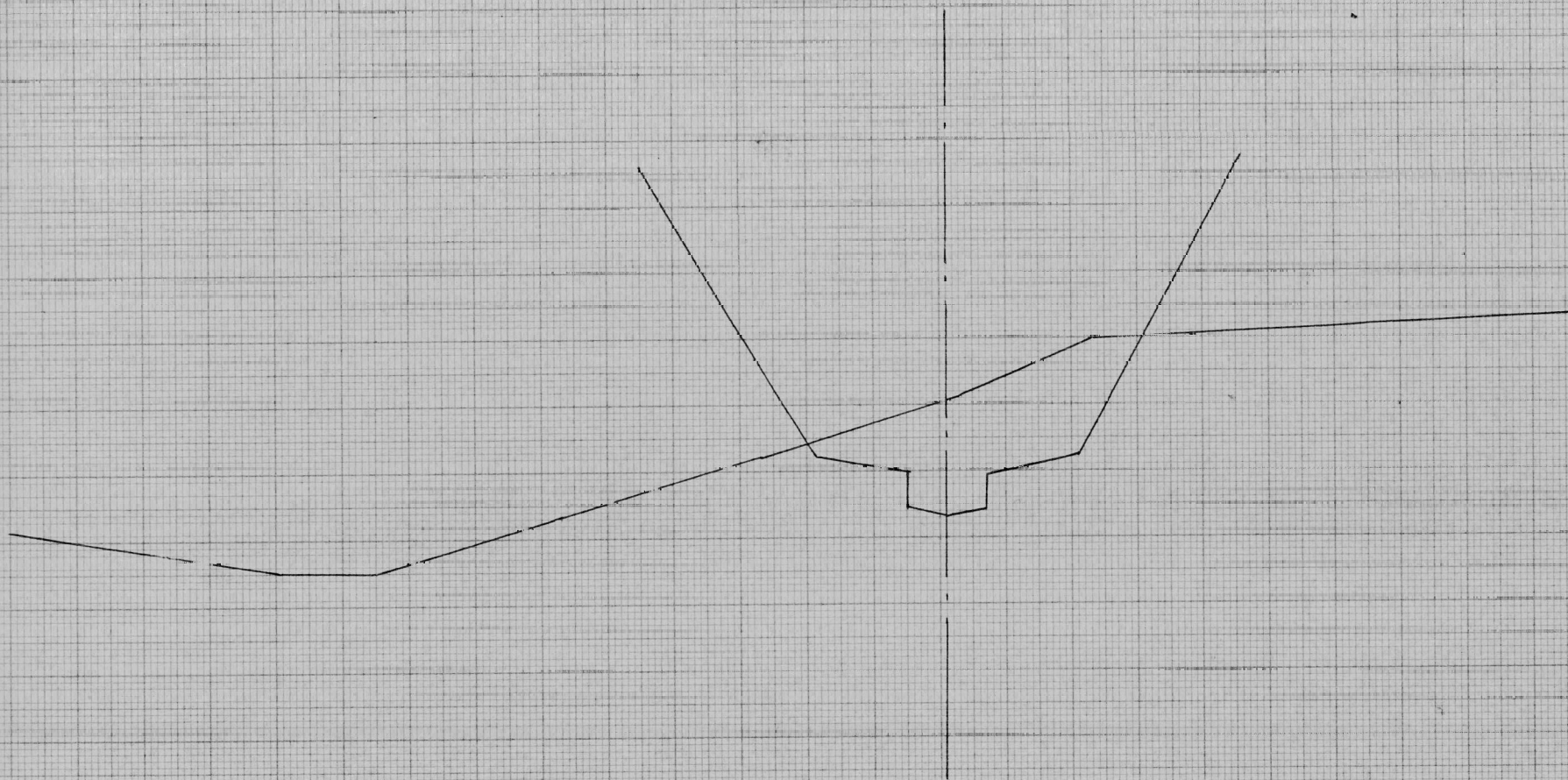
597,5

625,5

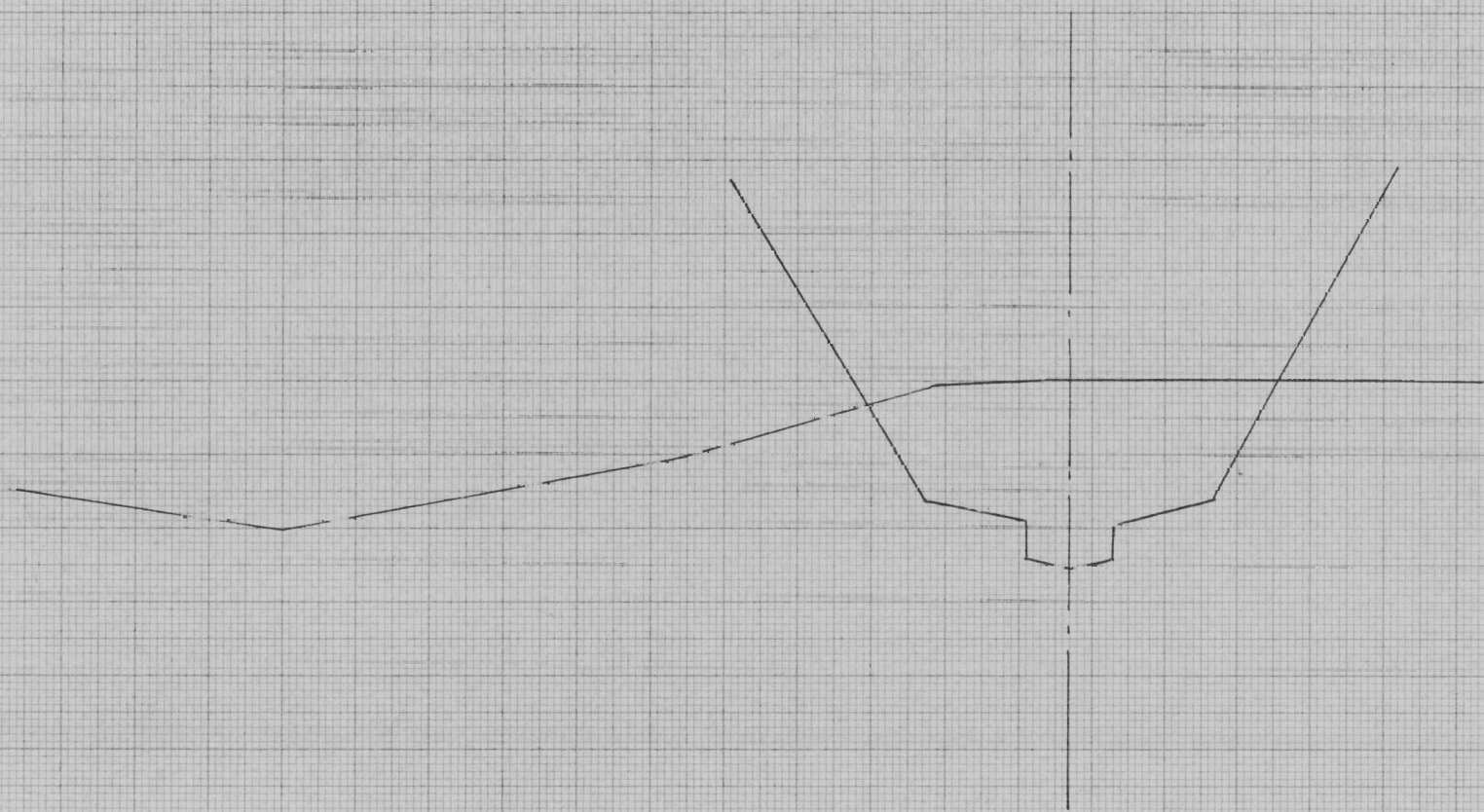


657,5

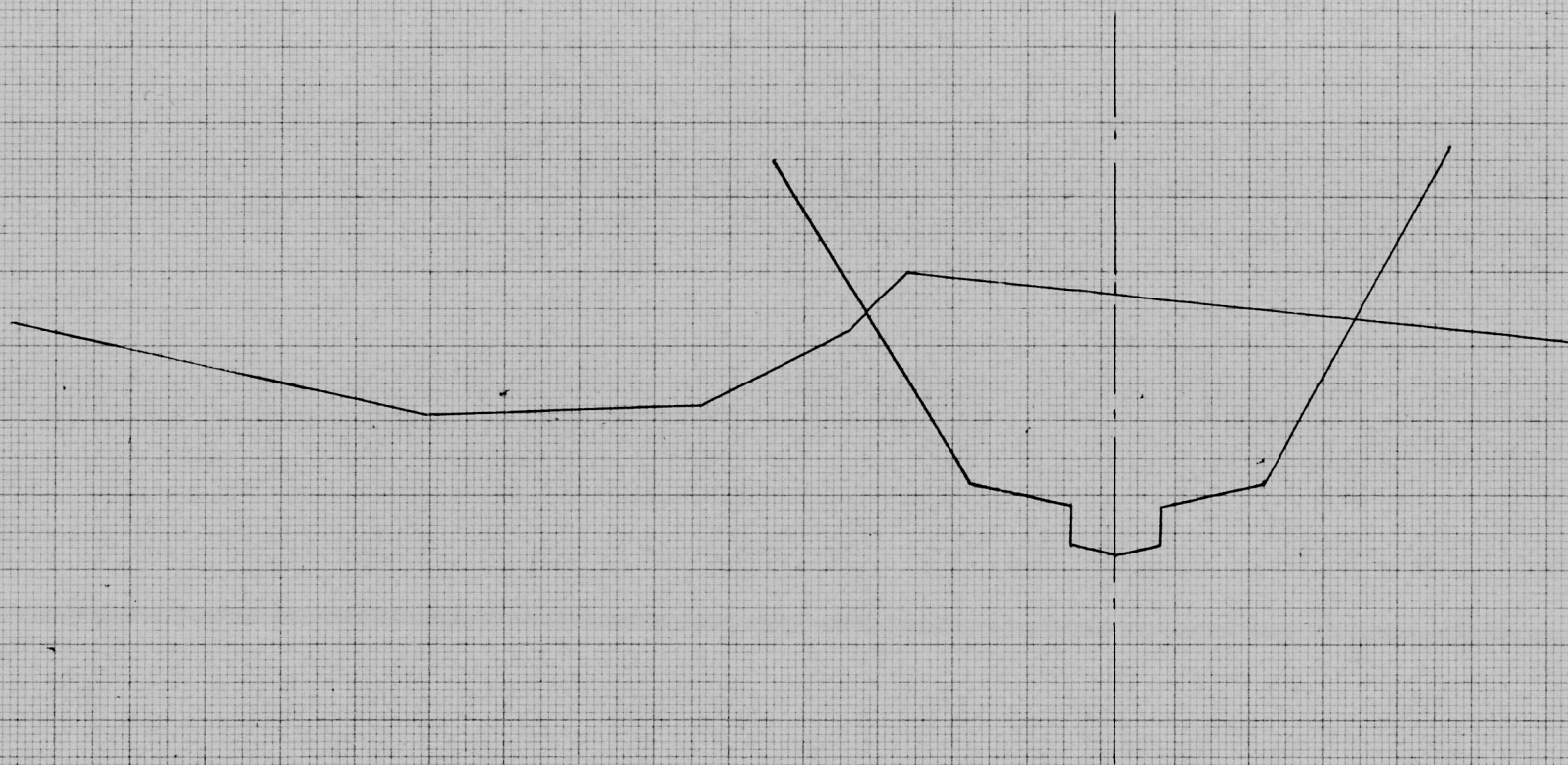




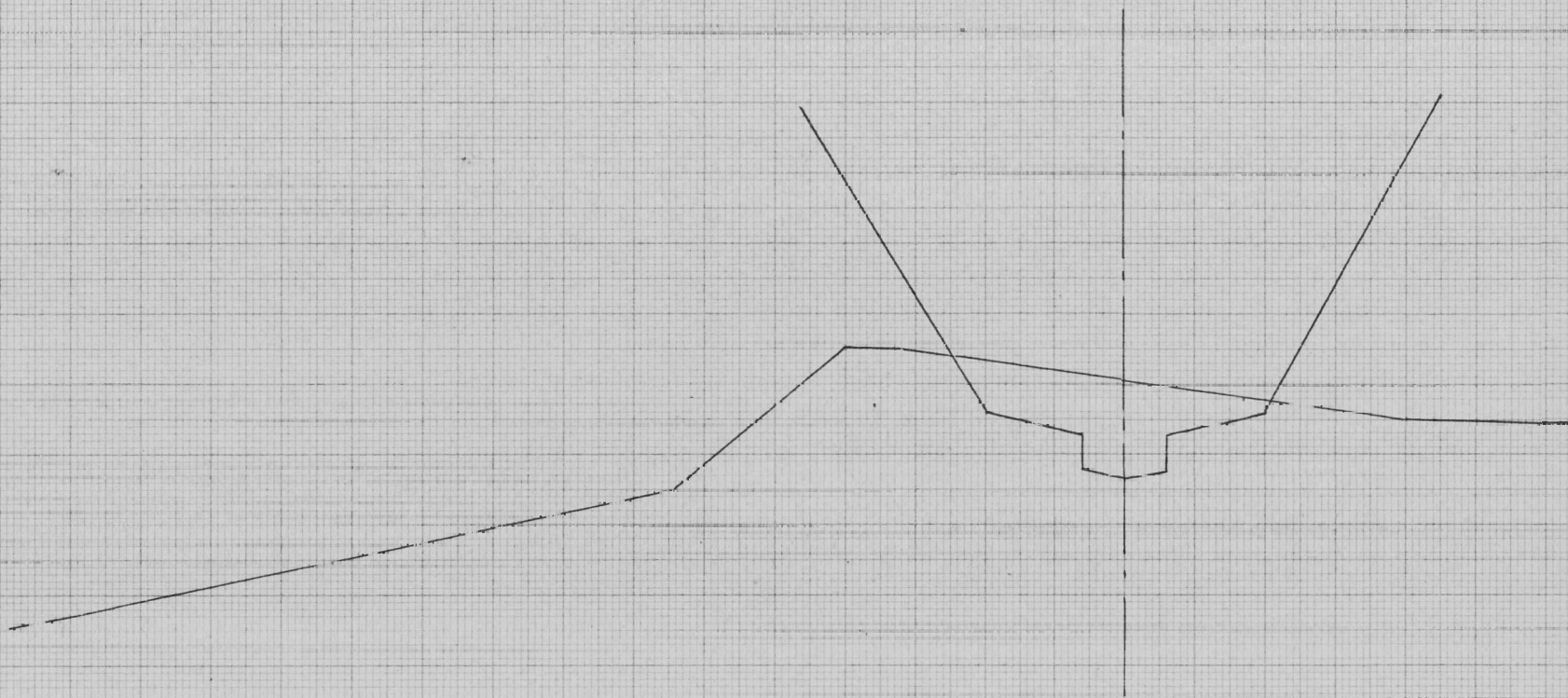
689



