ANEXO 2

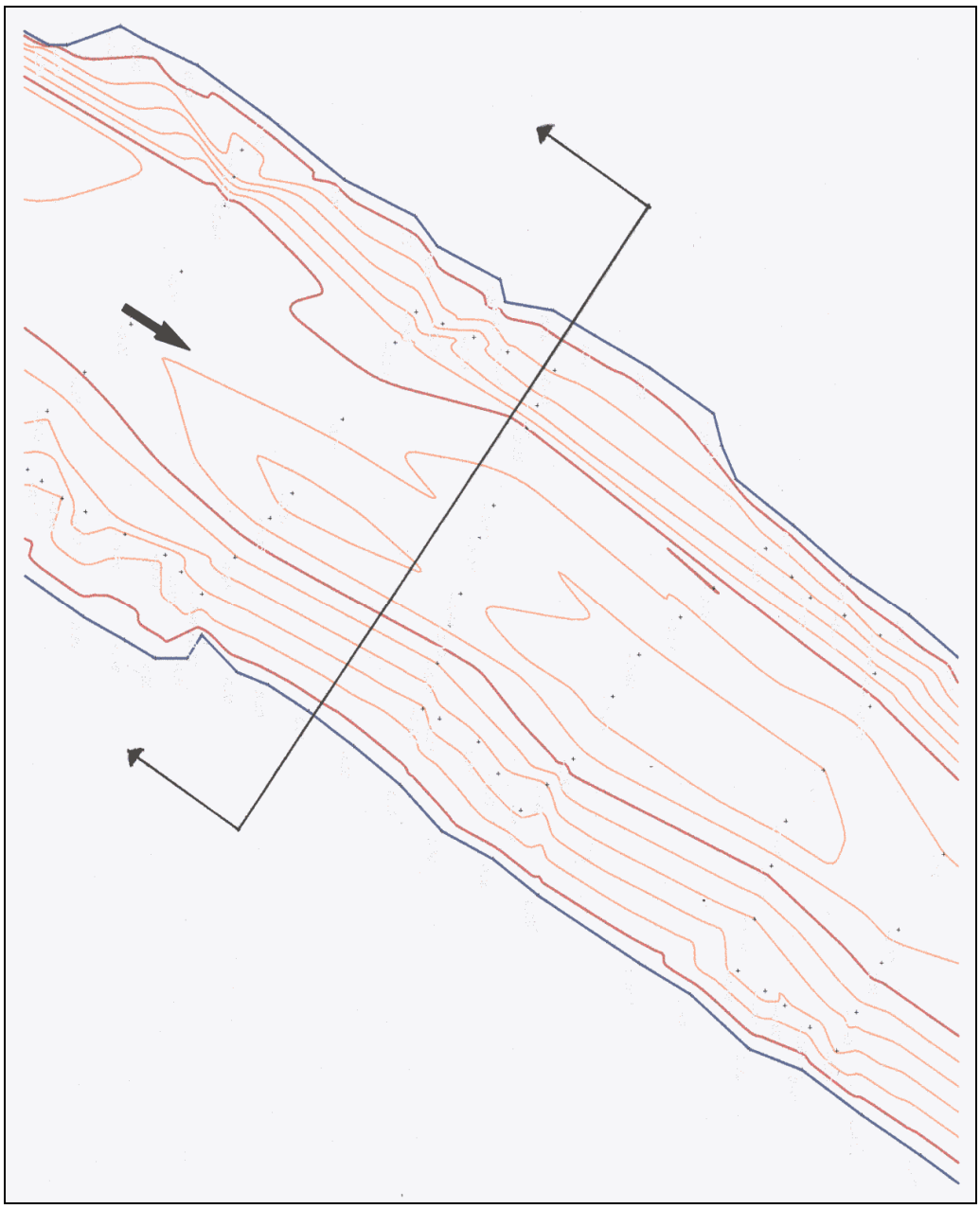
PERFILES TRANSVERSALES DEL RÍO EBRO EN EL TRAMO TORTOSA-AMPOSTA

1. ***Plantas.***
2. ***Secciones transversales.***
3. ***Velocidades del agua en cada perfil.***

