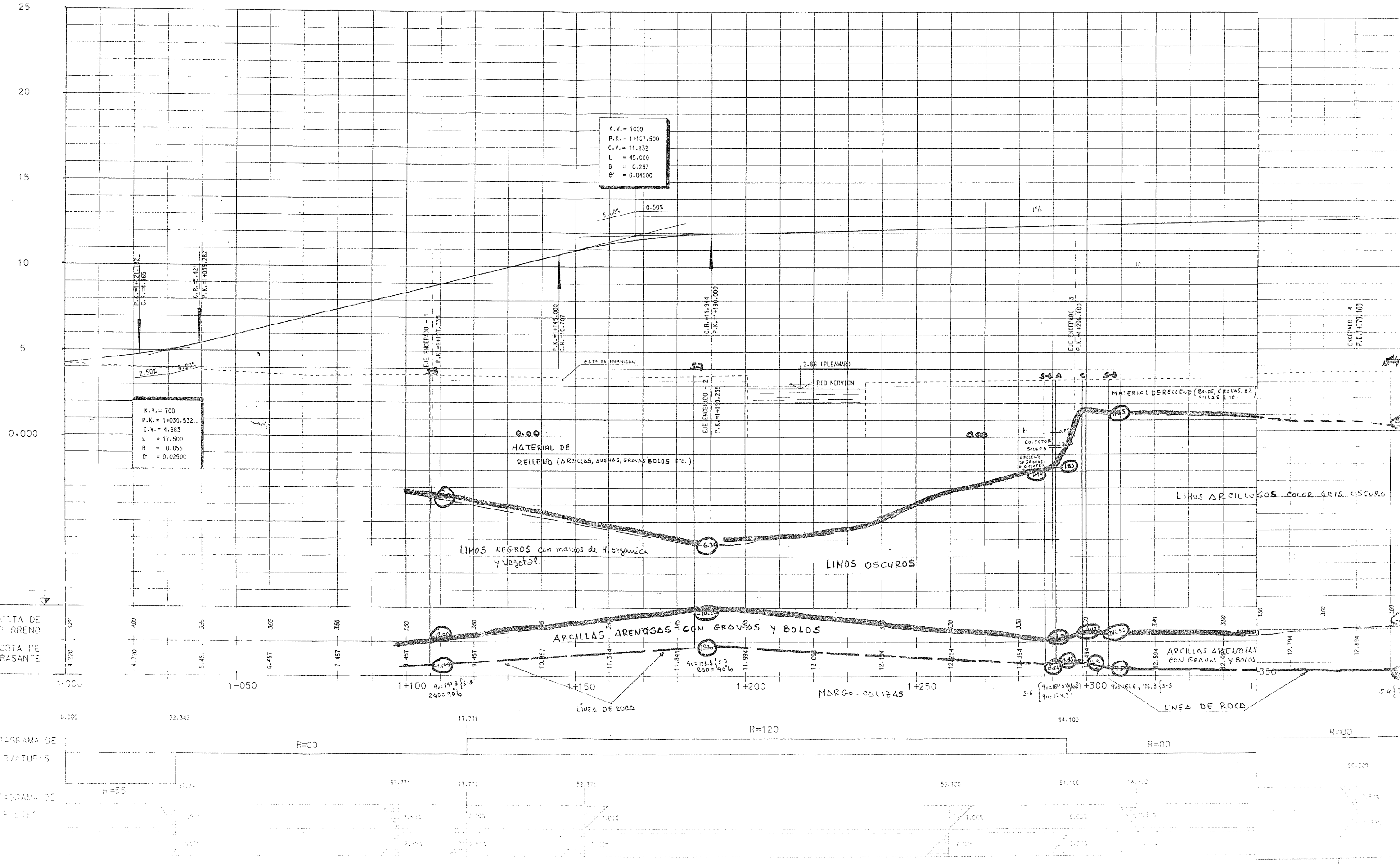


SONDEOS PUENTE EUSKALDUNA (IDOM, 1993)



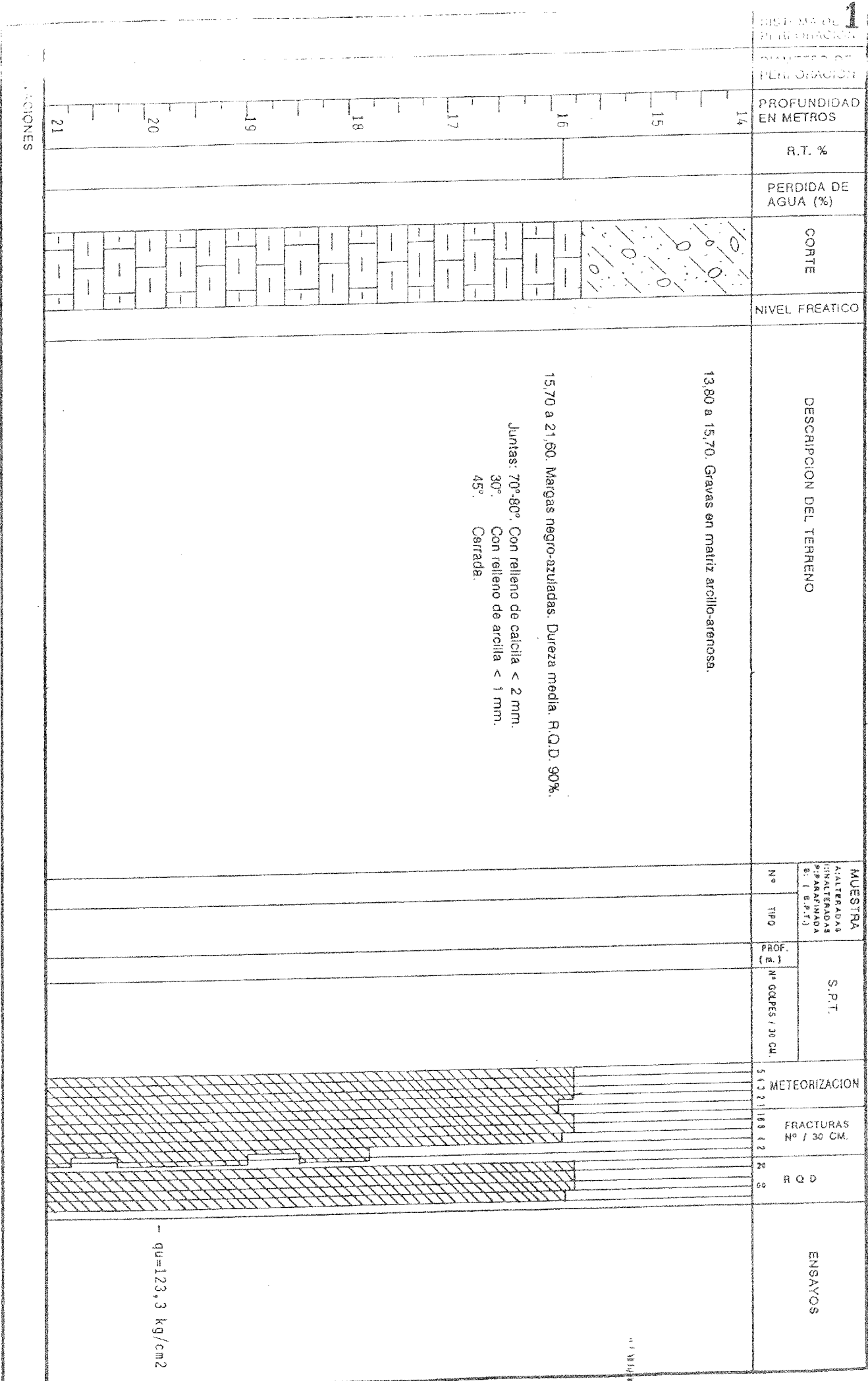
Nº DE SONDEO
S-7

TRABAJO
PUENTE DE EUSKALDUÑA
LOCALIDAD
BILBAO

SOLICITANTE
D.F.B.