729

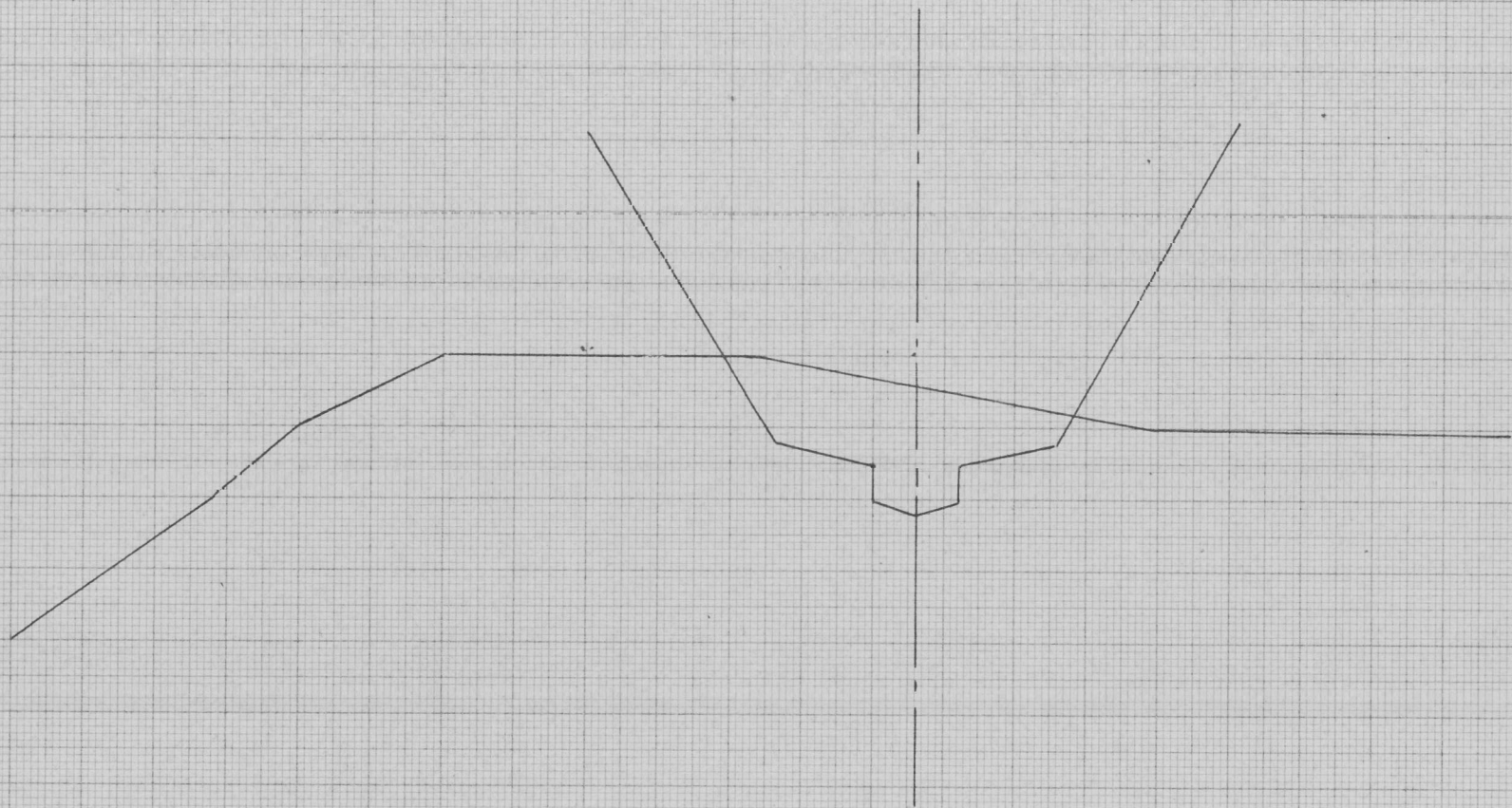


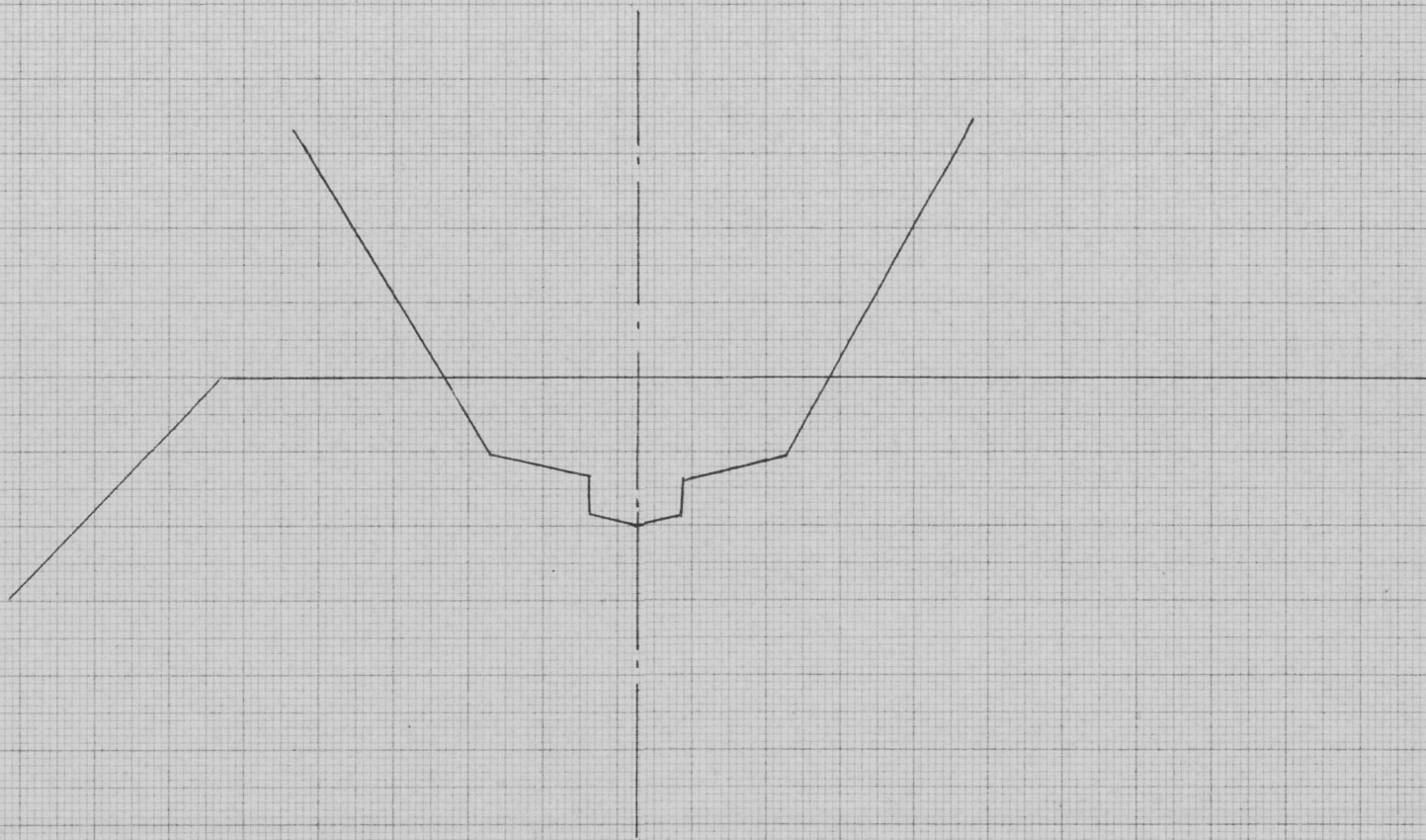
769



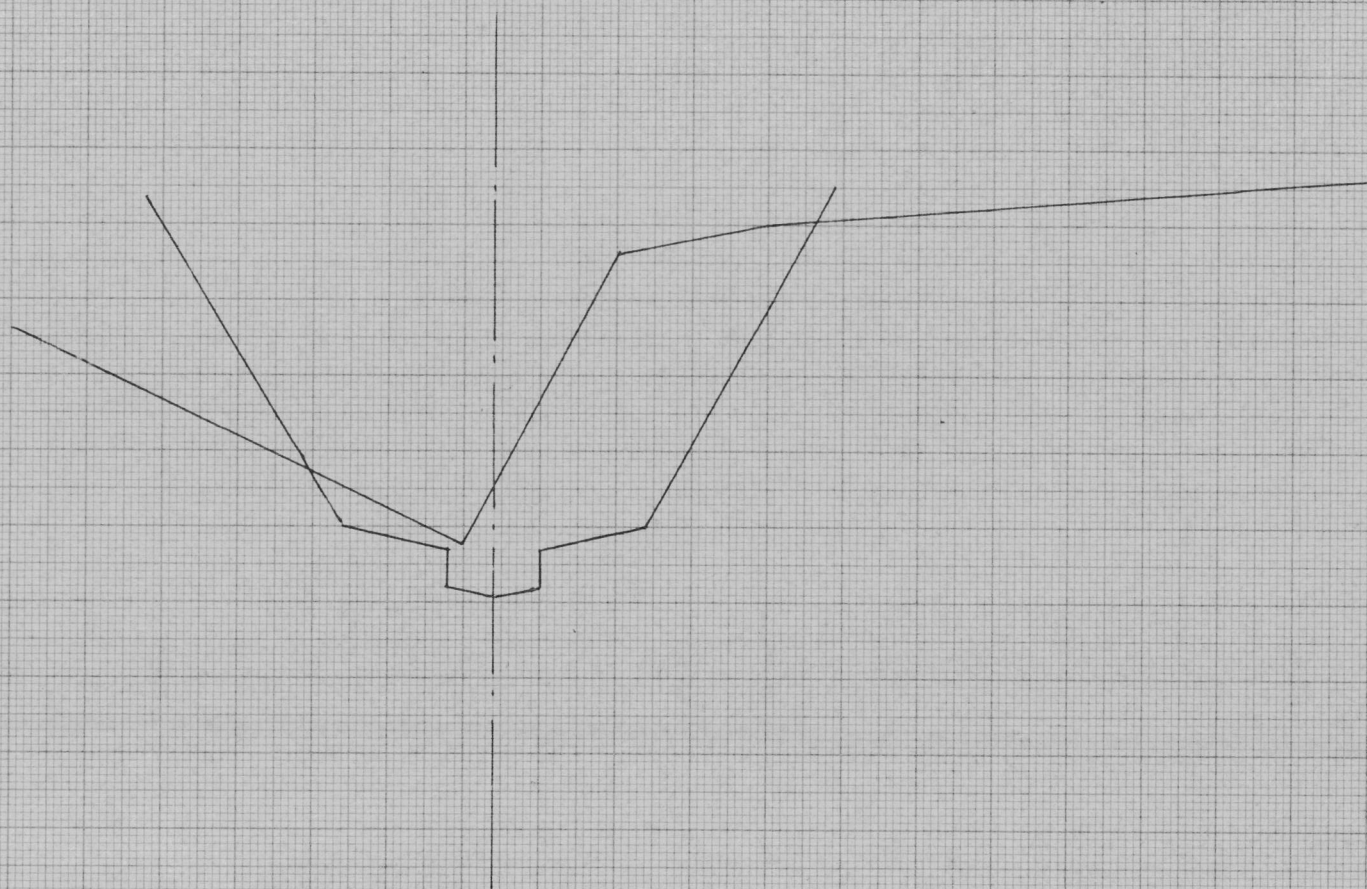
783

803



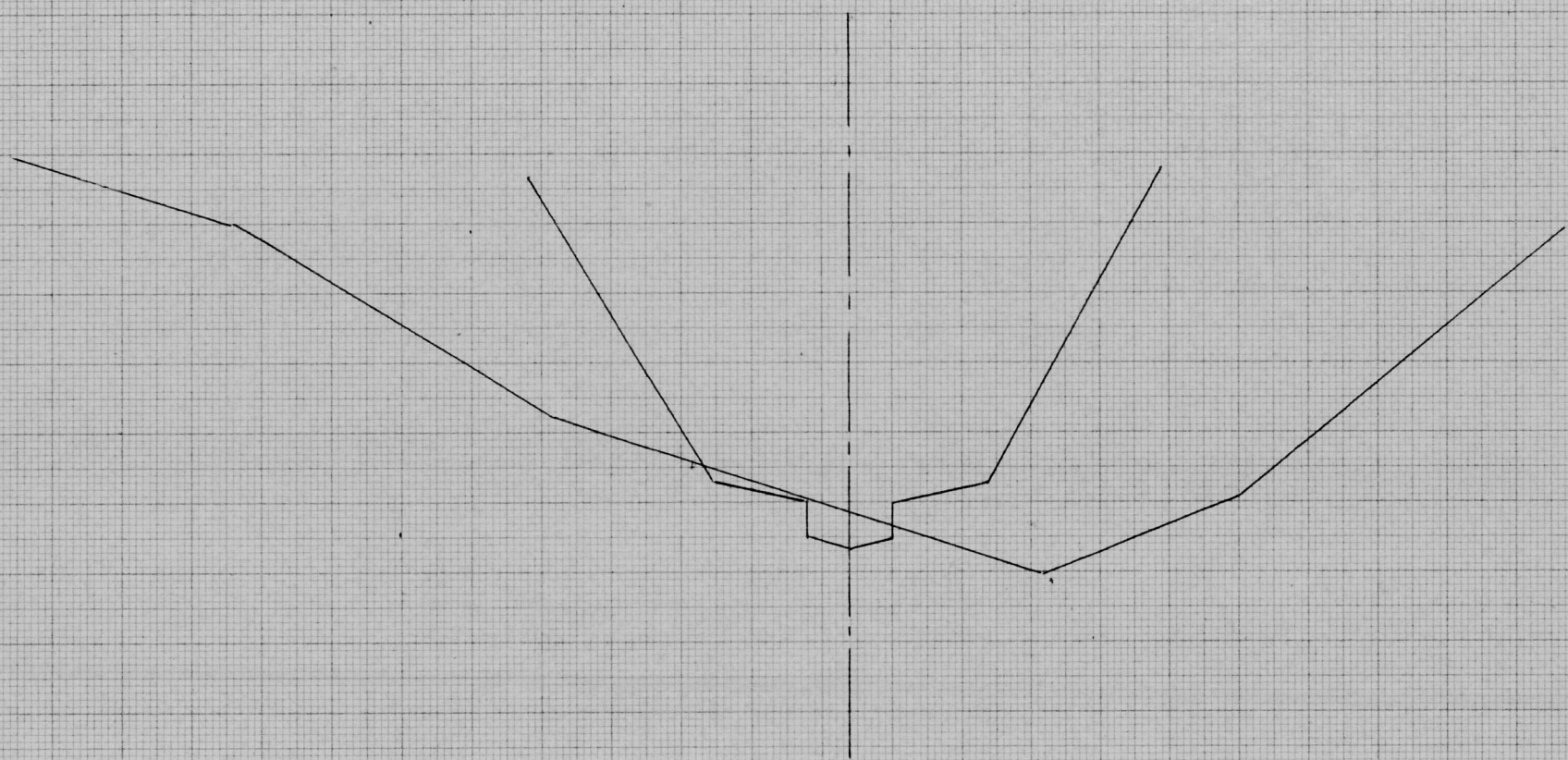