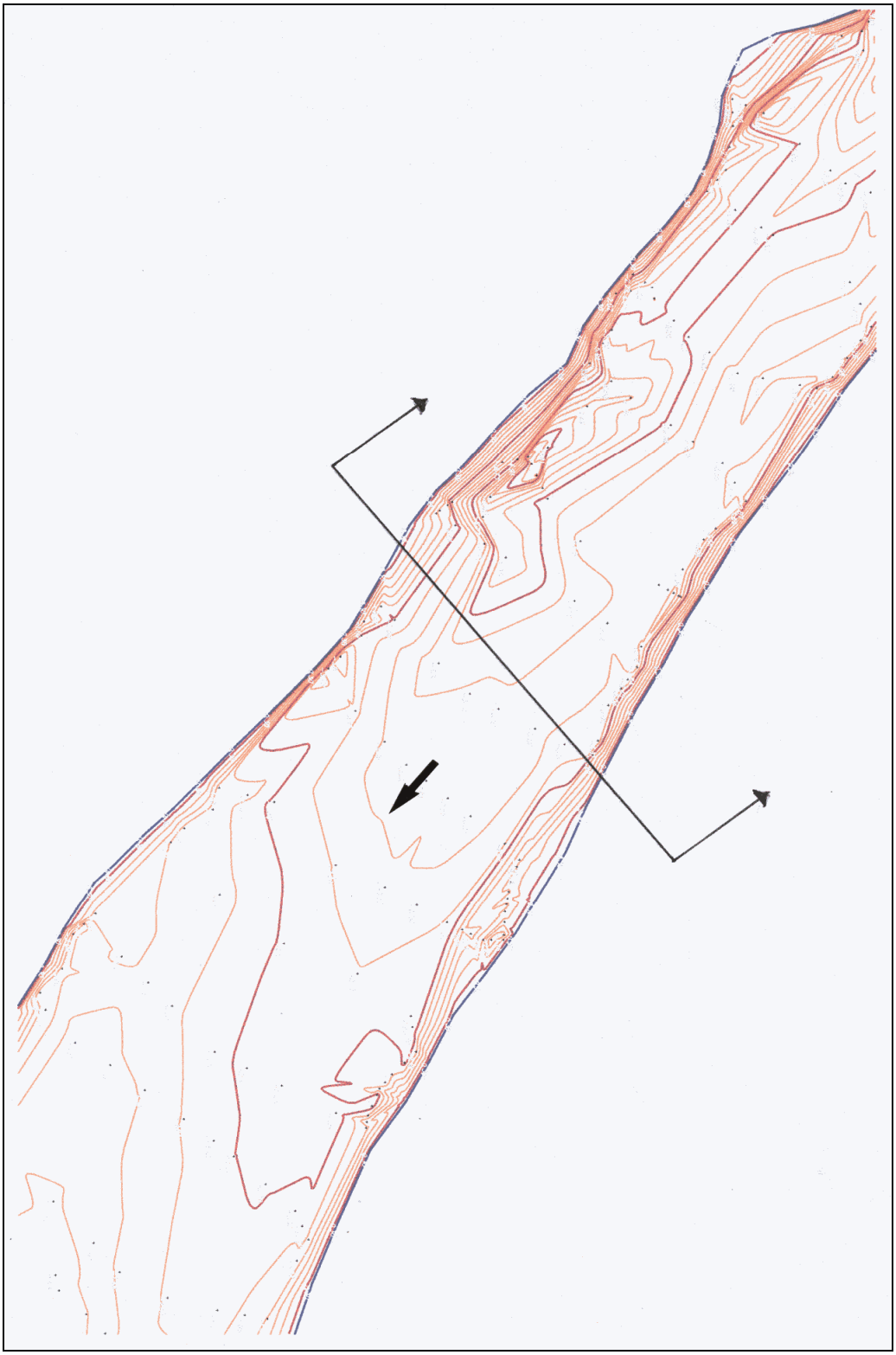
1. Plantas

PLANTA DEL RÍO EN PERFIL 7

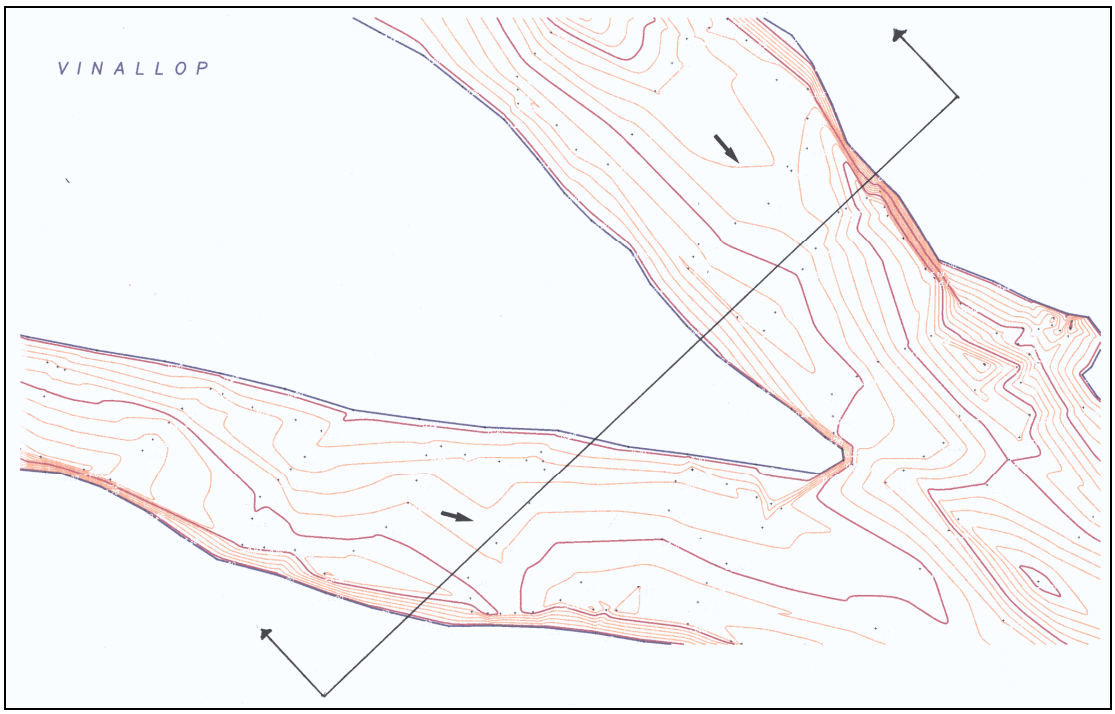
PLANTA DEL RÍO EN PERFIL 8



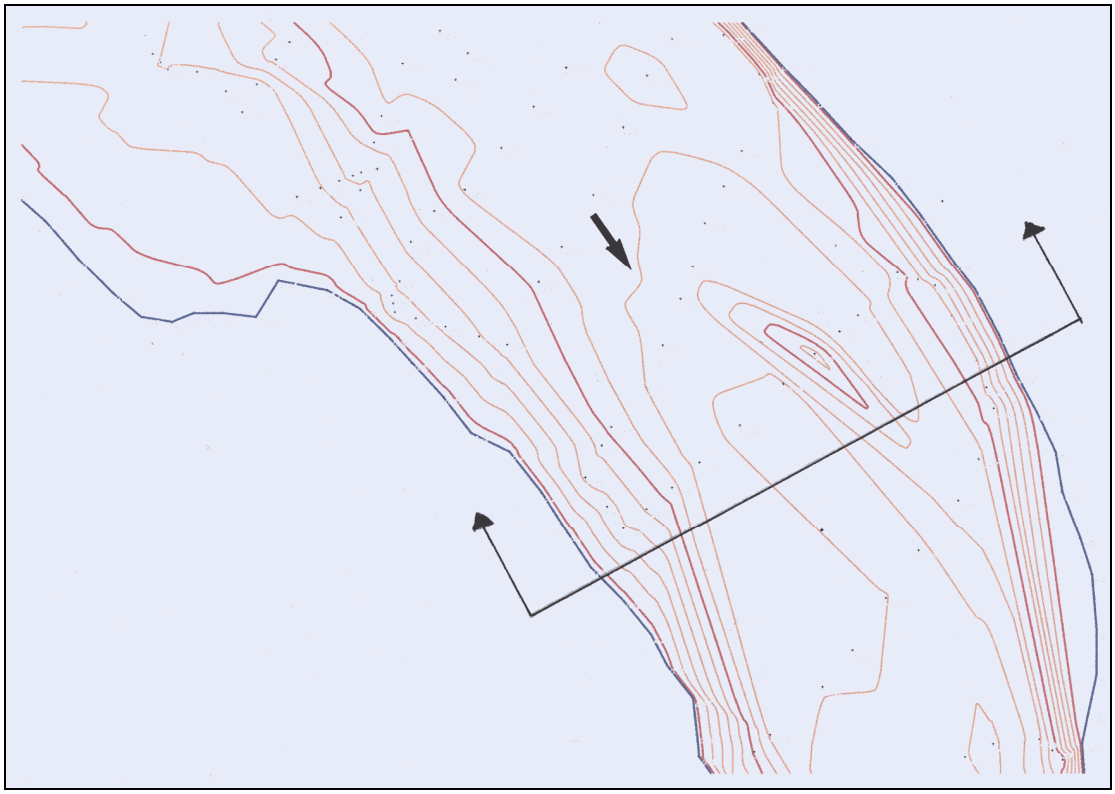
PLANTA DEL RÍO EN PERFIL 14



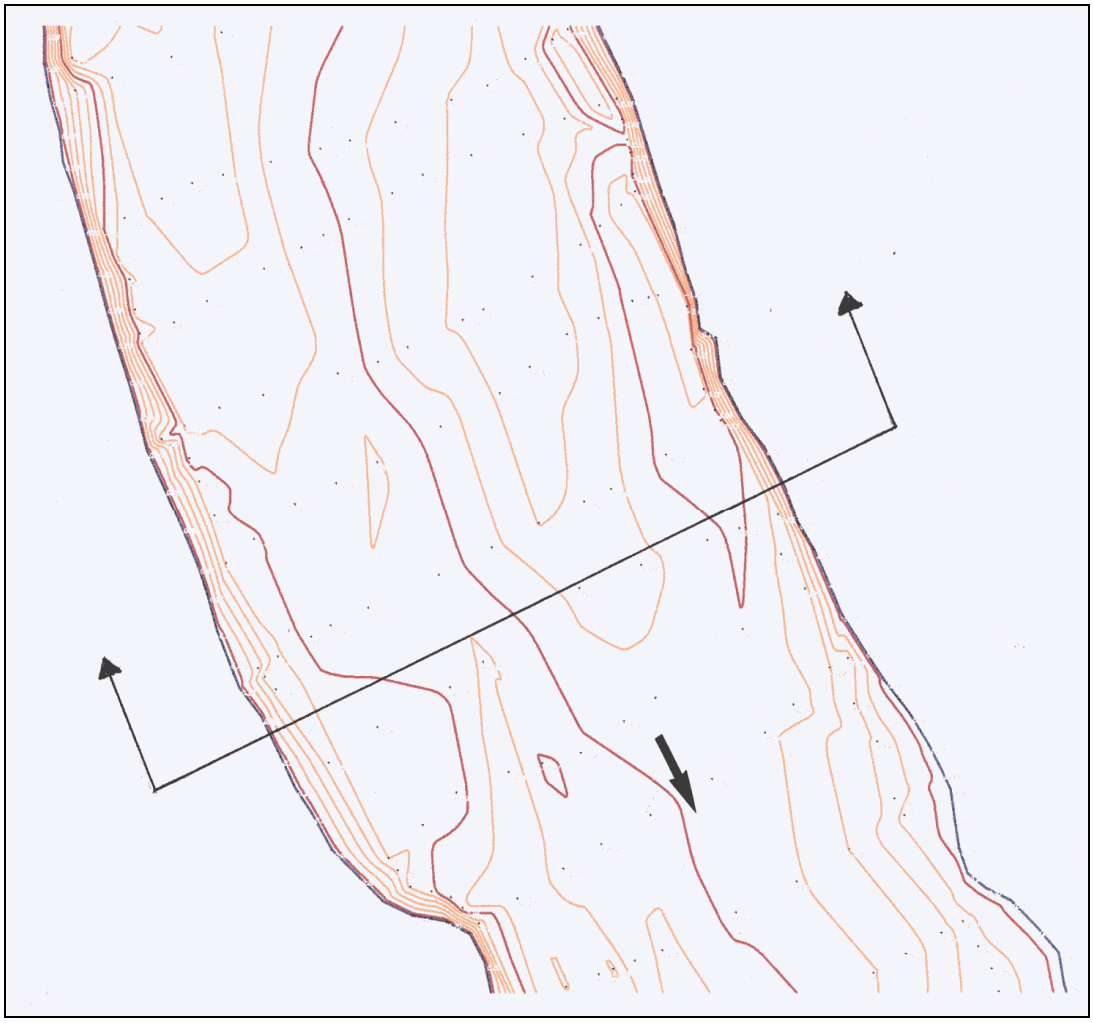
PLANTA DEL RÍO EN PERFIL 16