X
Y
Z

HOJA 3 DE 4



Nº DE SONDEO
S-7

TRABAJO
PUENTE DE EUSKALDUÑA
LOCALIDAD
BILBAO

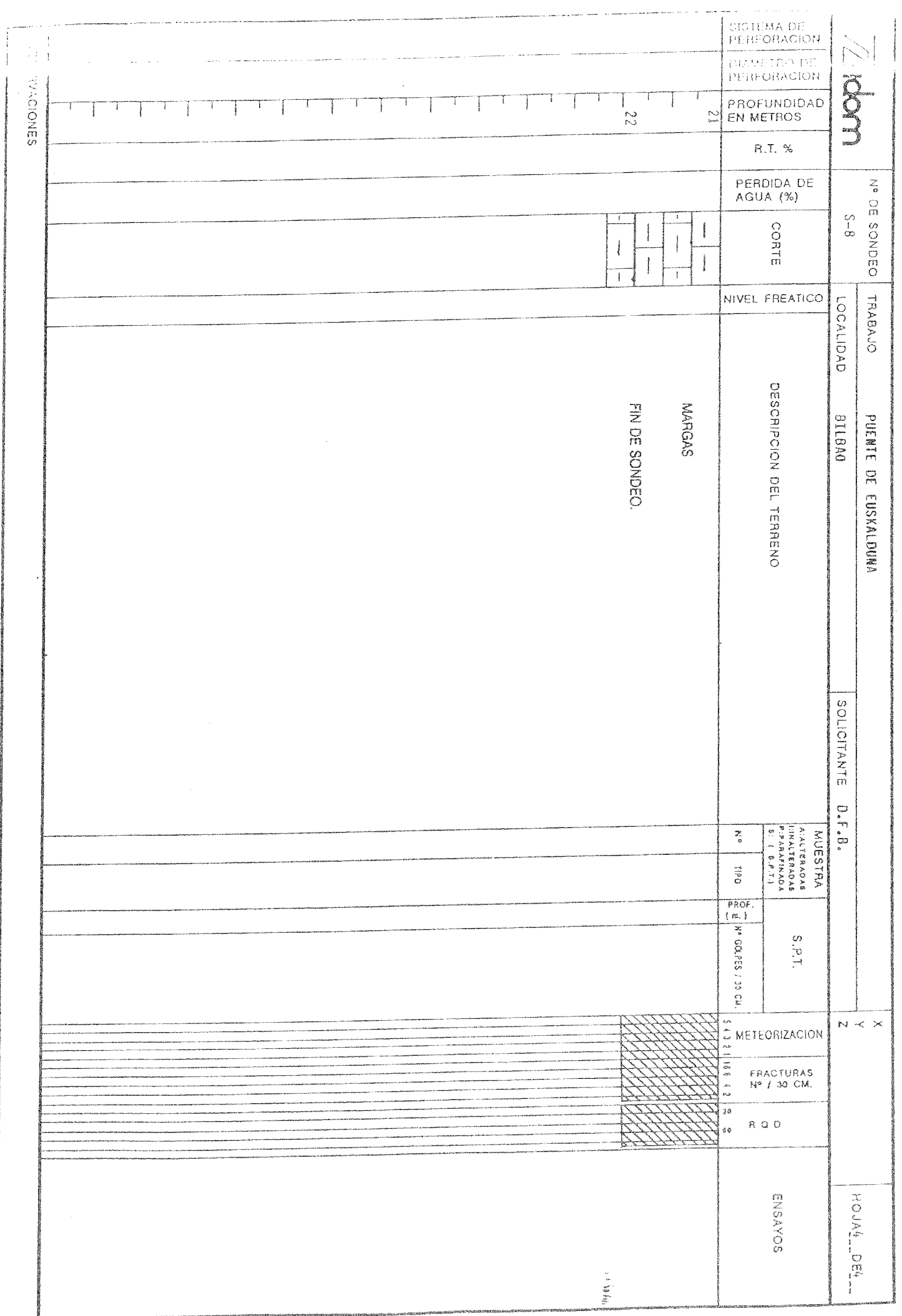
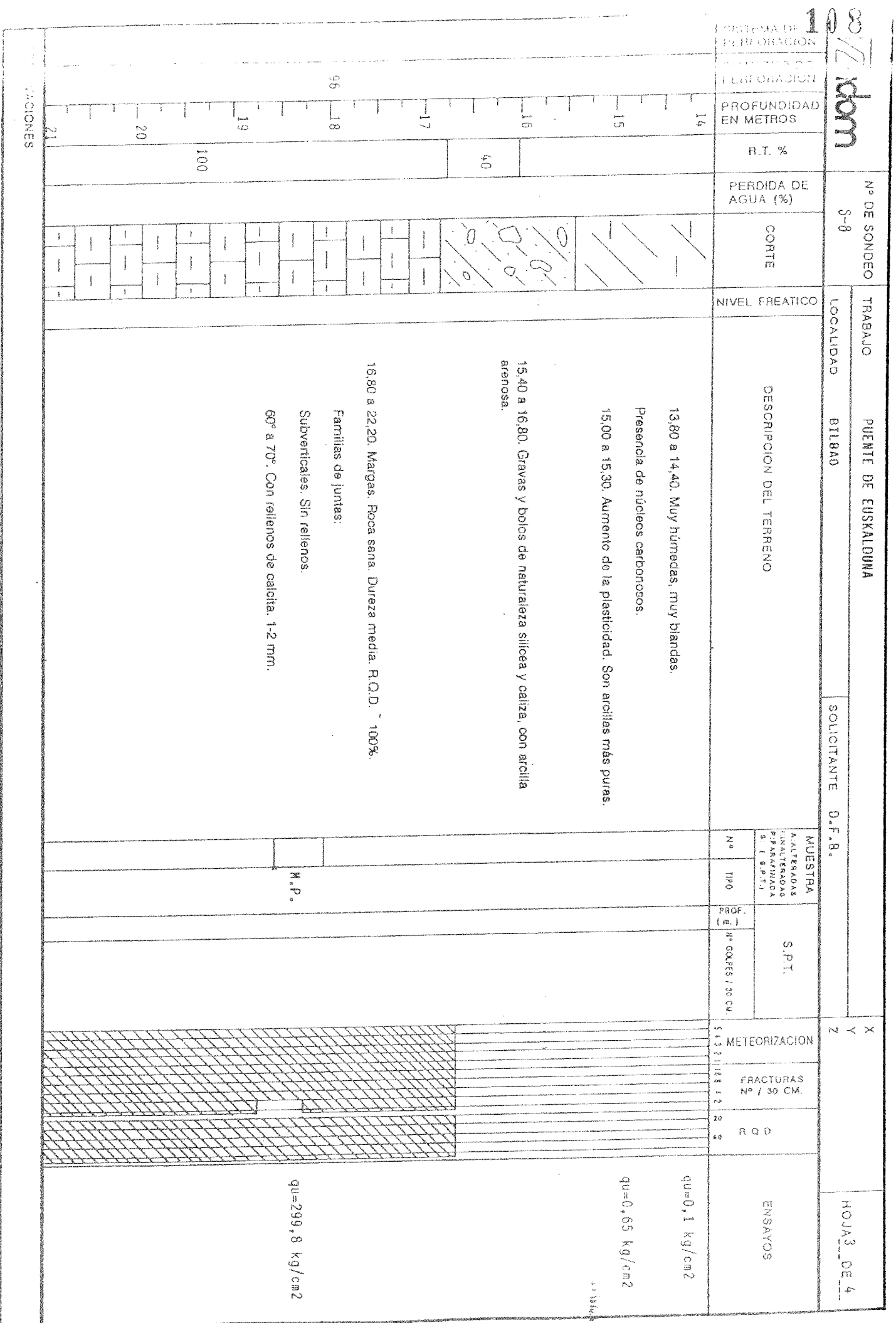
SOLICITANTE
D.F.B.

X
Y
Z

HOJA 4 DE 4

ITEM PERFORACION	DIAMETRO DE PERFORACION	PROFUNDIDAD EN METROS	R.T. %	PERDIDA DE AGUA (%)	COORTE	NIVEL FREATICO	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRA Nº	TIPO	PROF. [E.]	Nº GOLPES / 30 CM.	S.P.T.	METEORIZACION	FRACTURAS Nº / 30 CM.	R.Q.D.	ENSAYOS
		21					FIN DE SONDEO.									


RESERVACIONES




SISTEMA DE PERFORACION: 10
 DIAMETRO DE PERFORACION: 10
 PROFUNDIDAD EN METROS: 14
 R.T. %: 40
 PERDIDA DE AGUA (%): 100
 Nº DE SONDEO: S-8
 TRABAJO: PUNTE DE EUSKALDUNA
 LOCALIDAD: BILBAO
 SOLICITANTE: D.F.B.
 MUESTRA ALTERNADA (Nº, TIPO): M.P.
 S.P.T. (Nº GOLPES / 30 CM.):
 METEORIZACION:
 FRACTURAS Nº / 30 CM.:
 R.Q.D.:
 ENSAYOS: qu=0,1 kg/cm², qu=0,65 kg/cm², qu=299,8 kg/cm²

SISTEMA DE PERFORACION:
 DIAMETRO DE PERFORACION:
 PROFUNDIDAD EN METROS: 21
 R.T. %:
 PERDIDA DE AGUA (%):
 Nº DE SONDEO: S-8
 TRABAJO: PUNTE DE EUSKALDUNA
 LOCALIDAD: BILBAO
 SOLICITANTE: D.F.B.
 MUESTRA ALTERNADA (Nº, TIPO):
 S.P.T. (Nº GOLPES / 30 CM.):
 METEORIZACION:
 FRACTURAS Nº / 30 CM.:
 R.Q.D.:
 ENSAYOS:

TRABAJO: PUNTE DE EUSKALDUNA
 LOCALIDAD: BILBAO
 SOLICITANTE: D.F.B.
 MUESTRA ALTERNADA (Nº, TIPO):
 S.P.T. (Nº GOLPES / 30 CM.):
 METEORIZACION:
 FRACTURAS Nº / 30 CM.:
 R.Q.D.:
 ENSAYOS:

		N° DE SONDEO S-9		TRABAJO PUENTE DE EUSKALDUNA		SOLICITANTE D.F.B.		HOJA 1 DE 3	
SISTEMA DE PERFORACION DIAMETRO DE PERFORACION		PROFUNDIDAD EN METROS		R.T. %		PERDIDA DE AGUA (%)		MUESTRA ALTERADA NO ALTERADA S.P.T. (S.P.T.)	
COORTE		NIVEL FREATICO		DESCRIPCION DEL TERRENO 0,00 a 0,35. Hormigón. 0,35 a 3,10. Rellenos. Gravas y bolos en matriz arenosa marrón rojiza. Con restos cerámicos.		PROF. (P.) N° GOLPES / 30 CM.		METEORIZACION FRACTURAS N° / 30 CM.	
OBSERVACIONES		OBSERVACIONES		Hasta 4,40 con algo de gravas.		qu=0,1 kg/cm2		ENSAYOS	

		N° DE SONDEO S-9		TRABAJO PUENTE DE EUSKALDUNA		SOLICITANTE D.F.B.		HOJA 2 DE 3	
SISTEMA DE PERFORACION DIAMETRO DE PERFORACION		PROFUNDIDAD EN METROS		R.T. %		PERDIDA DE AGUA (%)		MUESTRA ALTERADA NO ALTERADA S.P.T. (S.P.T.)	
COORTE		NIVEL FREATICO		DESCRIPCION DEL TERRENO A partir de 10,20 son mas arcillosos, más plásticos y se presentan medianamente firme.		PROF. (P.) N° GOLPES / 30 CM.		METEORIZACION FRACTURAS N° / 30 CM.	
OBSERVACIONES		OBSERVACIONES		13,20 a 13,60. Arcilla marrón-verdosa. De firme a muy firme, con indicios de arena.		qu=0,4 kg/cm2 qu=0,5 kg/cm2 qu=0,9 kg/cm2		ENSAYOS	