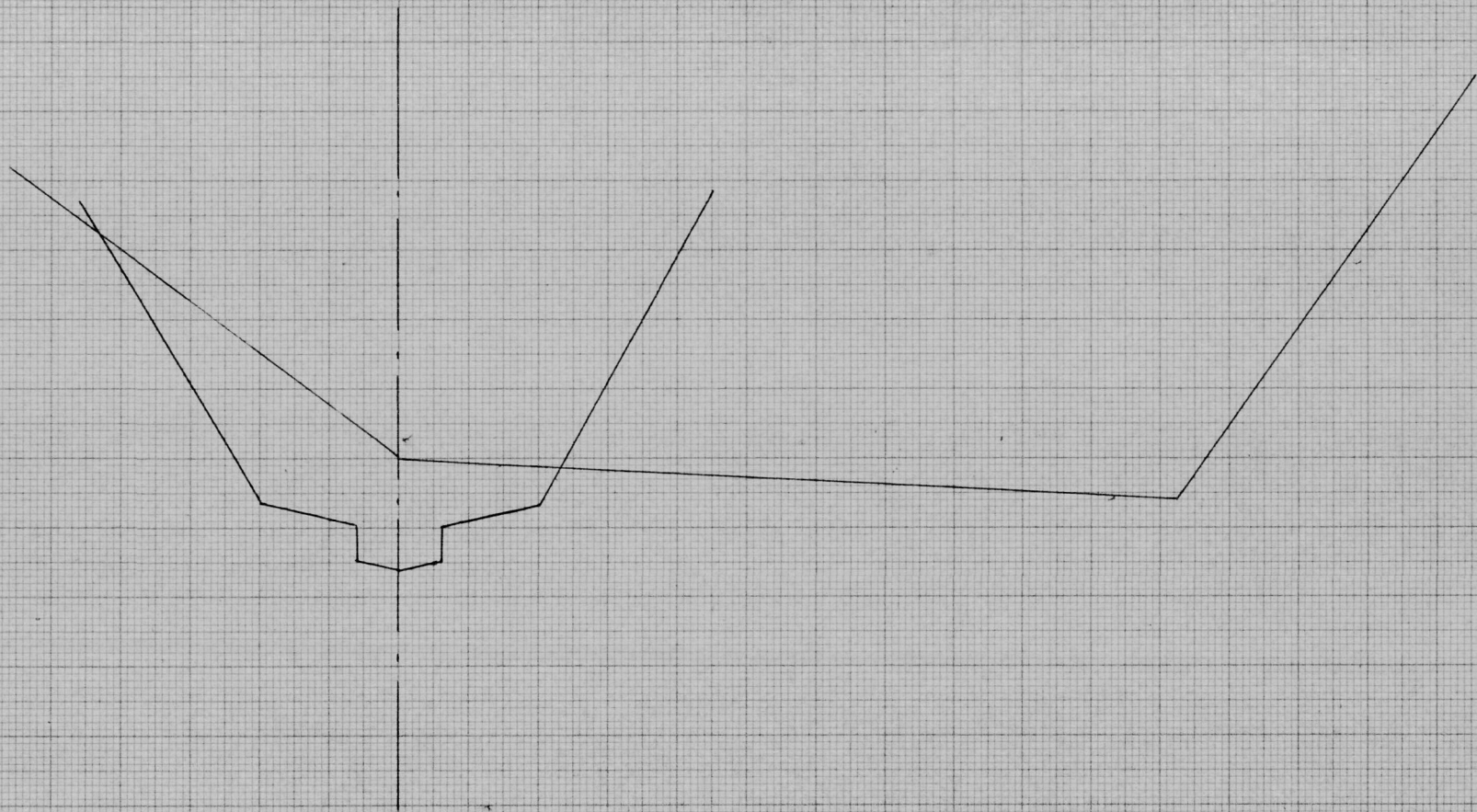
843



881

981

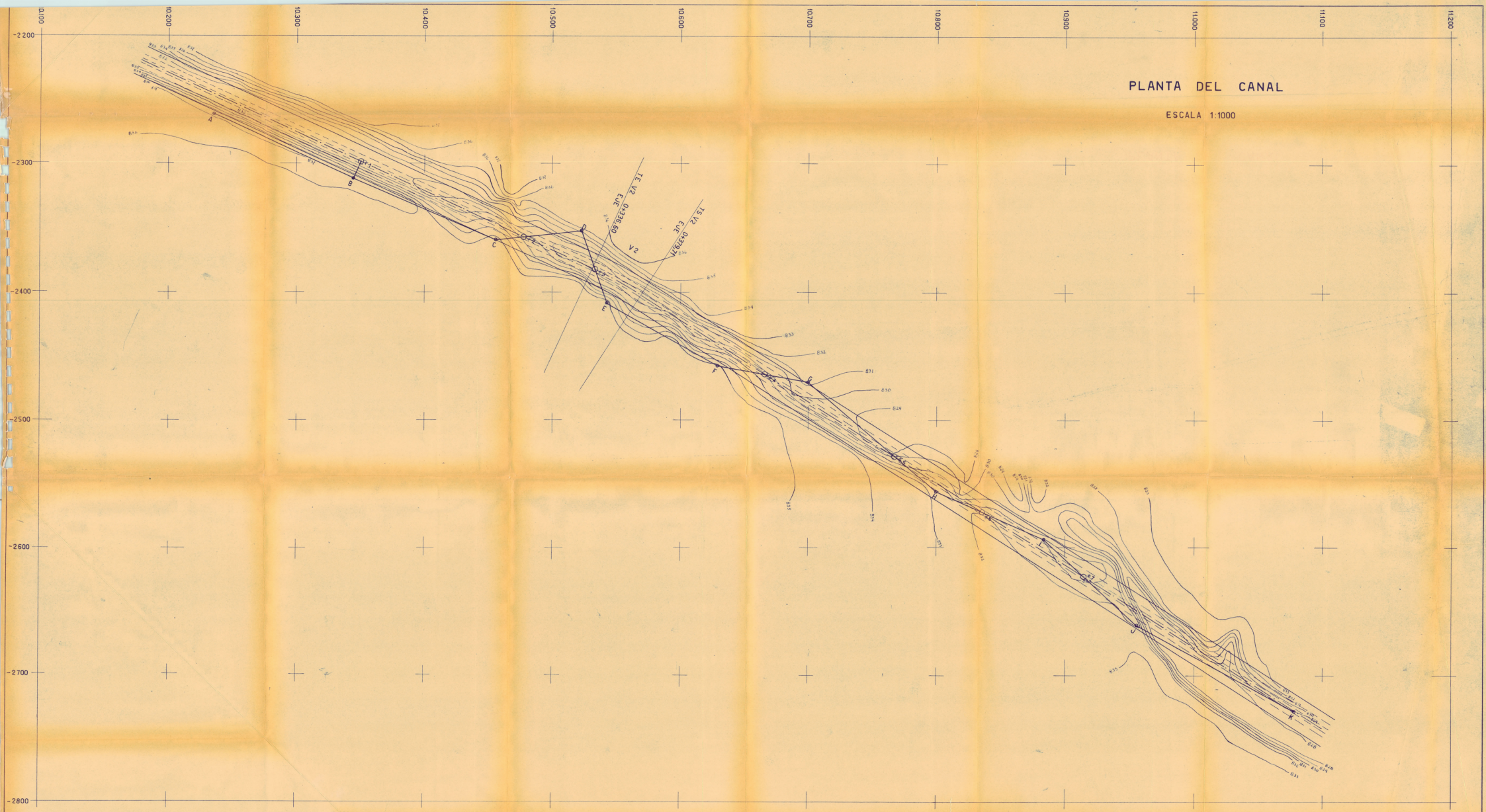




1+000

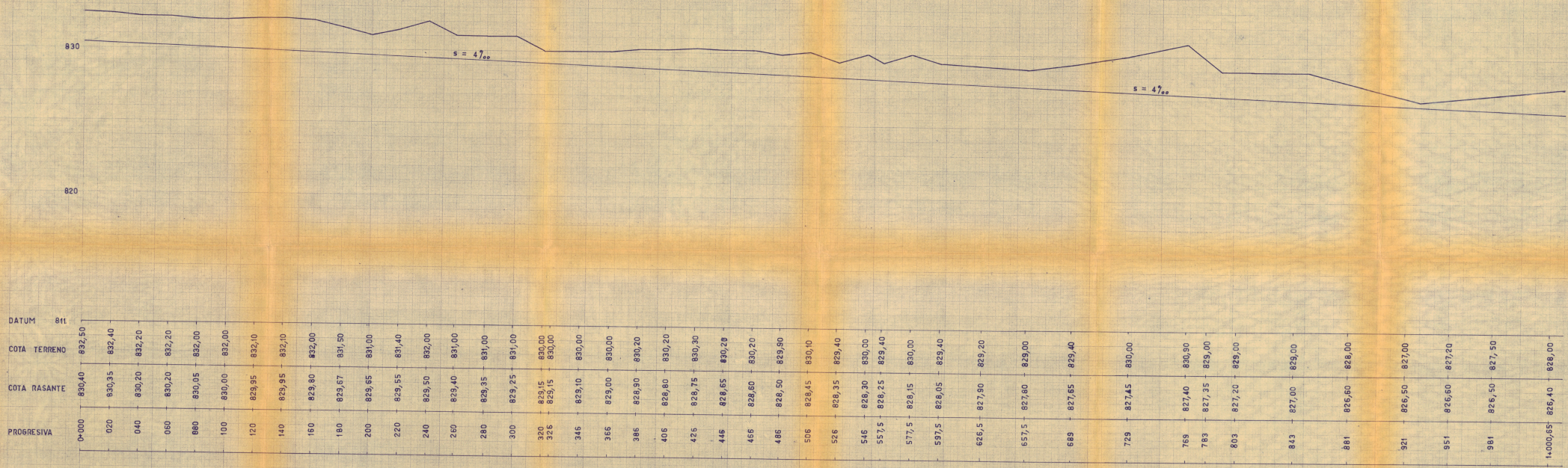
PLANTA DEL CANAL

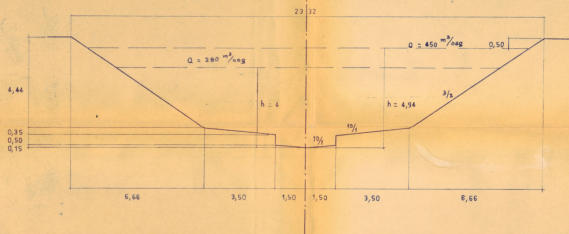