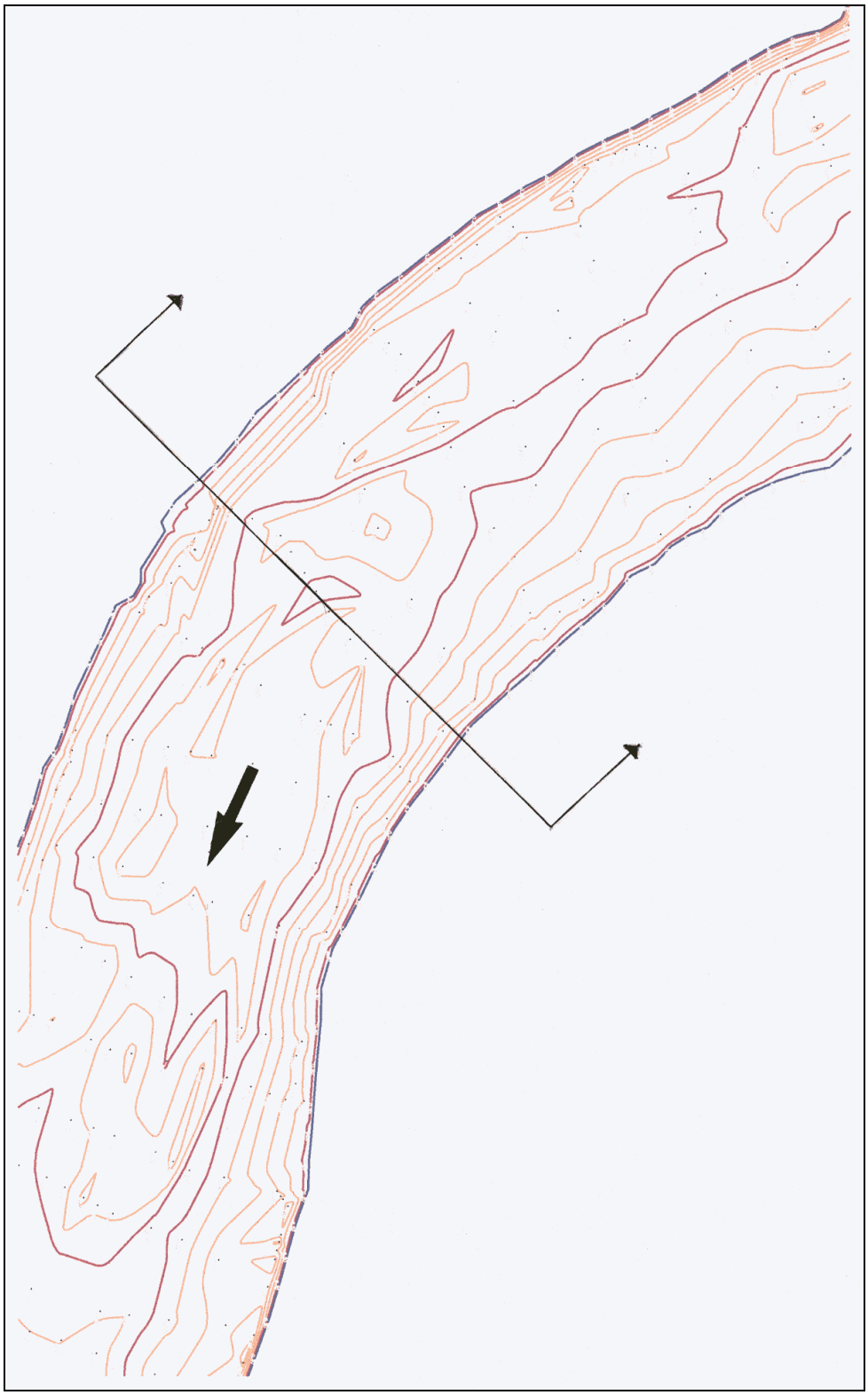
PLANTA DEL RÍO EN PERFIL 19



PLANTA DEL RÍO EN PERFIL 23

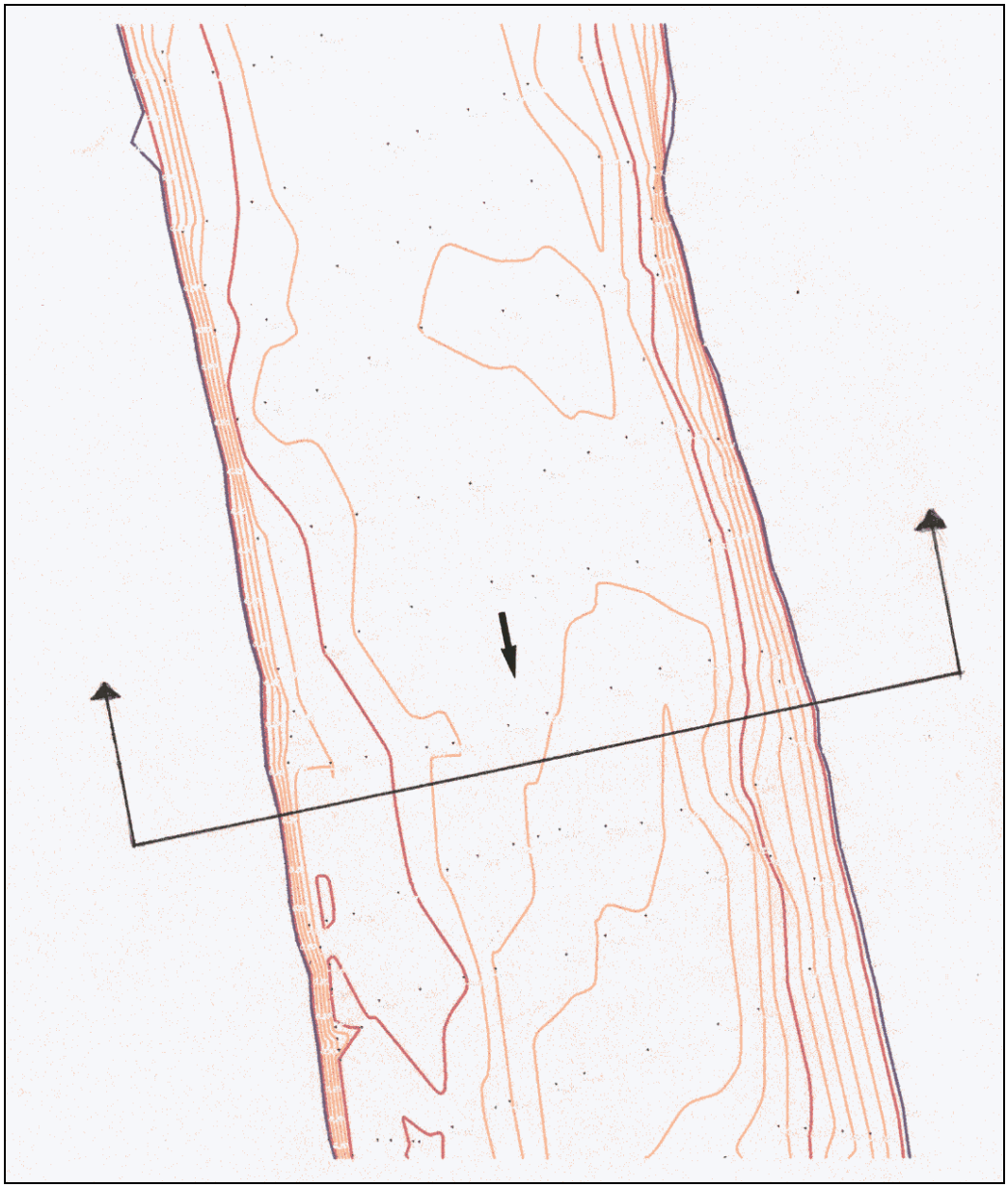


PLANTA DEL RÍO EN PERFIL 1

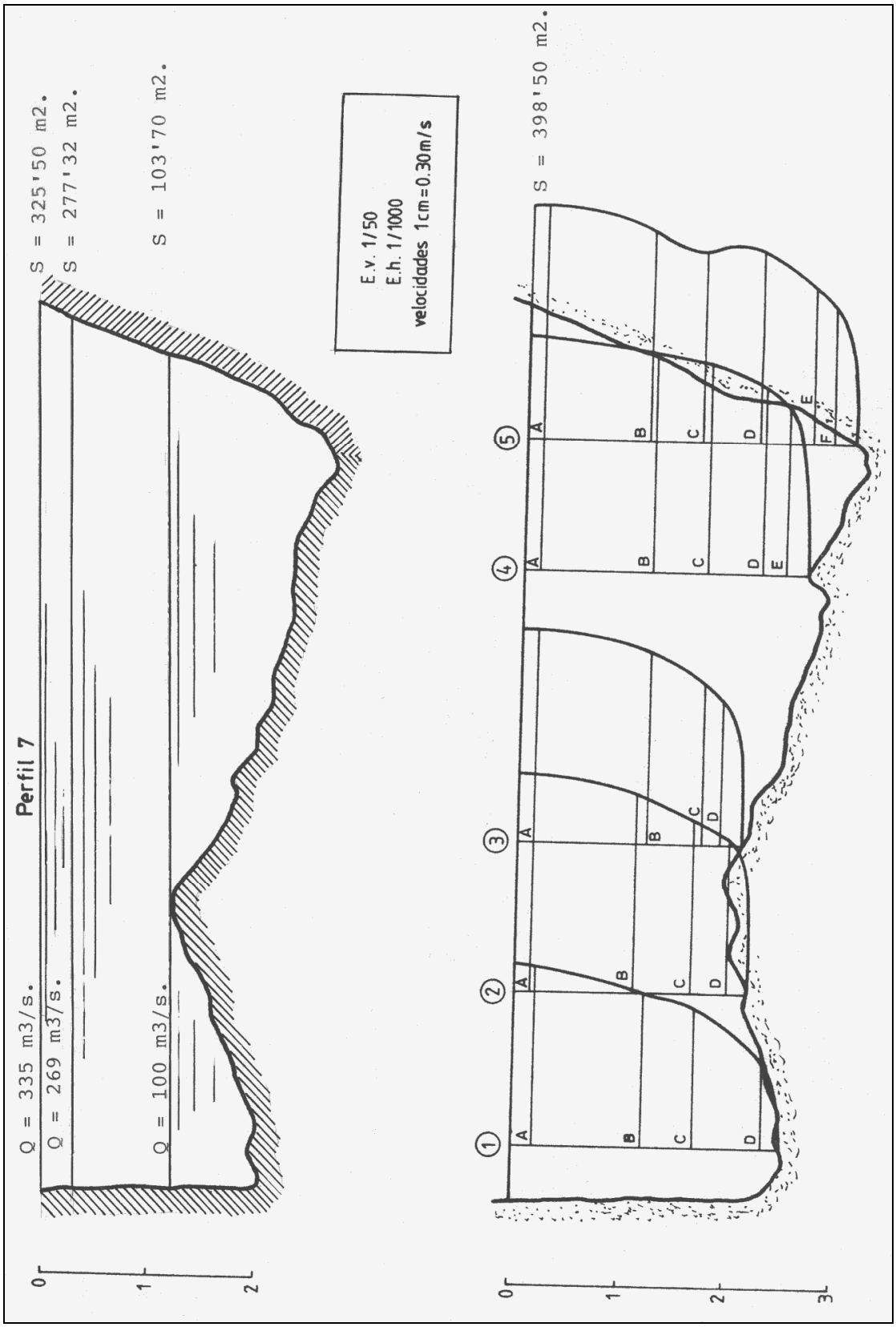


PLANTA DEL RÍO EN PERFIL 5

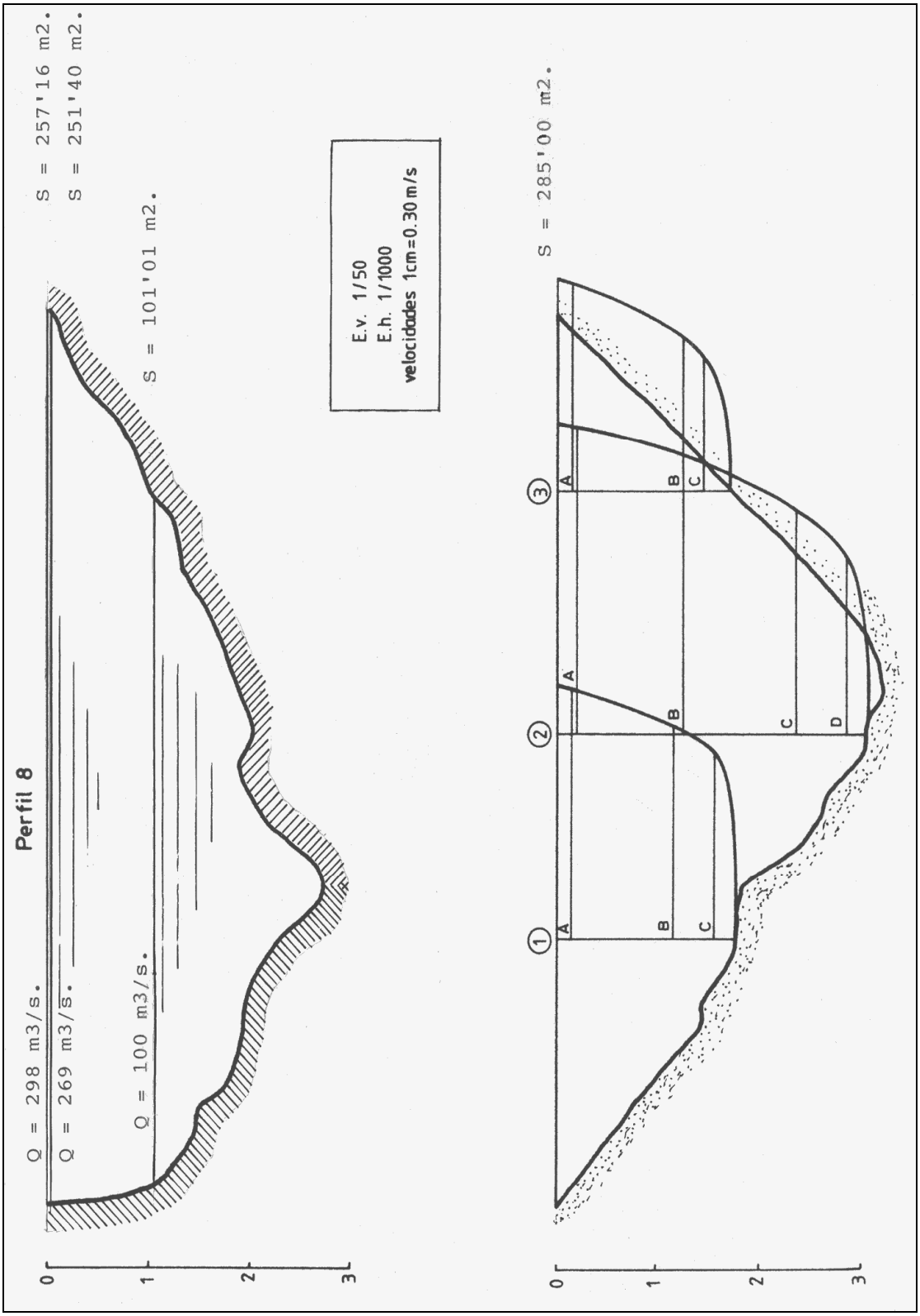