ESTUDIO DE LA PENÍNSULA DE ZORROTZAURRE (CIMENTACIONES ABANDO, 1989)

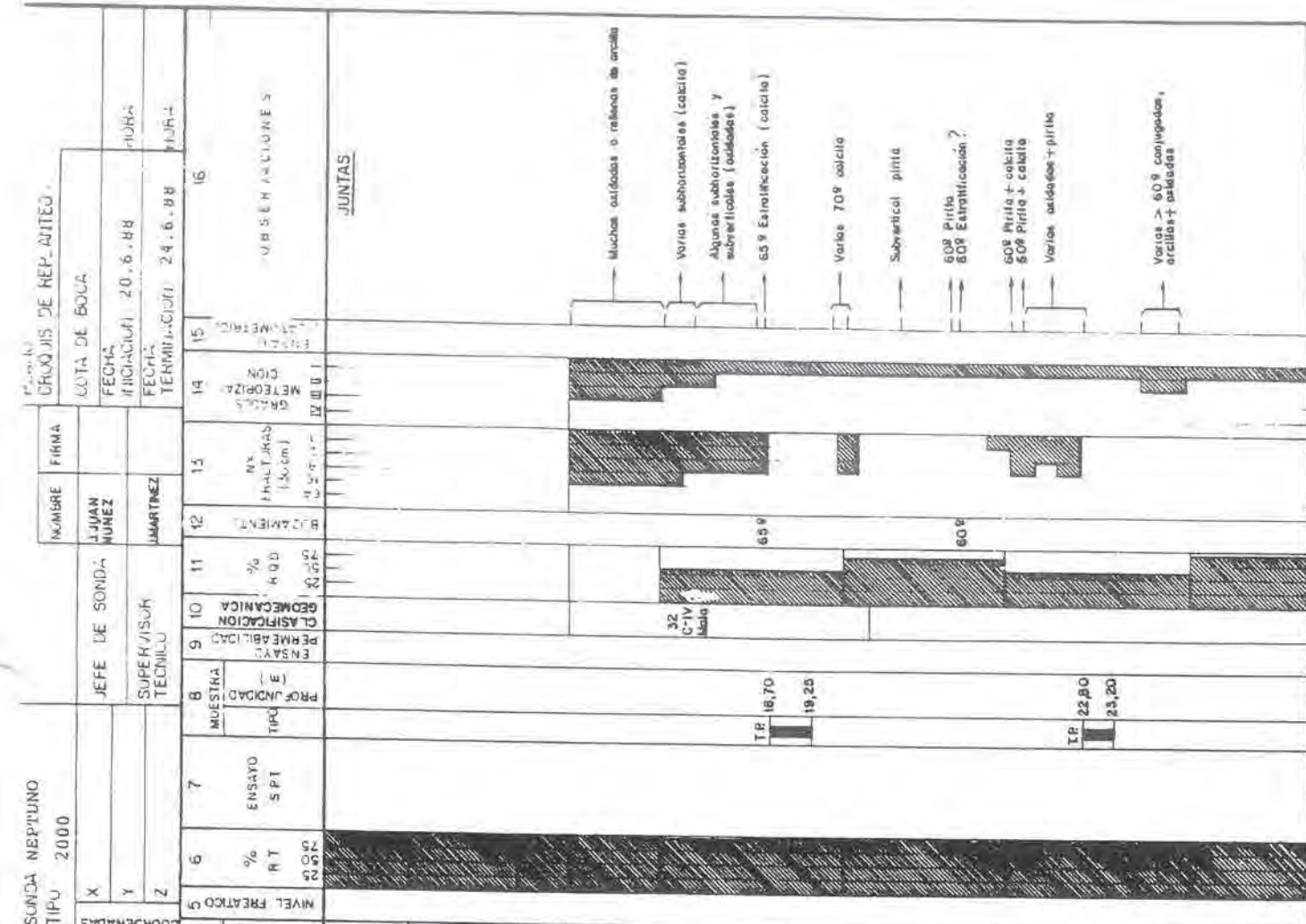
emplazamiento DEUSTO 3-896		sondeo n.º 1	
diámetro sondeo 100 y 85 m.m.		nivel de agua -0,80 m.	
fecha 25-4-89		cota de nivel+	
descripción	espesor	profund.	muest. R.T. observaciones
Relleno de tierras y escombros.	2,00		100
Arcilla amarillenta algo dura.	0,60	2,00 2,60	100
			M.I. de 3,50 a 3,95 m. nº de golpes: 4-4-5 M.S. de 3,95 a 4,40 m. nº de golpes: 1-2-2
			M.I. de 6,50 a 6,95 m. nº de golpes: 3-4-4 M.S. de 6,95 a 7,40 m. nº de golpes: 2-2-3
Fango gris oscuro, arcilloso, muy blando.	10,10		82
			M.I. de 8,50 a 8,95 m. nº de golpes: 4-4-5 M.S. de 8,95 a 9,40 m. nº de golpes: 2-3-3
			M.I. de 11,50 a 11,95 m. nº de golpes: 3-4-5 M.S. de 11,95 a 12,40 m. nº de golpes: 2-3-3
Limos arcillosos, verdosos, blando.	0,50	12,70	100
Arcilla limosa, verdosa, algo dura.	1,10	13,20	100
Arcilla verdosa con canto rodado mediano y pequeño.	0,60	14,30	100
Cayuela gris oscura dura, muy fisurada.	2,60	14,90	96
		17,50	
SONDEO TERMINADO.			
R.T. = % Recuperación testigo.			

emplazamiento DEUSTO 3-896		sondeo n.º 2	
diámetro sondeo 100 y 85 m.m.		nivel de agua -2,70 m.	
fecha 28-4-89		cota de nivel+	
descripción	espesor	profund.	muest. R.T. observaciones
Relleno de tierras, piedras y escombros.	3,90		100
Arcilla gris y amarillenta, fangosa, blanda.	1,10	3,90 5,00	100
			M.I. de 5,00 a 5,45 m. nº de golpes: 3-4-4 M.S. de 5,45 a 5,90 m. nº de golpes: 2-3-3
Fango gris oscuro, arcilloso, muy blando.	7,30		81
			M.I. de 7,50 a 7,95 m. nº de golpes: 4-4-5 M.S. de 7,95 a 8,40 m. nº de golpes: 2-3-3
			M.I. de 10,00 a 10,45 m. nº de golpes: 4-5-5 M.S. de 10,45 a 10,90 m. nº de golpes: 3-3-5
Arcilla limosa, verdosa, no muy dura.	1,90	12,30	50
			M.I. de 13,20 a 13,65 m. nº de golpes: 9-15-18 M.S. de 13,65 a 14,10 m. nº de golpes: 8-11-17
Arcilla limosa, verdosa, con canto rodado.	1,20	14,20	100
Cayuela gris oscura, muy descompuesta.	0,20	15,40	100
Cayuela gris oscura dura, compacta.	2,00	15,60	100
		17,60	
SONDEO TERMINADO.			
R.T. = % Recuperación testigo.			

SONDEOS METRO BILBAO (KRONSA – TERRATEST, 1988)

SOLICITANTE GOBIERNO VASCO		HOJA Nº		SUNDA NEPTUNO		CRUJIS DE REP-ARITEU	
TITULO METRO DE BILBAO		TRABAJO		TIPO 2000		COTA DE BOCA	
LOCALIDAD BILBAO		Nº DE SUNDOS-220		COORDENADAS		FECHA INICIADA 20.6.88	
DIBUJADO: (D. J. VERIFICADO:)		CORTE DEL TERRENO		JEFES DE SONDA		FECHA TERMINADA 24.6.88	
1		2		3		4	
COTA (m)		ESPESOR (mm)		PERFORA (mm)		TIPO CORONA	
0,50	0,50	4,00	101	101	W	DESCRIPCION	
4,50	2,00	2,00	101	101	W	RELLENOS HETEROGENEOS: asfalto y gravas calizas de subbase carretera.	
6,50	0,80	2,00	101	101	W	IDEM, escollera, bloques y bolos fundamentalmente areniscos con restos de hormigon (algún bolo de roca volcánica).	
7,30	1,50	2,00	101	101	W	IDEM, bolos y gravas areniscas y calcareas generalmente redondeados dentro de una matriz limosa marrón.	
8,60	1,50	2,00	101	101	W	GRAVAS finas a medias, de 1 a 4 cm de diametro dentro de una matriz limo arcillosa marrón.	
	1,50	2,00	101	101	W	ARCILLAS LIMOSAS muy blandas a blandas de colores grisáceos.	
	1,50	2,00	101	101	W	LIMOS FANGOSOS, blandos de colores grises oscuros a negros con abundantes restos de conchas.	
	1,50	2,00	101	101	W	ML	

SOLICITANTE GOBIERNO VASCO		HOJA Nº		SUNDA NEPTUNO		CRUJIS DE REP-ARITEU	
TITULO METRO DE BILBAO		TRABAJO		TIPO 2000		COTA DE BOCA	
LOCALIDAD BILBAO		Nº DE SUNDOS-220		COORDENADAS		FECHA INICIADA 20.6.88	
DIBUJADO: (D. J. VERIFICADO:)		CORTE DEL TERRENO		JEFES DE SONDA		FECHA TERMINADA 24.6.88	
1		2		3		4	
COTA (m)		ESPESOR (mm)		PERFORA (mm)		TIPO CORONA	
14,00	2,40	101	101	101	W	DESCRIPCION	
15,45	1,45	101	101	101	W	ARCILLAS LIMOSAS Y ARCILLAS semi compactas a compactas de colores grises oscuros a verdosos.	
16,10	0,80	101	101	101	W	GRAVAS Y BOLOS de naturaleza areniscosa (silíceas) de 3 a 10 cm. de diametro dentro de una matriz arenarcillosa con numerosas gravillas.	
17,30	1,80	101	101	101	W	MARGAS muy blandas, de colores pardos a grisáceos, bastante meteorizadas, muy fracturadas y de calidad muy mala.	
19,70	2,40	101	101	101	W	MARGAS, blandas, de colores grisáceos, algo meteorizadas a sanas con juntas cerradas/oxidadas o rellenas de arcilla, con estratificación delgada y de calidad mediana.	
21,80	2,10	101	101	101	W	IDEM, blandas a bastante duras, grisáceas, sanas, con juntas algo cerradas (pirita o calcita) y de calidad buena.	
24,25	2,45	101	101	101	W	IDEM, blandas a bastante duras, grisáceas, alguna algo meteorizadas, con juntas algo cerradas a cerradas (rellenas de arcilla o calcita) y de calidad mediana.	