ESCALA 1:1000



PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA H = 1:1000
V = 1:100





SECCION TIPO "B"
ESCALA 1:100

h	P	A	V	Q
m	m	m ²	m ³ /seg	m ³ /seg
0.15	3.02	0.23	0.63	0.02
0.40	3.52	0.98	1.49	1.46
0.65	4.02	1.73	2.00	3.46
1.00	11.06	4.00	1.79	7.16
1.25	11.96	6.50	2.30	15.55
1.50	12.86	9.58	2.85	26.73
1.75	13.76	12.34	3.27	40.35
2.00	14.66	15.49	3.65	56.54
2.25	15.56	18.84	4.00	75.36
2.50	16.46	23.38	4.31	96.46
2.75	17.36	26.09	4.61	120.27
3.00	18.26	30.00	4.90	147.00
3.25	19.16	34.09	5.16	175.90
3.50	20.06	38.58	5.41	207.44
3.75	20.96	42.89	5.66	242.47
4.00	21.86	47.50	5.89	279.78
4.25	22.76	52.34	6.12	320.32
4.50	23.66	57.38	6.34	363.79
4.75	24.56	62.59	6.56	410.59
5.00	25.46	68.00	6.77	460.36
5.25	26.36	73.59	6.97	512.92
5.50	27.26	79.38	7.17	568.15
5.75	28.16	85.34	7.36	628.10
6.00	29.06	91.50	7.55	690.83

FORMULA DE MANNING

$$Q = \frac{1}{n} S^{1/2} R^{2/3} A$$

$$n = 0.018$$

$$S = 0.004$$

$$R = \frac{A}{P} \sqrt{\frac{S}{n}} = 3.514$$