PLANTA DEL RÍO EN PERFIL 24



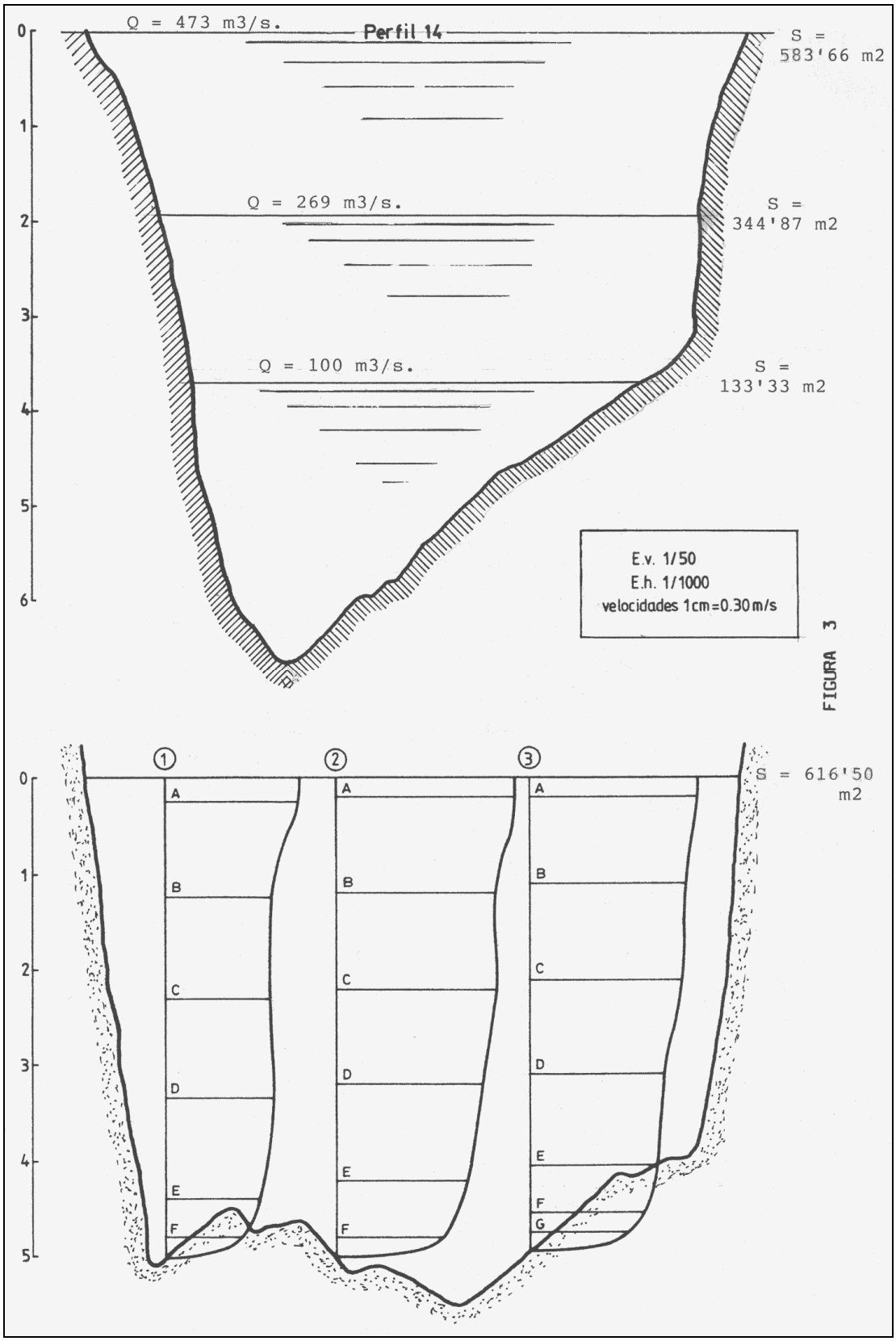
2. Secciones transversales


Perfil 7
Q = 335 m3/s.
Q = 269 m3/s.
Q = 100 m3/s.
S = 325'50 m2.
S = 277'32 m2.
S = 103'70 m2.
E.v. 1/50
E.h. 1/1000
velocidades 1cm=0.30m/s
S = 398'50 m2.
0
1
2
3