SOLICITANTE GOBIERNO VASCO
TITULO METRO DE BILBAO

SUNJA NEPTUNO
TIPO 2000

CRUOJIS DE HEPARITEU

DIBUJADO: S. D. VERIFICADO:

1 COTA (m) 27,35

2 ESPESOR (m) 3,50

3 PERFORA (mm) 101

TIPO CORONA DIAMANTE

4 CORTE DEL TERRENO

DESCRIPCION

De 24,25 a 27,35 IDEM, blandas a bastante duras, ne-
gruzcas, con juntas algo cerradas
a amplias (calcita) y de calidad
excelente.

5 NIVEL FREATICO

6 % RT 75,00

7 ENSAYO SPT

8 MUESTRA (m) TP 26,95

9 PERMEABILIDAD

10 CLASIFICACION GEOMECANICA

11 ENSAYO PERMEABILIDAD

12 MUESTRA (m) TP 27,25

13 ENSAYO PERMEABILIDAD

14 MUESTRA (m) TP 27,25

15 ENSAYO PERMEABILIDAD

16 MUESTRA (m) TP 27,25

17 ENSAYO PERMEABILIDAD

18 MUESTRA (m) TP 27,25

19 ENSAYO PERMEABILIDAD

20 MUESTRA (m) TP 27,25

21 ENSAYO PERMEABILIDAD

22 MUESTRA (m) TP 27,25

23 ENSAYO PERMEABILIDAD

24 MUESTRA (m) TP 27,25

25 ENSAYO PERMEABILIDAD

26 MUESTRA (m) TP 27,25

27 ENSAYO PERMEABILIDAD

28 MUESTRA (m) TP 27,25

29 ENSAYO PERMEABILIDAD

30 MUESTRA (m) TP 27,25

31 ENSAYO PERMEABILIDAD

32 MUESTRA (m) TP 27,25

33 ENSAYO PERMEABILIDAD

34 MUESTRA (m) TP 27,25

35 ENSAYO PERMEABILIDAD

36 MUESTRA (m) TP 27,25

37 ENSAYO PERMEABILIDAD

38 MUESTRA (m) TP 27,25

39 ENSAYO PERMEABILIDAD

40 MUESTRA (m) TP 27,25

41 ENSAYO PERMEABILIDAD

42 MUESTRA (m) TP 27,25

43 ENSAYO PERMEABILIDAD

44 MUESTRA (m) TP 27,25

45 ENSAYO PERMEABILIDAD

46 MUESTRA (m) TP 27,25

47 ENSAYO PERMEABILIDAD

48 MUESTRA (m) TP 27,25

49 ENSAYO PERMEABILIDAD

50 MUESTRA (m) TP 27,25

SOLICITANTE GOBIERNO VASCO
TITULO METRO DE BILBAO

SUNJA NEPTUNO
TIPO 2000

CRUOJIS DE HEPARITEU

DIBUJADO: S. D. VERIFICADO:

1 COTA (m) 6,10

2 ESPESOR (m) 8,10

3 PERFORA (mm) 152

TIPO CORONA W

4 CORTE DEL TERRENO

DESCRIPCION

De 0,00 a 6,10 RELLENOS HETEROGENEOS, asfalto 10
cm., resto gravas y bolos (alguno de
15 cm. de Ø) de escorias y arenis -
cosos fundamentalmente, dentro de
una matriz arenosa (de fundición).

5 NIVEL FREATICO

6 % RT 50,00

7 ENSAYO SPT

8 MUESTRA (m) TP 8,50

9 PERMEABILIDAD

10 CLASIFICACION GEOMECANICA

11 ENSAYO PERMEABILIDAD

12 MUESTRA (m) TP 9,05

13 ENSAYO PERMEABILIDAD

14 MUESTRA (m) TP 9,05

15 ENSAYO PERMEABILIDAD

16 MUESTRA (m) TP 9,05

17 ENSAYO PERMEABILIDAD

18 MUESTRA (m) TP 9,05

19 ENSAYO PERMEABILIDAD

20 MUESTRA (m) TP 9,05

21 ENSAYO PERMEABILIDAD

22 MUESTRA (m) TP 9,05

23 ENSAYO PERMEABILIDAD

24 MUESTRA (m) TP 9,05

25 ENSAYO PERMEABILIDAD

De 6,10 a 8,50 LIMOS ARCILLOSOS, fangosos, muy
blandos a blandos de colores gri -
ses oscuros a negros con algunas -
gravillas de 1 a 2 cm. de diametro
(areniscosas y margosas dispersas).

26 ENSAYO PERMEABILIDAD

27 MUESTRA (m) TP 12,00

28 ENSAYO PERMEABILIDAD

29 MUESTRA (m) TP 12,00

30 ENSAYO PERMEABILIDAD

31 MUESTRA (m) TP 12,00

32 ENSAYO PERMEABILIDAD

33 MUESTRA (m) TP 12,00

34 ENSAYO PERMEABILIDAD

35 MUESTRA (m) TP 12,00

36 ENSAYO PERMEABILIDAD

37 MUESTRA (m) TP 12,00

38 ENSAYO PERMEABILIDAD

39 MUESTRA (m) TP 12,00

40 ENSAYO PERMEABILIDAD

41 MUESTRA (m) TP 12,00

42 ENSAYO PERMEABILIDAD

43 MUESTRA (m) TP 12,00

KRONSA- TERRATEST

DIBUJADO:		VERIFICADO:		SOLICITANTE GOBIERNO VASCO		HOJA Nº		SUNDA NEPTUNO		CRUCIOS DE REF. AITEU					
TÍTULO METRO DE BILBAO		TRABAJO		METRO DE BILBAO		Nº DE SUND. EUSC-21B		TIPO 2000		COTA DE BOCA					
LOCALIDAD BILBAO		LOCALIDAD BILBAO		LOCALIDAD BILBAO		LOCALIDAD BILBAO		X		FECHA 13.6.88					
CORTE DEL TERRENO		CORTE DEL TERRENO		CORTE DEL TERRENO		CORTE DEL TERRENO		Y		FECHA 13.6.88					
DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		Z		FECHA 13.6.88					
DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		NIVEL FREÁTICO		TERMINO: CURT. 16.6.88					
DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		GRUPO		HORA					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
COTA (m)		ESPESOR (m)		PERFORA (m)		TIPO CORONA		GRAFICA		CORTE DEL TERRENO		DESCRIPCIÓN		SIMBOLO	
14,95	2,35	10,30	0,85	19,35	0,85	4,25	10	DIAMANTE	W	De 12,60 a 14,95 ARENAS finas muy flojas a flojas, algo limosas al comienzo de colores grises oscuros, con restos de conchas y de materia orgánica.	SM	15,65 29	47 N-47 31	14,00	14,55
17,00	1,50	10	10	17,00	1,50	10	10	DIAMANTE	GM	De 14,95 a 17,00 GRAVAS Y BOLOS de naturaleza fundamentalmente areniscosa, alguna cal carea, de 3 a 8 cm. de diámetro dentro de una matriz arcillo limosa amarillenta.	GM	17,70 20	36 N-36 28	19,30	19,75
18,50	0,85	19,35	0,85	4,25	10	10	10	DIAMANTE	GP	De 17,00 a 18,50 IDEM pero con matriz arenosa fina de color grisácea oscura.	GP	24 C-IV Maia			
19,35	0,85	4,25	10	19,35	0,85	4,25	10	DIAMANTE		De 18,50 a 19,35 MARGAS muy blandas a blandas, de colores grisáceos, bastante a algo meteorizadas, muy fracturadas y de calidad muy mala.					
23,60	2,20	23,60	2,20	23,60	2,20	23,60	2,20	DIAMANTE		De 19,35 a 23,60 MARGAS blandas a bastante duras, grisáceas algo meteorizadas a sanas, con juntas cerradas a algo cerradas (reellenas de calcita y/o oxidadas), con estratificación delgada a medianamente potente (sellada por calcita) y de calidad buena. Existen algunos nódulos de pirita diseminados.					
25,80	2,20	25,80	2,20	25,80	2,20	25,80	2,20	DIAMANTE		De 23,60 a 25,80 MARGAS blandas a bastante duras, grisáceas sanas, con juntas muy cerradas a cerradas (reellenas de calcita) y de calidad mala.					

KRONSA- TERRATEST

DIBUJADO:		VERIFICADO:		SOLICITANTE GOBIERNO VASCO		HOJA Nº		SUNDA NEPTUNO		CRUCIOS DE REF. AITEU					
TÍTULO METRO DE BILBAO		TRABAJO		METRO DE BILBAO		Nº DE SUND. EUSC-21B		TIPO 2000		COTA DE BOCA					
LOCALIDAD BILBAO		LOCALIDAD BILBAO		LOCALIDAD BILBAO		LOCALIDAD BILBAO		X		FECHA 13.6.88					
CORTE DEL TERRENO		CORTE DEL TERRENO		CORTE DEL TERRENO		CORTE DEL TERRENO		Y		FECHA 13.6.88					
DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		Z		FECHA 13.6.88					
DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		NIVEL FREÁTICO		TERMINO: CURT. 16.6.88					
DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		GRUPO		HORA					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
COTA (m)		ESPESOR (m)		PERFORA (m)		TIPO CORONA		GRAFICA		CORTE DEL TERRENO		DESCRIPCIÓN		SIMBOLO	
26,55	0,75	26,55	0,75	26,55	0,75	26,55	0,75	DIAMANTE	W	De 25,80 a 26,55 IDEM + ROCA VOLCANICA, con juntas muy cerradas (reellenas de calcita) y de calidad muy mala. Existe un dique que ha intruido presumiblemente a través de una fractura próxima a subvertical.	W				
28,40	0,85	28,40	0,85	28,40	0,85	28,40	0,85	DIAMANTE	GM	De 26,55 a 28,40 ROCA VOLCANICA, bastante dura a dura, de color gris clara a rosácea, de textura granuda fina, con juntas muy cerradas a cerradas (reellenas de calcita y alguna pirita) y de calidad muy mala.	GM				
30,20	1,80	30,20	1,80	30,20	1,80	30,20	1,80	DIAMANTE	GP	De 28,40 a 30,20 IDEM, con juntas cerradas (reellenas de calcita) y de calidad media a buena.	GP				

**KHONSA-
TERRATEST**

DEBLUJO: *J. Ochoa* VERIFICADO:

SOLICITANTE GOBIERNO VASCO
TITULO METRO DE BILBAO
LOCALIDAD BILBAO

HOJA Nº
TRABAJO
Nº DE SONDEOSC-190

SONDACHRAELLIUS
TIPO XC-90

PLANO
CROQUIS DE REPLANTEO

NOMBRE FIRMA
CRISTOBAL ROMERO
JAMARTINEZ
JEFE DE SONDA
SUPERVISOR TECNICO
COTA DE BOCA
FECHA INICIACION 22.7.88
FECHA TERMINACION 28.7.88
HORA
HORA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1,00	1,00	127													
2,60	1,60														
4,20	1,60														
7,00	2,80	101													
	6,65														

JUNTAS

OBSERVACIONES

**KHONSA-
TERRATEST**

DEBLUJO: *J. Ochoa* VERIFICADO:

SOLICITANTE GOBIERNO VASCO
TITULO METRO DE BILBAO
LOCALIDAD BILBAO

HOJA Nº
TRABAJO
Nº DE SONDEOSC-190

SONDA CHRAELLIUS
TIPO XC-90

PLANO
CROQUIS DE REPLANTEO

NOMBRE FIRMA
CRISTOBAL ROMERO
JAMARTINEZ
JEFE DE SONDA
SUPERVISOR TECNICO
COTA DE BOCA
FECHA INICIACION 22.7.88
FECHA TERMINACION 28.7.88
HORA
HORA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
13,65	6,65														
14,60	9,65														
14,80	9,20														
16,80	2,00	101													
	3,20														
	20,00														

OBSERVACIONES

Varias arboles + arcilla
Varias arcilla
60º Colita estratificación
85º Colita + calcita
60º Estratificación (calcita)
85º Calcita
87º Colita

KRONSA-TERRATEST

KRONSA-TERRATEST		SOLICITANTE GOBIERNO VASCO		SUNJA NEPTUNO		CRUJIS DE REPARITEU									
DIBUJADO: J. (D) VERIFICADO:		TITULO METRO DE BILBAO	HOJA Nº	TIPO 2000	JEFE DE SONDAS		NOMBRE FIRMA								
LÓCALIDAD BILBAO		Nº DE SONDAS UC-20B	TRABAJO	COORDENADAS	SUPERVISOR TÉCNICO		ALONSO RAPADO								
CÓRTE DEL TERRENO		DESCRIPCIÓN		MUESTRA		JUNTA DE SONDAS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
COTA (m)	ESPAZOR ESTRATO (m)	PERFORA (mm)	TIPO CORONA	GRAFICA	DESCRIPCIÓN	ENSAYO SPT	PROY. UNIDAD	ENSAJO PERMEABILIDAD	CLASIFICACION GEOMECANICA	% R00	ENSAJO SPT	ENSAJO SPT	ENSAJO SPT	ENSAJO SPT	ENSAJO SPT
1,50	4,50	102			De 0,00 a 1,50 RELLENOS HETEROGÉNEOS, asfalto y hormigón 0,30 cm., el resto gravas y bolos de escorias, con arenas y arcillas.										
4,00	2,80				De 1,50 a 4,00 LIMOS, algo arcillosos, semicompatos de colores marrones a grisáceos.										
5,06	4,05	101 W			De 4,00 a 5,05 LIMOS ARENOSOS semicompatos de colores grisáceos con abundantes restos de materia orgánica (talbs y raíces).										
9,80	4,75				De 5,05 a 9,80 ARCILLAS FANGOSAS blandas a muy blandas, de colores grises oscuros a negruzcos con abundantes restos de materia orgánica, conchas, etc.										
3,20	3,20				De 9,80 a 13,80 IDEM semicompatas.										

KRONSA-TERRATEST

KRONSA-TERRATEST		SOLICITANTE GOBIERNO VASCO		SUNJA NEPTUNO		CRUJIS DE REPARITEU									
DIBUJADO: J. (D) VERIFICADO:		TITULO METRO DE BILBAO	HOJA Nº	TIPO 2000	JEFE DE SONDAS		NOMBRE FIRMA								
LÓCALIDAD BILBAO		Nº DE SONDAS UC-20B	TRABAJO	COORDENADAS	SUPERVISOR TÉCNICO		ALONSO RAPADO								
CÓRTE DEL TERRENO		DESCRIPCIÓN		MUESTRA		JUNTA DE SONDAS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
COTA (m)	ESPAZOR ESTRATO (m)	PERFORA (mm)	TIPO CORONA	GRAFICA	DESCRIPCIÓN	ENSAYO SPT	PROY. UNIDAD	ENSAJO PERMEABILIDAD	CLASIFICACION GEOMECANICA	% R00	ENSAYO SPT	ENSAJO SPT	ENSAJO SPT	ENSAJO SPT	ENSAJO SPT
13,00	1,10				De 13,00 a 14,10 ARCILLAS semicompatas a compactas de colores grisáceos a amarillos, con algunas gravillas dispersas.										
14,10	2,80				De 14,10 a 16,90 GRAVAS Y BOLOS de naturaleza fundamentalmente areniscosa, alguno margoso, de 2 a 12 cm. de diámetro dentro de una matriz arcillo limosa amarillenta a grisácea.										
16,90	2,90				De 16,90 a 17,30 MARGAS muy blandas a blandas, grisáceas, bastante a algo meteorizadas, muy fracturadas y de calidad muy mala.										
17,30	2,00				De 17,30 a 19,30 MARGAS blandas, grisáceas, sanas con juntas cerradas (reellenas de calcita y/o pirita) y estratificación delgada (650 calcita) y de calidad mediana a buena.										
19,30	8,80				De 19,30 a 27,80 IDEM blandas a bastante duras, sanas, con juntas amplias (reellenas de calcita), estratificación potente y de calidad buena a excelente.										



AUTORIDAD PORTUARIA DE BILBAO (GIGSA, 1986)

G I G S A

GEOTEKNIKA, INGENIEROS Y GEOLOGOS, S. A.

BILBAO

Plano n.º 5/5

G 110/02

Verificado *ds*
Dibujado *fs* Junio 86DESIGNACION
CORTE DEL SONDEOSondeo n.º S5
Escala: 1:100

TIPO PERFOR.	RT %	RQD %	ALTITUD (m)	PROFUN. (m)	ESPESOR CAPAS	NIVEL FREÁTICO MUESTRAS	CORTE	ENSAYO STANDARD	DESCRIPCION
				0,00					
Ø 101 mm	81		+3,10	0,00	8,00				0,00 a 8,00 RELLENOS HETEROGENEOS; arcillas blandas con gravas intercaladas; las gravas corresponden a areniscas, margocalizas, hormigón y son abundantes hasta los 6,00 m. De 6,00 a 8,00 m. se observan gravas pero la proporción arcillosa aumenta.
				8,00					8,00 a 14,00 LIMOS FANGOSOS; blandos a muy blandos de color negruzco
				14,00					14,00 a 16,00 ARCILLAS; compactas a muy compactas de coloración amarillenta
				16,00					16,00 a 17,00 GRAVAS; sueltas a medianamente densas de naturaleza diversa (margocaliza, etc.) con arcillas intercaladas.
				17,00					17,00 a 18,50 ROCA; margocaliza, de color negruzco, sana, bastante dura con un índice de calidad mediano.
Ø 86mm	83			8,00	6,00			3	
				14,00					
				16,00					
				17,00					
Ø 76 mm	90			14,00	2,00			16	
				16,00					
				17,00					
Ø 66mm.	95	67		17,00	1,50				
				18,50					