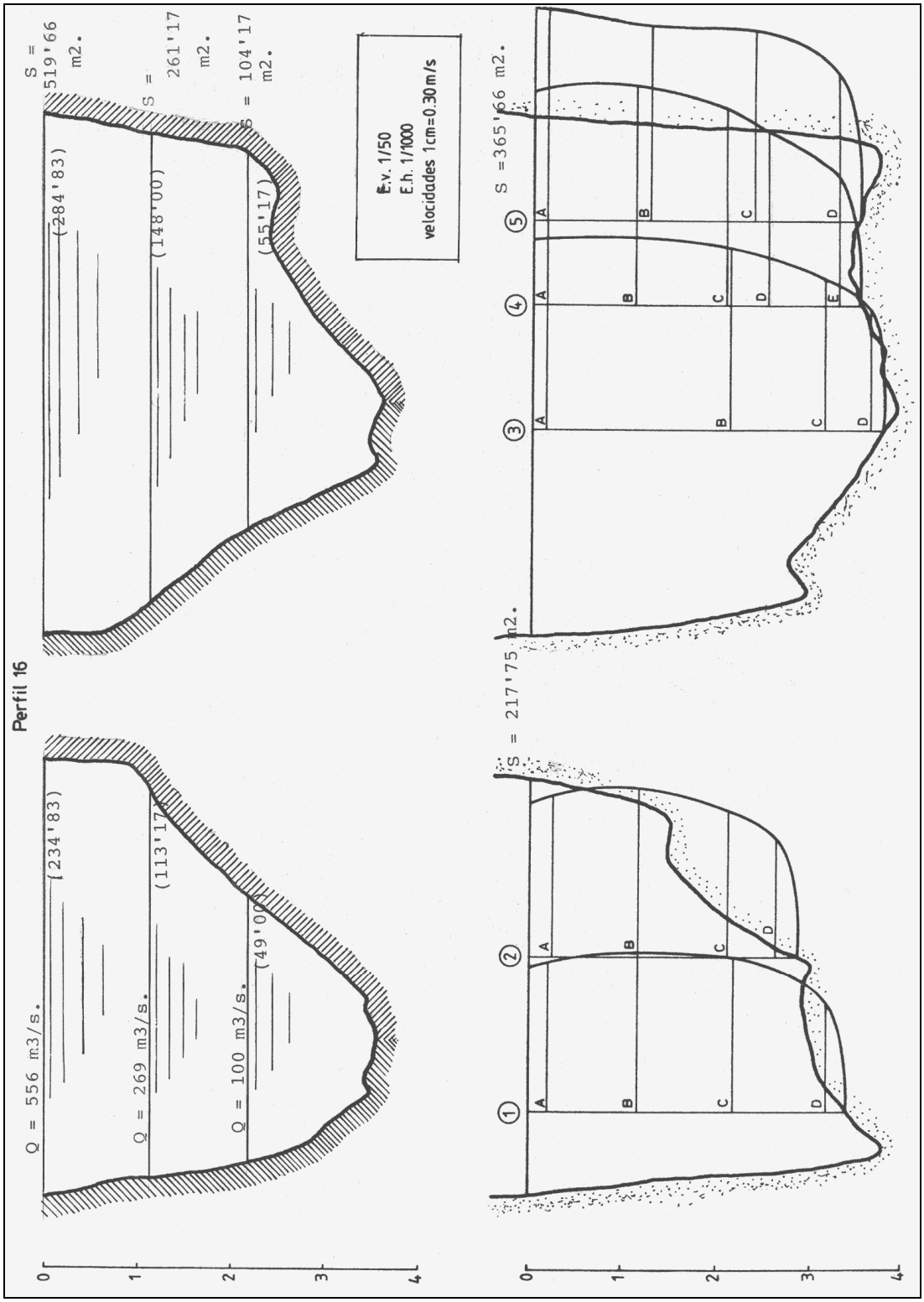
PERFIL 7


Perfil 8
Q = 298 m3/s.
Q = 269 m3/s.
Q = 100 m3/s.
S = 101'01 m2.
S = 257'16 m2.
S = 251'40 m2.
E.v. 1/50
E.h. 1/1000
velocidades 1cm=0.30 m/s
S = 285'00 m2.
0
1
2
3
A
B
C
D

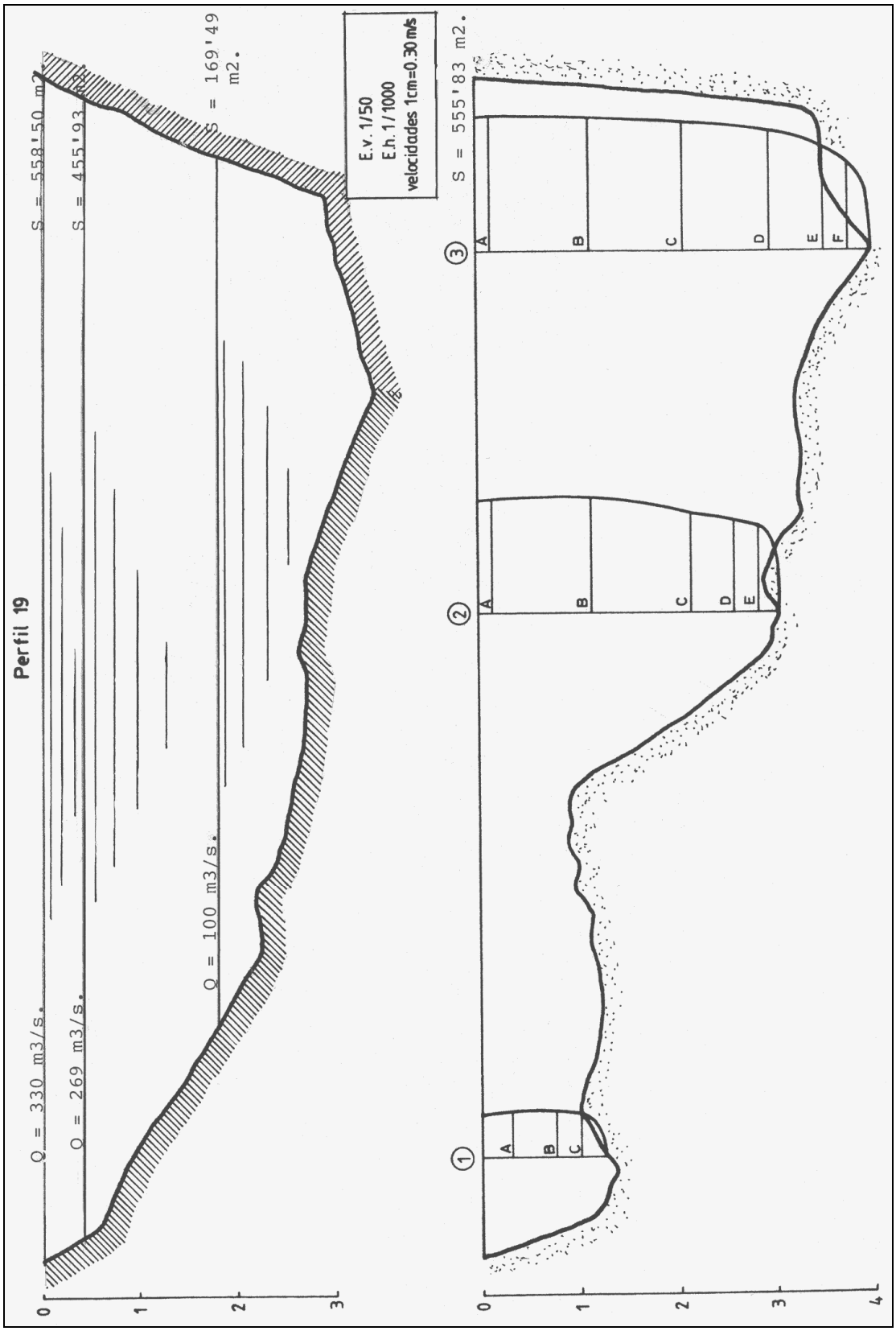
PERFIL 8


Q = 473 m3/s.
Perfil 14
S = 583'66 m2
Q = 269 m3/s.
S = 344'87 m2
Q = 100 m3/s.
S = 133'33 m2
E.v. 1/50
E.h. 1/1000
velocidades 1cm=0.30m/s
FIGURA 3
S = 616'50 m2