P: Muestra parafinada

No se instala tubo piezométrico

El nivel freático oscila con el de la Ría

G 015

PROYECTO REFORMADO DEL PARCIAL Nº 2 DE EXPLANACIÓN Y MUELLES PARA EL CANAL DE DEUSTO

MARGEN IZQUIERDA DEL CANAL DE DEUSTO

Sondeos de reconocimiento

SONDEO N° 1

CORTE GEOLOGICO.						EXTRACCION DE MUESTRAS										PRUEBAS								
Fecha	Cotas m	Profund m	Espesor estrato	Diametro	Corte geológico	Naturaleza del terreno	Día	N° Muestra	Cotas de hincada del aparato	Cotas de localización	Peso varillaje y aparato	Peso maza kg.	Longitud de caída m	N° golpes	Pene-tracion m.	Observaciones	Día	N° Ensayo	Cotas inicial y final	Ø Columna	Peso columna kg.	Pe ma k		
COTA ROCA + 4.14		0.00	INCLINACION: VERTICAL																					
25-4-58	+2,74	1,40	1,40	Ø 4 1/2" Percusión		<p>Relleno</p> <p>Fango</p> <p>Fango y coqueleta descompuesta</p> <p>Coqueleta</p>													+4.14					
							26458	10	+2,74	44,50	—	0,60	11	0,40		1						Ø 4 1/2"	96,70	12
							"	20	-2,34	52,50	—	"	13	"		2						"	"	"
							"	30	-1,00	52,50	—	"	13	"		3						"	"	"
							"	40	-1,00	65,50	—	"	15	"		4						"	"	"
							"	50	-1,40	65,50	—	"	15	"		5						"	"	"
							"	60	-1,40	79,60	—	"	19	"		6						"	"	"
							"	70	-4,00	79,60	—	"	19	"		7						"	"	"
							"	80	-7,00	96,50	—	"	19	"		8						"	"	"
							"	90	-7,40	96,50	—	"	19	"		9						"	"	"
							"	100	-10,00	112,20	—	"	32	"		10						"	"	"
							"	110	-10,40	112,20	—	"	32	"		11						"	"	"
							"	120	-13,00	127,50	—	"	42	"		12						"	"	"
							"	130	-13,40	127,50	—	"	42	"		13						"	"	"
							"	140				"				14						"	"	"
							"	150				"				15						"	"	"
							"	160				"				16						"	"	"
							"	170				"				17						"	"	"
							"	180				"				18						"	"	"
							"	190				"				19						"	"	"
							"	200				"				20						"	"	"
							"	210				"				21						"	"	"
							"	220				"				22						"	"	"
							"	230				"				23						"	"	"
							"	240				"				24						"	"	"
							"	250				"				25						"	"	"
							"	260				"				26						"	"	"
							"	270				"				27						"	"	"
							"	280				"				28						"	"	"
							"	290				"				29						"	"	"
							"	300				"				30						"	"	"
							"	310				"				31						"	"	"
							"	320				"				32						"	"	"
							"	330				"				33						"	"	"
							"	340				"				34						"	"	"
							"	350				"				35						"	"	"
							"	360				"				36						"	"	"
				"	370				"				37						"	"	"			
29-4-58	-13,96	1810	0,20																-13,96					

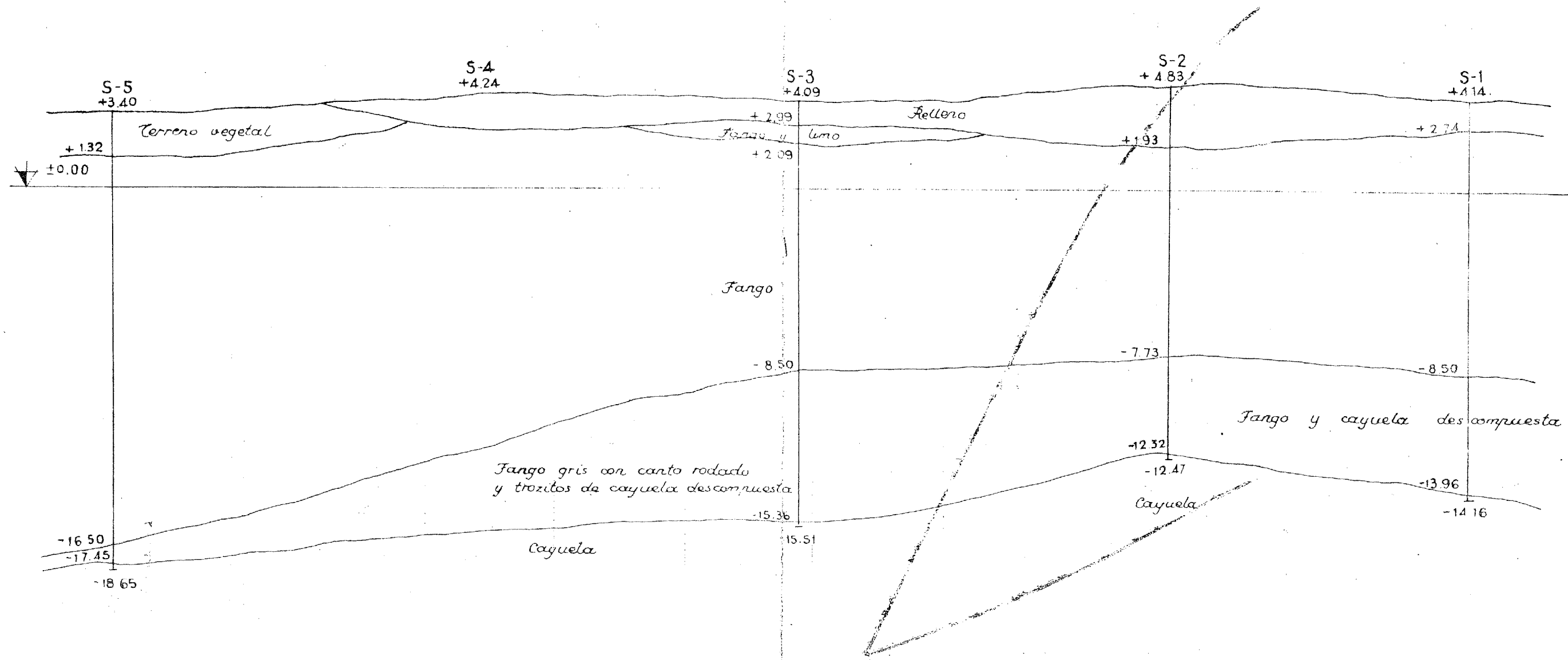
CORTE GEOLOGICO						EXTRACCION DE MUESTRAS										PRUEBA								
Fecha	Cotas m.	Profund. m.	Espesor estrato	Diámetro	Corte geológico.	Naturaleza del terreno.	Día	Nº Muestra	Cotas de hincado del aparato	Cotas de localización	Peso varillaje y aparato	Peso maza Kg.	Longitud de caída m.	Nº golpes	Pene-tración m.	Observaciones	Día	Nº Ensayo	Cotas inicial y final	Ø Columna	Peso columna Kg.	Peso maza Kg.		
COTA BOCA + 4.83 0.00 INCLINACION: VERTICAL						+ 4.83																		
22-4-58			2,90	Ø 4 1/2" Percusión		Relleno														1		4 1/2"	76,90	120
	+1,93	2,90						22-4-58	1-0	+1,83		52,40	-	0,60	9	0,40				2			"	"
						Fango		"		+1,43										3			"	"
								"	2-0	-0,83		70,75	-	"	11	"				4			"	"
			9,66					"	3-0	-1,23										5			132,15	"
								"		-2,17		78,60	-	"	21	"				6			"	"
								"	4-0	-2,57										7			"	"
								"		-5,23		86,70	-	"	24	"				8			"	"
								"		-5,63										9			"	"
	-7,73	12,50				Fango y coque		"	5-0	-8,23		106,95	-	"	26	"				10			191,85	"
			4,59			Coque		23-4-58		-8,63										11			"	"
								"		-11,23										12			"	"
								"		-11,63		120,10	-	"	36	"				13			"	"
24-4-58	-12,32	17,15						"												14			"	"
	-12,47	17,30	0,15																15			"	"	
																			16			"	"	
																			17			"	"	
																			18			"	"	
																			19			"	"	
																			20			300,75	"	
																			21			"	"	
																			22			"	"	
																			23			"	"	
																			24			"	"	
																			25			366,40	"	
																			26			"	"	
																			27			"	"	
																			28			"	"	
																			29			"	"	
																			30			"	"	
																			31			421,65	"	
																			32			"	"	
																			33			"	"	
																			34		-12,83	"	"	

CORTE GEOLOGICO						EXTRACCION DE MUESTRAS										PRUEBA							
Fecha	Cotas m.	Profund m.	Espesor estrato	Diametro	Corte geológico	Naturaleza del terreno.	Día	N° Muestra	Cotas de hincada del aparato	Cotas de localización	Peso varillaje y aparato	Peso maza Kg.	Longitud de caída m.	N° golpes	Pene-tración m.	Observaciones	Día	N° Ensayo	Cotas inicial y final	ϕ Columna	Peso columna Kg.		
COTA BOCA + 1,09		0,00		INCLINACION: VERTICAL						+ 4,09													
14,58	+2,99	1,10	1,10			Relleño												1		4 1/2	87,96		
	+2,09	2,00	0,90			Fango y lino.	14,58	1-C	2,09		47,10	-	-	8	0,40			2			"		
							"	2-C	1,69		52,35	-	-	-	0,40	La muestra se extra-jo a presión, es decir con el empuje que pudo hacer un hombre sobre el varillaje.		3			"		
							"	3-C	1,00			-	-	-	0,40		4				"		
							"	4-C	0,60			-	-	-	0,40		5				132,16		
							"	5-C	-1,00		63,30	-	-	-	0,40		6				"		
							"	6-C	-1,40			-	-	-	0,40		7				"		
							"	7-C	-1,40			-	-	-	0,40		8				"		
							"	8-C	-1,40			-	-	-	0,40		9				189,02		
							"	9-C	-1,40			-	-	-	0,40	10				"			
							"	10-C	-1,40			-	-	-	0,40	11				"			
							"	11-C	-1,40			-	-	-	0,40	12				"			
							"	12-C	-1,40			-	-	-	0,40	13				"			
							"	13-C	-1,40			-	-	-	0,40	14				"			
							"	14-C	-1,40			-	-	-	0,40	15				236,03			
							"	15-C	-1,40			-	-	-	0,40	16				"			
							"	16-C	-1,40			-	-	-	0,40	17				"			
							"	17-C	-1,40			-	-	-	0,40	18				291,28			
							"	18-C	-1,40			-	-	-	0,40	19				"			
							"	19-C	-1,40			-	-	-	0,40	20				"			
							"	20-C	-1,40			-	-	-	0,40	21				"			
							"	21-C	-1,40			-	-	-	0,40	22				"			
							"	22-C	-1,40			-	-	-	0,40	23				344,32			
							"	23-C	-1,40			-	-	-	0,40	24				"			
							"	24-C	-1,40			-	-	-	0,40	25				"			
							"	25-C	-1,40			-	-	-	0,40	26				"			
							"	26-C	-1,40			-	-	-	0,40	27				"			
							"	27-C	-1,40			-	-	-	0,40	28				390,73			
							"	28-C	-1,40			-	-	-	0,40	29				"			
							"	29-C	-1,40			-	-	-	0,40	30				"			
							"	30-C	-1,40			-	-	-	0,40	31				"			
							"	31-C	-1,40			-	-	-	0,40	32				457,03			
							"	32-C	-1,40			-	-	-	0,40	33				"			
							"	33-C	-1,40			-	-	-	0,40	34				"			
							"	34-C	-1,40			-	-	-	0,40	35				"			
							"	35-C	-1,40			-	-	-	0,40	36				"			
							"	36-C	-1,40			-	-	-	0,40	37				"			
							"	37-C	-1,40			-	-	-	0,40					-15,00			
							"	38-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	39-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	40-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	41-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	42-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	43-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	44-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	45-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	46-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	47-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	48-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	49-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	50-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	51-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	52-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	53-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	54-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	55-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	56-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	57-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	58-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	59-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	60-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	61-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	62-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	63-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	64-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	65-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	66-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	67-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	68-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	69-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	70-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	71-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	72-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	73-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	74-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	75-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	76-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	77-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	78-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	79-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	80-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	81-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	82-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	83-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	84-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	85-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	86-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	87-C	-1,40			-	-	-	0,40					"			
							"	88-C	-1,40			-	-	-	0,								