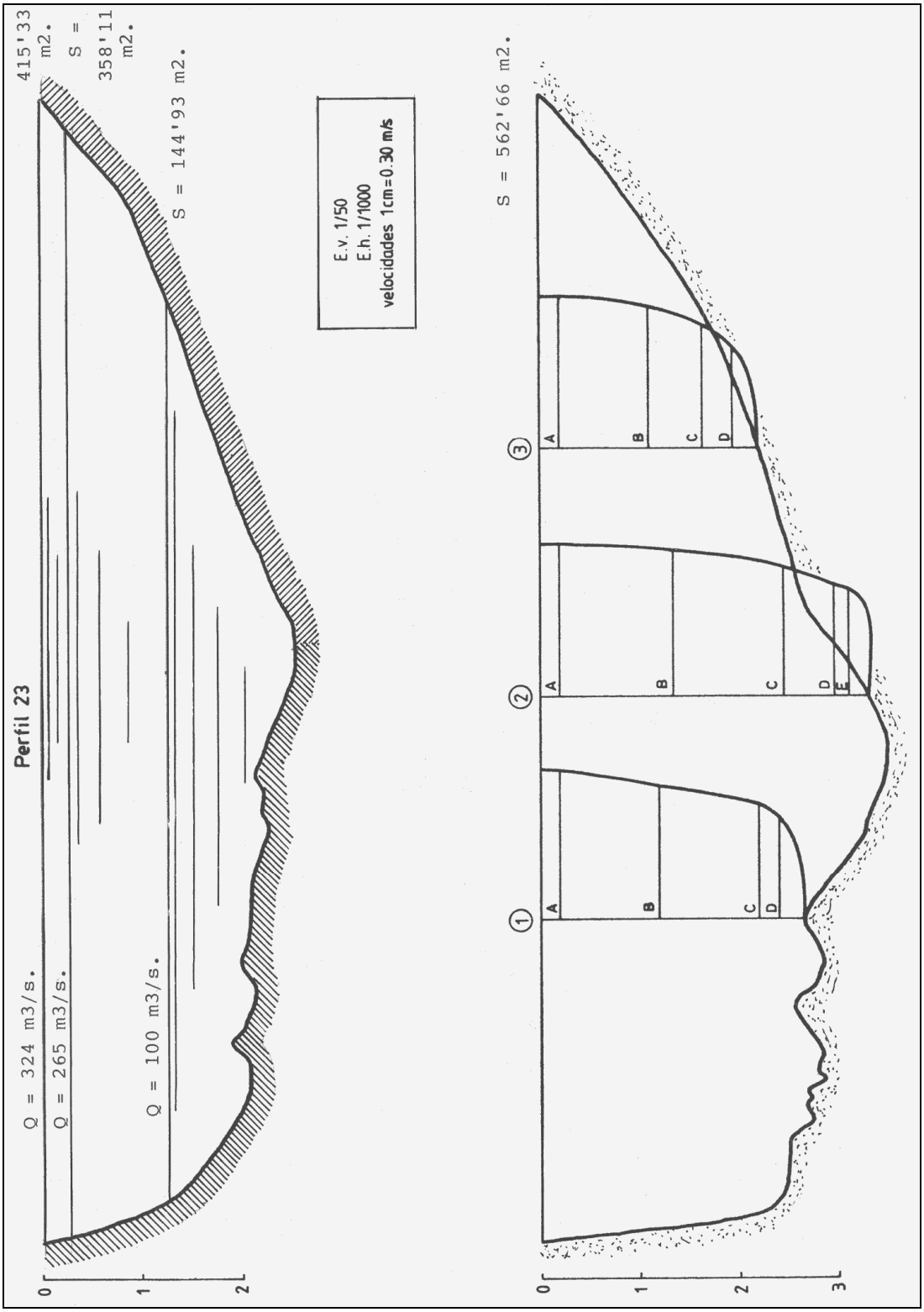
PERFIL 14


Perfil 16
Q = 556 m3/s.
(234'83)
Q = 269 m3/s.
(113'17)
Q = 100 m3/s.
(49'00)
S = 519'66 m2.
(284'83)
S = 261'17 m2.
(148'00)
S = 104'17 m2.
(55'17)
E.v. 1/50
E.h. 1/1000
velocidades 1cm=0.30m/s
S = 217'75 m2.
S =365'66 m2.
0
1
2
3
4
A
B
C
D
E

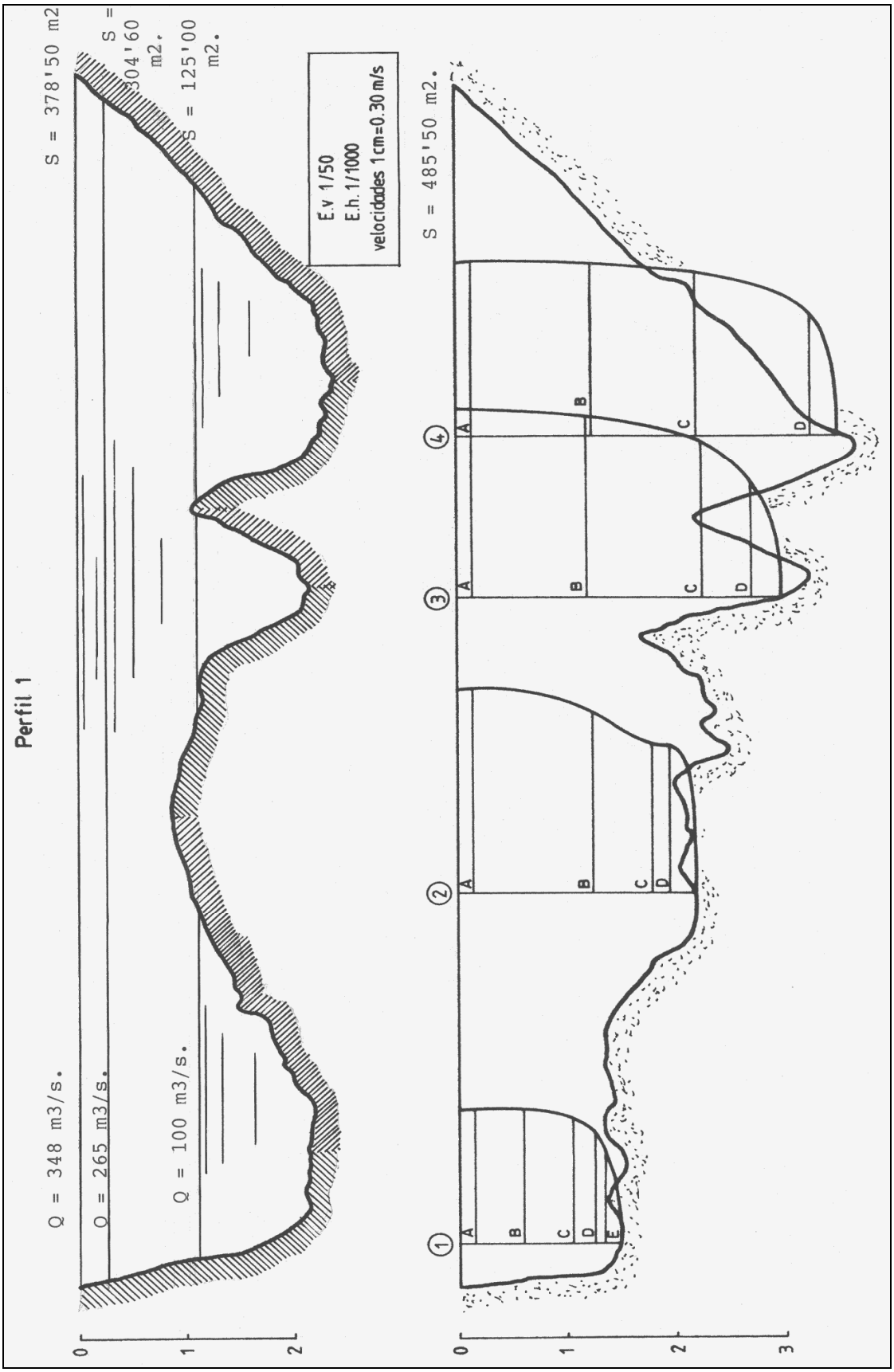
PERFIL 16


Perfil 19
Q = 330 m3/s.
S = 558'50 m2.
Q = 269 m3/s.
S = 455'93 m2.
Q = 100 m3/s.
S = 169'49 m2.
E.v. 1/50
E.h. 1/1000
velocidades 1cm=0.30 m/s
S = 555'83 m2.
0
1
2
3
4
A
B
C
D
E
F

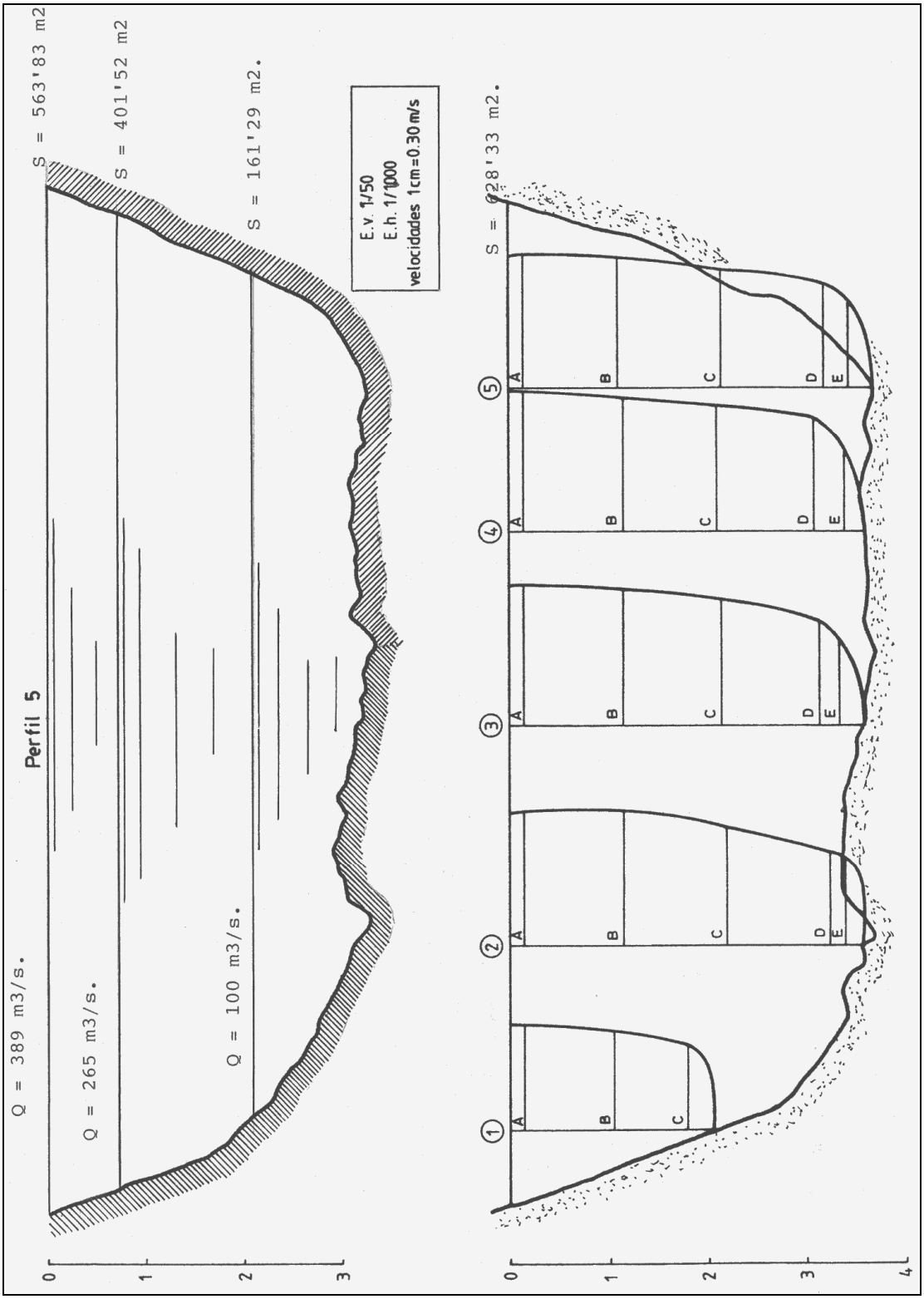
PERFIL 19


Perfil 23
Q = 324 m3/s.
Q = 265 m3/s.
Q = 100 m3/s.
415'33 m2.
S = 358'11 m2.
S = 144'93 m2.
E.v. 1/50
E.h. 1/1000
velocidades 1cm=0.30 m/s
S = 562'66 m2.
0
1
2
3
A
B
C
D
E

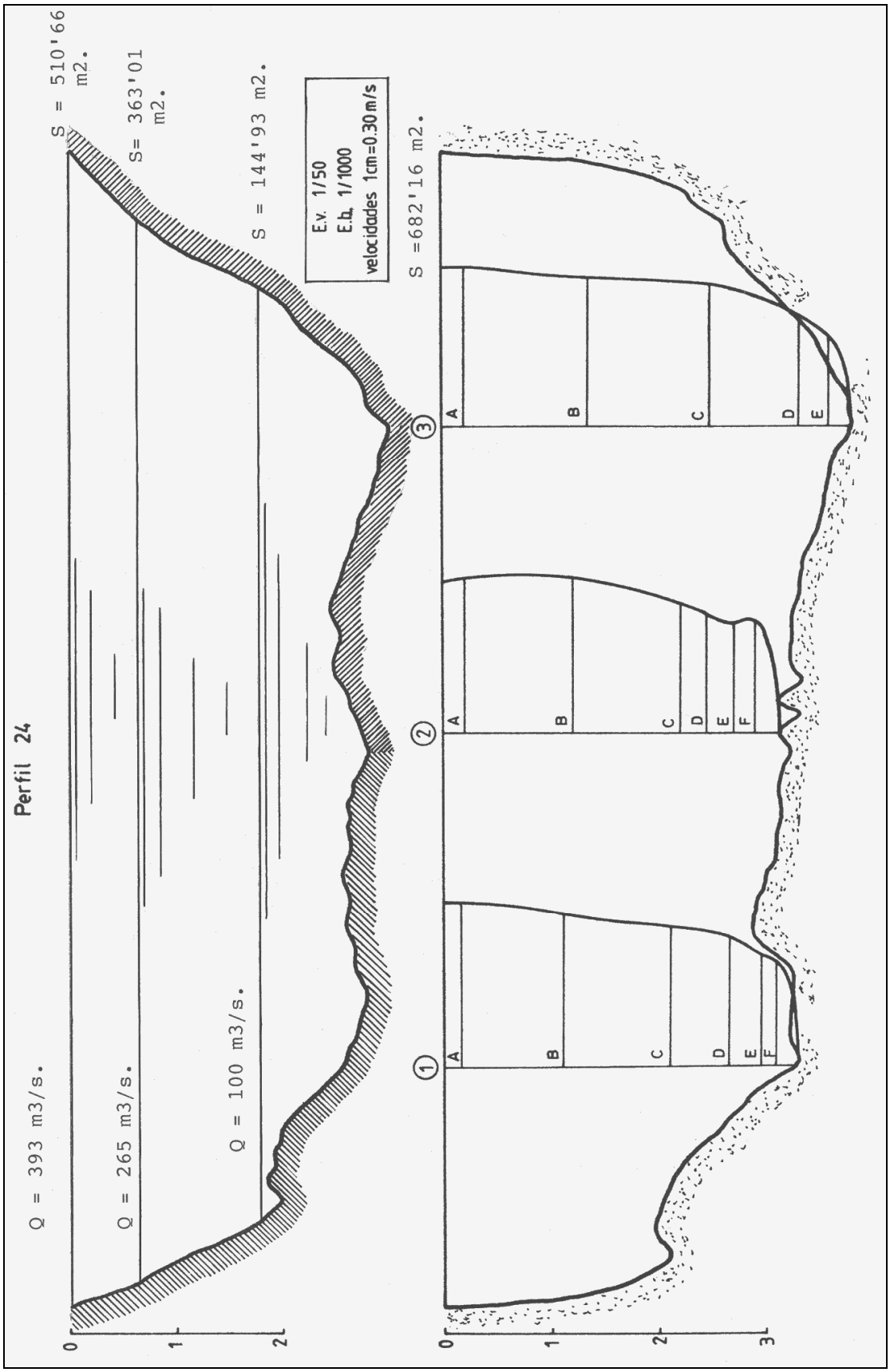
PERFIL 23


Perfil 1
Q = 348 m3/s.
Q = 265 m3/s.
Q = 100 m3/s.
S = 378'50 m2
S = 304'60 m2.
S = 125'00 m2.
E.v 1/50
E.h. 1/1000
velocidades 1cm=0.30 m/s
S = 485'50 m2.
0
1
2
3
A
B
C
D
E

PERFIL 1


Perfil 5
Q = 389 m3/s.
Q = 265 m3/s.
Q = 100 m3/s.
S = 563'83 m2
S = 401'52 m2
S = 161'29 m2.
S = 028'33 m2.
E.v. 1/50
E.h. 1/1000
velocidades 1cm=0.30m/s
0
1
2
3
4
A
B
C
D
E

PERFIL 5


Perfil 24
Q = 393 m3/s.
Q = 265 m3/s.
Q = 100 m3/s.
S = 510'66 m2.
S= 363'01 m2.
S = 144'93 m2.
E.v. 1/50
E.h. 1/1000
velocidades 1cm=0.30 m/s
S =682'16 m2.
0
1
2
3
A
B
C
D
E
F

PERFIL 24

3. *Velocidades del agua en cada perfil*

$\overline{V}$ = velocidad media a perfil lleno (medición de 1985).

V_{269} = velocidad media para Q = 269 m^3/s.

V_{265} = velocidad media para Q = 265 m^3/s.

V_{100} = velocidad media para Q = 100 m^3/s.

PERFIL 7 (23)

1	A	1,02 m/s.	2	A	1,22 m/s.	3	A	1,20 m/s.	4	A	1,38 m/s.	5	A	1,32 m/s.
	B	0,87 m/s.		B	1,13 m/s.		B	1,09 m/s.		B	1,25 m/s.		B	1,19 m/s.
	C	0,79 m/s.		C	0,98 m/s.		C	0,91 m/s.		C	1,19 m/s.		C	1,07 m/s.
	D	0,57 m/s.		D	0,87 m/s.		D	0,83 m/s.		D	1,06 m/s.		D	1,08 m/s.
										E	0,95 m/s.		E	0,86 m/s.
													F	0,78 m/s.

$\overline{V}$ = 1'03 m/seg.
V_{269} = 0'97 m/seg.
V_{100} = 0'92 m/seg.

PERFIL 8 (10)

1	A	1,36 m/s.	2	A	1,67 m/s.	3	A	1,12 m/s.
	B	1,16 m/s.		B	1,53 m/s.		B	0,83 m/s.
	C	1,02 m/s.		C	1,22 m/s.		C	0,73 m/s.
				D	0,97 m/s.			

$\overline{V}$ = 1'16 m/seg.
V_{269} = 1'07 m/seg.
V_{100} = 0'99 m/seg.

PERFIL 14 (19)

1	A	0,84 m/s.	2	A	1,11 m/s.	3	A	1,05 m/s.
	B	0,67 m/s.		B	0,98 m/s.		B	0,98 m/s.
	C	0,66 m/s.		C	1,00 m/s.		C	0,96 m/s.
	D	0,68 m/s.		D	0,91 m/s.		D	0,84 m/s.
	E	0,60 m/s.		E	0,82 m/s.		E	0,81 m/s.
	F	0,48 m/s.		F	0,66 m/s.		F	0,71 m/s.
							G	0,64 m/s.

$\overline{V}$ = 0'81 m/seg.
V_{269} = 0'78 m/seg.
V_{100} = 0'75 m/seg.

PERFIL 16 (21)

1	A	0,96 m/s.	2	A	1,03 m/s.	3	A	1,25 m/s.	4	A	1,38 m/s.	5	A	1,37 m/s.
	B	1,01 m/s.		B	1,10 m/s.		B	1,18 m/s.		B	1,41 m/s.		B	1,25 m/s.
	C	0,99 m/s.		C	0,95 m/s.		C	0,98 m/s.		C	1,27 m/s.		C	1,23 m/s.
	D	0,70 m/s.		D	0,76 m/s.		D	0,78 m/s.		D	1,10 m/s.		D	0,96 m/s.
										E	0,82 m/s.			

$\overline{V}$ = 1'07 m/seg.
V_{269} = 1'03 m/seg.
V_{100} = 0'96 m/seg.