CORTE GEOLOGICO						EXTRACCION DE MUESTRAS										PRUEBAS							
Fecha	Cotas m.	Profund. m.	Espesor estrato	Diametro	Corte geológico	Naturaleza del terreno.	Dia.	N° Muestra	Cotas de inicio de aparato	Cotas de localización	Peso varillaje y aparato	Peso maza Kg.	Longitud de caída m.	N° golpes	Pene-tración m.	Observaciones.	Dia.	N° Ensayo	Cotas inicial y final.	Columna	Peso columna Kg.	P m	
COTA BOCA +3.40						INCLINACION VERTICAL						+3.40											
30-4-58		0.00																					
	+1.32	2.08	2.08			Terreno vegetal														4 1/2"	81.30	1	
							3-5-58	0	+1.00		51.35	-	0.00	9	0.40								
							"	0	+0.00			-	"	14	"							138.80	
							"	0	-1.00			-	"									"	
							"	0	-1.40		62.35	-	"									"	
							"	0	-4.00			-	"	16	"							"	
							"	0	-4.40		74.95	-	"									"	
							"	0	-7.00			-	"	21	"							"	
						Tango	"	0	-7.40		90.20	-	"									"	
							"	0	-10.00			-	"	23	"							"	
							5-5-58	0	-10.40		100.40	-	"									"	
							"	0	-13.00			-	"	19	"							"	
							"	0	-13.40		121.70	-	"									"	
							"	0	-16.00			-	"	31	"							"	
							"	0	-16.40		138.00	-	"									"	
	-16.50	19.90							-16.00			-	"									"	
	-17.45	20.35	0.95			Tango y es con canto rodado y arena descompuesta			-16.40			-	"									"	
7-5-58	-18.35	21.05	0.20			argentea						-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
												-	"									"	
			</																				


Corte A-A'

Escalas H = 1:2000
V = 1:200




DATOS FACILITADOS POR
CIMENTACIONES ESPECIALES S.A.

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA APERTURA DEL CANAL DE DEUSTO (TYP SA, 2011)

SONDEO	TRABAJO: <i>PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO</i>	
SP-1	EMPRESA: <i>ATSG Instrumentación Geotécnica</i>	
F. INICIO: <i>14-dic-11</i>	SONDA: <i>ROLATEC RL-48</i>	
F. FINAL: <i>16-dic-11</i>	SUPERVISOR: <i>R.L.F.</i>	
		HOJA 1 DE 8



EMPLAZAMIENTO


SONDEO	TRABAJO: <i>PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO</i>	
SP-1	EMPRESA: <i>ATSG Instrumentación Geotécnica</i>	
F. INICIO: <i>14-dic-11</i>	SONDA: <i>ROLATEC RL-48</i>	
F. FINAL: <i>16-dic-11</i>	SUPERVISOR: <i>R.L.F.</i>	
		HOJA 2 DE 8



CAJA 1: DE 0,00 M A 2,50 M.



CAJA 2: DE 2,50 M A 5,45 M.

SONDEO	TRABAJO: <i>PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO</i>	
SP-1	EMPRESA: <i>ATSG Instrumentación Geotécnica</i>	
	SONDA: <i>ROLATEC RL-48</i>	
F. INICIO: <i>14-dic-11</i>	SONDISTA: <i>PABLO FUEYO</i>	
F. FINAL: <i>16-dic-11</i>	SUPERVISOR: <i>R.L.F.</i>	



CAJA 3: DE 5,45 M A 8,15 M.



CAJA 4: DE 8,15 M A 10,00 M.


SONDEO	TRABAJO: <i>PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO</i>	
SP-1	EMPRESA: <i>ATSG Instrumentación Geotécnica</i>	
	SONDA: <i>ROLATEC RL-48</i>	
F. INICIO: <i>14-dic-11</i>	SONDISTA: <i>PABLO FUEYO</i>	
F. FINAL: <i>16-dic-11</i>	SUPERVISOR: <i>R.L.F.</i>	



CAJA 5: DE 10,00 M A 12,60 M.



CAJA 6: DE 12,60 M A 15,30 M.


SONDEO	TRABAJO: <i>PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO</i>	
SP-1	EMPRESA: <i>ATSG Instrumentación Geotécnica</i>	
	SONDA: <i>ROLATEC RL-48</i>	
F. INICIO: <i>14-dic-11</i>	SONDISTA: <i>PABLO FUEYO</i>	
F. FINAL: <i>16-dic-11</i>	SUPERVISOR: <i>R.L.F.</i>	



CAJA 7: DE 15,30 M A 17,90 M.



CAJA 8: DE 17,90 M A 19,90 M.

SONDEO	TRABAJO: <i>PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO</i>	
SP-1	EMPRESA: <i>ATSG Instrumentación Geotécnica</i>	
	SONDA: <i>ROLATEC RL-48</i>	
F. INICIO: <i>14-dic-11</i>	SONDISTA: <i>PABLO FUEYO</i>	
F. FINAL: <i>16-dic-11</i>	SUPERVISOR: <i>R.L.F.</i>	



CAJA 9: DE 19,90 M A 21,95 M.



CAJA 10: DE 21,95 M A 24,05 M.

SONDEO	TRABAJO: <i>PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO</i>	
SP-1	EMPRESA: <i>ATSG Instrumentación Geotécnica</i>	
	SONDA: <i>ROLATEC RL-48</i>	
F. INICIO: <i>14-dic-11</i>	SONDISTA: <i>PABLO FUEYO</i>	
F. FINAL: <i>16-dic-11</i>	SUPERVISOR: <i>R.L.F.</i>	



CAJA 11: DE 24,05 M A 26,20 M.



CAJA 12: DE 26,20 M A 27,00 M.


SONDEO	TRABAJO: <i>PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO</i>	
SP-1	EMPRESA: <i>ATSG Instrumentación Geotécnica</i>	
	SONDA: <i>ROLATEC RL-48</i>	
F. INICIO: <i>14-dic-11</i>	SONDISTA: <i>PABLO FUEYO</i>	
F. FINAL: <i>16-dic-11</i>	SUPERVISOR: <i>R.L.F.</i>	



TAPADERA METÁLICA


FECHA		PROYECTO APERTURA CANAL DE DEUSTO		COORDENADAS		X Y Z		EQUIPO		SONDISTA ATSG		SONDEO SP-2				
INICIO	FINAL	14/12/2011	15/12/2011					SIST. PERF.	ANG. HOR.	ROTACIÓN	HOJA	DE	6			
DIAMETRO	BATERIA	DIAMETRO	TUBERIA	PROFUNDIDAD EN METROS	N. FREATICO	RECUPER. %	PERD. AGUA	SIMBOLO	GRAFICO	DESCRIPCION	MUESTRA	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA	COMPRESION SIMPLE	ENSAYOS DE CORTE	CONSOLIDACION
DIAMETRO	BATERIA	DIAMETRO	TUBERIA	PROFUNDIDAD EN METROS	N. FREATICO	RECUPER. %	PERD. AGUA	SIMBOLO	GRAFICO	DESCRIPCION	MUESTRA	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA	COMPRESION SIMPLE	ENSAYOS DE CORTE	CONSOLIDACION
DIAMETRO	BATERIA	DIAMETRO	TUBERIA	PROFUNDIDAD EN METROS	N. FREATICO	RECUPER. %	PERD. AGUA	SIMBOLO	GRAFICO	DESCRIPCION	MUESTRA	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA	COMPRESION SIMPLE	ENSAYOS DE CORTE	CONSOLIDACION
				10		100				Penetrómetro manual a 10,20 m = 0,3 kg/cm ²						
				5		100				Penetrómetro manual a 10,40 m = 0,5 kg/cm ²						
				11		100				Penetrómetro manual a 10,60 m = 0,4 kg/cm ²						
				5		100				Penetrómetro manual a 11,00 m = 0,4 kg/cm ²						
				12		100				De 3,40 a 17,90 m : MARISMAL Limo arcilloso con indicios de arena (micas) de color gris negruzco, con un porcentaje en arcilla/limo variable. Presenta fragmentos de bivalvos esporádicos y alto contenido en materia orgánica (olor fétido). Muy húmedo, muy plástico. De consistencia blanda a muy blanda.	MI-3	11,60	8	8	9	9
				5		100				Penetrómetro manual a 12,60 m = 0,1 kg/cm ²						
				13		100				Penetrómetro manual a 12,80 m = 0,1 kg/cm ²						
				5		100				Penetrómetro manual a 13,20 m = 0,6 kg/cm ²						
				14		100				Penetrómetro manual a 13,50 m = 0,6 kg/cm ²						
				5		100				Penetrómetro manual a 13,70 m = 0,4 kg/cm ²						
				14		100				A partir de 13,80 m aumenta el contenido en materia orgánica y pasa a tonos más oscuros.						
				5		100				Penetrómetro manual a 14,20 m = 0,2 kg/cm ²						
				15		100				Penetrómetro manual a 14,80 m = 0,4 kg/cm ²						