PERFIL 19 (14)

1	A	0,28 m/s.	2	A	0,70 m/s.	3	A	0,84 m/s.
	B	0,28 m/s.		B	0,71 m/s.		B	0,82 m/s.
	C	0,27 m/s.		C	0,61 m/s.		C	0,79 m/s.
				D	0,56 m/s.		D	0,74 m/s.
				E	0,53 m/s.		E	0,64 m/s.
							F	0,55 m/s.

$\overline{V}$ = 0'59 m/seg.
V_{269} = 0'59 m/seg.
V_{100} = 0'59 m/seg.

PERFIL 23 (13)

1	A	0,91 m/s.	2	A	0,92 m/s.	3	A	0,93 m/s.
	B	0,81 m/s.		B	0,88 m/s.		B	0,86 m/s.
	C	0,70 m/s.		C	0,78 m/s.		C	0,75 m/s.
	D	0,64 m/s.		D	0,67 m/s.		D	0,62 m/s.
				E	0,64 m/s.			

$\overline{V}$ = 0'78 m/seg.
V_{265} = 0'74 m/seg.
V_{100} = 0'69 m/seg.

PERFIL 1 (17)

1	A	0,82 m/s.	2	A	1,25 m/s.	3	A	1,16 m/s.	4	A	1,07 m/s.
	B	0,81 m/s.		B	1,10 m/s.		B	1,12 m/s.		B	1,06 m/s.
	C	0,76 m/s.		C	0,91 m/s.		C	0,96 m/s.		C	1,00 m/s.
	D	0,70 m/s.		D	0,90 m/s.		D	0,70 m/s.		D	0,75 m/s.
	E	0,55 m/s.									

$\overline{V}$ = 0'92 m/seg.
V_{265} = 0'87 m/seg.
V_{100} = 0'80 m/seg.

PERFIL 5 (23)

1	A	0,64 m/s.	2	A	0,81 m/s.	3	A	0,85 m/s.	4	A	0,85 m/s.	5	A	0,81 m/s.
	B	0,59 m/s.		B	0,81 m/s.		B	0,83 m/s.		B	0,81 m/s.		B	0,80 m/s.
	C	0,52 m/s.		C	0,71 m/s.		C	0,76 m/s.		C	0,77 m/s.		C	0,72 m/s.
				D	0,56 m/s.		D	0,63 m/s.		D	0,70 m/s.		D	0,64 m/s.
				E	0,53 m/s.		E	0,51 m/s.		E	0,48 m/s.		E	0,52 m/s.

$\overline{V}$ = 0'69 m/seg.
V_{265} = 0'66 m/seg.
V_{100} = 0'62 m/seg.

PERFIL 24 (17)

1	A	0,96 m/s.	2	A	0,91 m/s.	3	A	0,93 m/s.
	B	0,89 m/s.		B	0,91 m/s.		B	0,87 m/s.
	C	0,81 m/s.		C	0,76 m/s.		C	0,83 m/s.
	D	0,76 m/s.		D	0,70 m/s.		D	0,65 m/s.
	E	0,65 m/s.		E	0,64 m/s.		E	0,52 m/s.
	F	0,62 m/s.		F	0,65 m/s.			

$\overline{V}$ = 0'77 m/seg.
V_{265} = 0'73 m/seg.
V_{100} = 0'69 m/seg.

NOTAS:

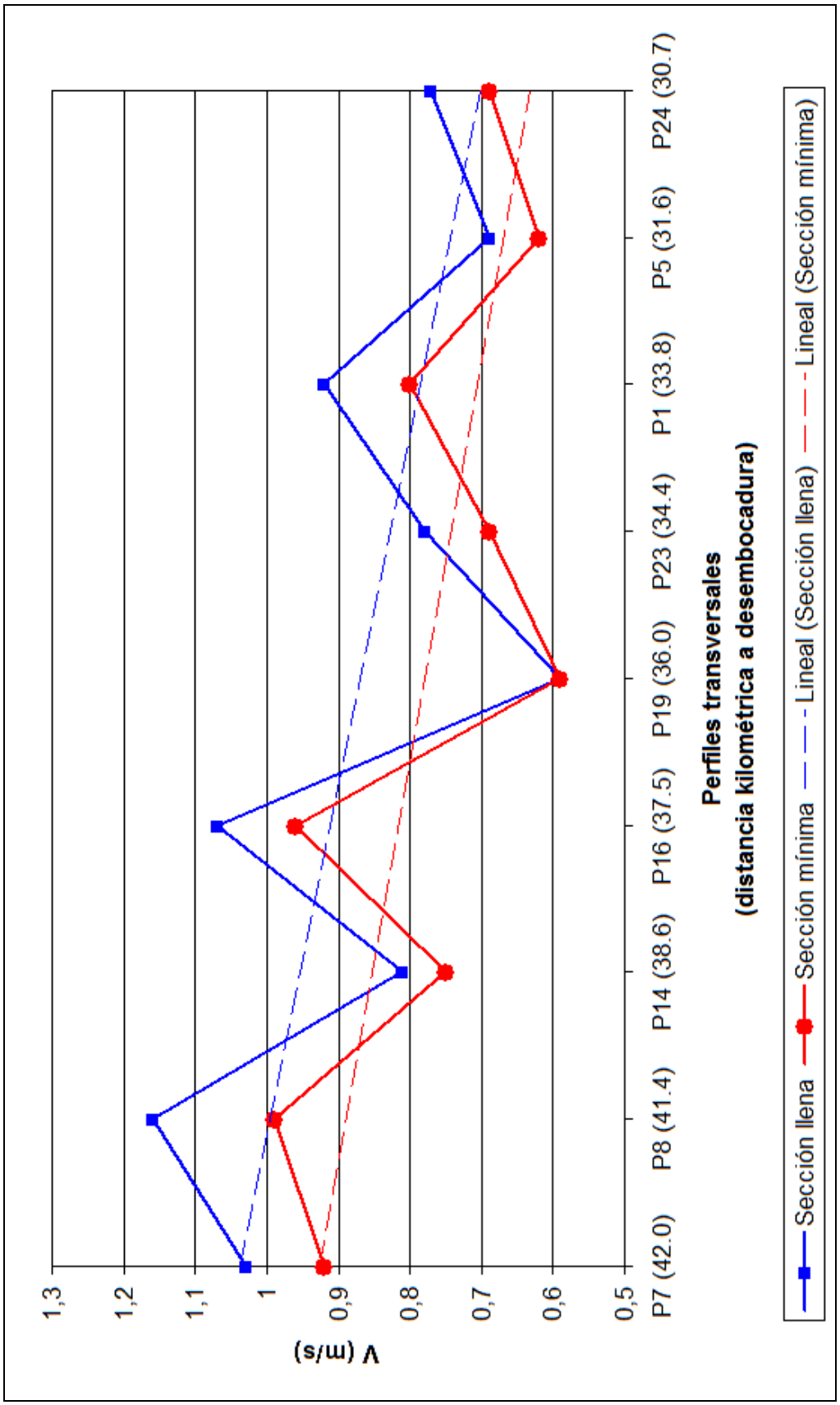
1) Las velocidades medias $\overline{V}$ a perfil lleno se han calculado promediando aritméticamente todas las mediciones realizadas para cada perfil. En caso alternativo, podría haberse aplicado la fórmula de Bazin: $\overline{V} = \frac{2V_s}{3} + \frac{V_f}{3}$. Así, por ejemplo, en el perfil 24, con 17 medidas, se tendría que:

$$V_s = \frac{0.96 + 0.91 + 0.93}{3} = 0.93\,m/s\,;\quad V_f = \frac{0.62 + 0.65 + 0.52}{3} = 0.60\,m/s\,,$$

y entonces: $\overline{V} = \frac{2 \times 0.93}{3} + \frac{0.60}{3} = 0.82 > 0.77\,m/s$, que ofrece un resultado algo mayor. Esta conclusión, obviamente, no resulta extensible a la totalidad de los perfiles transversales analizados.

2) Alternativamente, las curvas de velocidades nos sirven para determinar la velocidad media $\overline{V}$ del agua. En efecto, si evaluamos con un planímetro polar digital el área de la superficie limitada por cada curva de velocidades y su vertical correspondiente y dividimos dicha área por la profundidad del cauce en el punto considerado (concepto de "promedio integral" u "ordenada media") obtendremos una velocidad media resultante de las distintas velocidades a lo largo de cada vertical. O dicho en otros términos: hallaremos la abscisa media de cada una de dichas curvas de velocidades. Esta medición superficial también puede realizarse de poseer escalado el dibujo correspondiente en programa CAD (diseño asistido por ordenador).

3) En la página siguiente puede verse el gráfico correspondiente a las velocidades medias del agua del río Ebro en el tramo de 11.3 km de longitud, comprendido entre las localidades de Tortosa y aguas debajo de la de Font de Quinto, para cada uno de los perfiles transversales analizados, tanto a perfil pleno como para el correspondiente al caudal mínimo medioambiental oficialmente fijado (100 m^3/s), en el que se observa la tendencia general a la disminución de dichas velocidades por efecto del aumento progresivo de la sección mojada conforme se aproxima a la desembocadura.


V (m/s)
1,3
1,2
1,1
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
P7 (42.0)
P8 (41.4)
P14 (38.6)
P16 (37.5)
P19 (36.0)
P23 (34.4)
P1 (33.8)
P5 (31.6)
P24 (30.7)
Perfiles transversales
(distancia kilométrica a desembocadura)
Sección llena
Sección mínima
Lineal (Sección llena)
Lineal (Sección mínima)