FECHA		PROYECTO APERTURA CANAL DE DEUSTO		COORDENADAS		X Y Z		EQUIPO		SONDISTA ATSG		SONDEO SP-2				
INICIO	FINAL	14/12/2011	15/12/2011					SIST. PERF.	ANG. HOR.	ROTACIÓN	HOJA	DE	6			
DIAMETRO	BATERIA	DIAMETRO	TUBERIA	PROFUNDIDAD EN METROS	N. FREATICO	RECUPER. %	PERD. AGUA	SIMBOLO	GRAFICO	DESCRIPCION	MUESTRA	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA	COMPRESION SIMPLE	ENSAYOS DE CORTE	CONSOLIDACION
DIAMETRO	BATERIA	DIAMETRO	TUBERIA	PROFUNDIDAD EN METROS	N. FREATICO	RECUPER. %	PERD. AGUA	SIMBOLO	GRAFICO	DESCRIPCION	MUESTRA	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA	COMPRESION SIMPLE	ENSAYOS DE CORTE	CONSOLIDACION
DIAMETRO	BATERIA	DIAMETRO	TUBERIA	PROFUNDIDAD EN METROS	N. FREATICO	RECUPER. %	PERD. AGUA	SIMBOLO	GRAFICO	DESCRIPCION	MUESTRA	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA	COMPRESION SIMPLE	ENSAYOS DE CORTE	CONSOLIDACION
				15		100				De 3,40 a 17,90 m : MARISMAL Limo arcilloso con indicios de arena (micas) de color gris negruzco, con un porcentaje en arcilla/limo variable. Presenta fragmentos de bivalvos esporádicos y alto contenido en materia orgánica (olor fétido). Muy húmedo, muy plástico. De consistencia blanda a muy blanda.	MI-4	15,40				
				5		50				A partir de 17,60 m presenta pasadas amarillentas. Penetrómetro manual a 17,60 m = 0,1 kg/cm ²						
				16		100				Penetrómetro manual a 17,80 m = 0,5 kg/cm ²						
				5		100				De 17,90 m a 18,20 m: ALUVIAL Gravas subredondeadas y bien graduadas con algo de arena y arcilla marrón amarillenta						
				18		100				De 18,20 a 27,60 m: Limolita carbonatada gris negruzca sana (GM: I) y de resistencia media.						
				5		100										
				19		100										
				5		100										
				20		100				TP-1 (19,45 a 19,80 m)						

SONDEO	TRABAJO: <i>PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO</i>	
SP-2	EMPRESA: <i>ATSG Instrumentación Geotécnica</i>	
F. INICIO: <i>14-dic-11</i>	SONDA: <i>ROLATEC RL-48</i>	
F. FINAL: <i>15-dic-11</i>	SUPERVISOR: <i>R.L.F.</i>	
		HOJA 1 DE 8



EMPLAZAMIENTO


SONDEO	TRABAJO: <i>PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO</i>	
SP-2	EMPRESA: <i>ATSG Instrumentación Geotécnica</i>	
F. INICIO: <i>14-dic-11</i>	SONDA: <i>ROLATEC RL-48</i>	
F. FINAL: <i>15-dic-11</i>	SUPERVISOR: <i>R.L.F.</i>	
		HOJA 2 DE 8



CAJA 1: DE 0,00 M A 2,40 M.



CAJA 2: DE 2,40 M A 5,80 M.


SONDEO	TRABAJO: PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO	
SP-2	EMPRESA: ATSG Instrumentación Geotécnica	
	SONDA: ROLATEC RL-48	
F. INICIO: 14-dic-11	SONDISTA: RAFAEL CEÑAL	
F. FINAL: 15-dic-11	SUPERVISOR: R.L.F.	



CAJA 3: DE 5,80 M A 8,40 M.



CAJA 4: DE 8,40 M A 10,45 M.


SONDEO	TRABAJO: PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO	
SP-2	EMPRESA: ATSG Instrumentación Geotécnica	
	SONDA: ROLATEC RL-48	
F. INICIO: 14-dic-11	SONDISTA: RAFAEL CEÑAL	
F. FINAL: 15-dic-11	SUPERVISOR: R.L.F.	



CAJA 5: DE 10,45 M A 13,20 M.



CAJA 6: DE 13,20 M A 15,40 M.


SONDEO	TRABAJO: PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO	
SP-2	EMPRESA: ATSG Instrumentación Geotécnica	
F. INICIO: 14-dic-11	SONDA: ROLATEC RL-48	
F. FINAL: 15-dic-11	SONDISTA: RAFAEL CEÑAL	
SUPERVISOR: R.L.F.		HOJA 5 DE 8



CAJA 7: DE 15,40 M A 18,10 M.



CAJA 8: DE 18,10 M A 20,30 M.


SONDEO	TRABAJO: PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO	
SP-2	EMPRESA: ATSG Instrumentación Geotécnica	
F. INICIO: 14-dic-11	SONDA: ROLATEC RL-48	
F. FINAL: 15-dic-11	SONDISTA: RAFAEL CEÑAL	
SUPERVISOR: R.L.F.		HOJA 6 DE 8



CAJA 9: DE 20,30 M A 22,35 M.



CAJA 10: DE 22,35 M A 24,35 M.


SONDEO	TRABAJO: PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO	
SP-2	EMPRESA: ATSG Instrumentación Geotécnica	
F. INICIO: 14-dic-11	SONDA: ROLATEC RL-48	
F. FINAL: 15-dic-11	SONDISTA: RAFAEL CEÑAL	
	SUPERVISOR: R.L.F.	HOJA 7 DE 8



CAJA 11: DE 24,35 M A 26,40 M.



CAJA 12: DE 26,40 M A 27,65 M.

SONDEO	TRABAJO: PROYECTO APERTURA CANAL DEUSTO	
SP-2	EMPRESA: ATSG Instrumentación Geotécnica	
F. INICIO: 14-dic-11	SONDA: ROLATEC RL-48	
F. FINAL: 15-dic-11	SONDISTA: RAFAEL CEÑAL	
	SUPERVISOR: R.L.F.	HOJA 8 DE 8

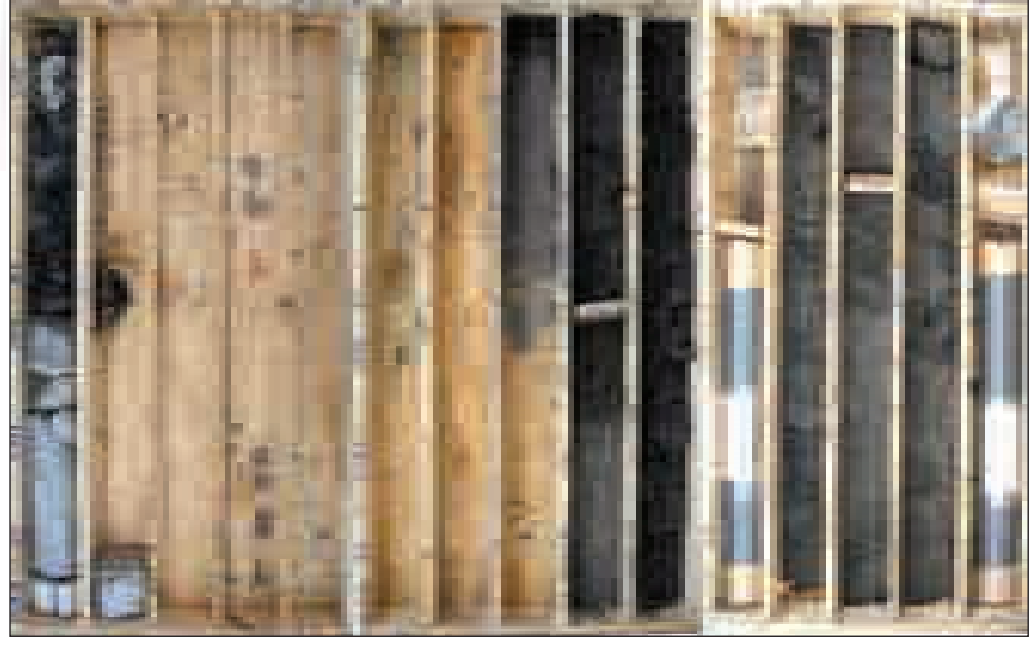


TAPADERA METÁLICA

ESTUDIO DE MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA - SONDEOS (SENER – LURGINTZA, 2010)



FOTO DE SITUACION



SONDEO MECÁNICO S-171
De 0.0-15.0 m

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RIBERA DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA - MARGEN IZQUIERDA



SONDEO MECÁNICO S-171
De 15.0 - 24.0 m

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RIBERA DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA - MARGEN IZQUIERDA



FOTO DE SITUACION



SONDEO MECÁNICO S-21 D-1
De 0.0-15.0 m

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RIBERA DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA - MARGEN DERECHA-



SONDEO MECÁNICO S-21 D-1
De 15.0 - 23.0 m

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RIBERA DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA - MARGEN DERECHA

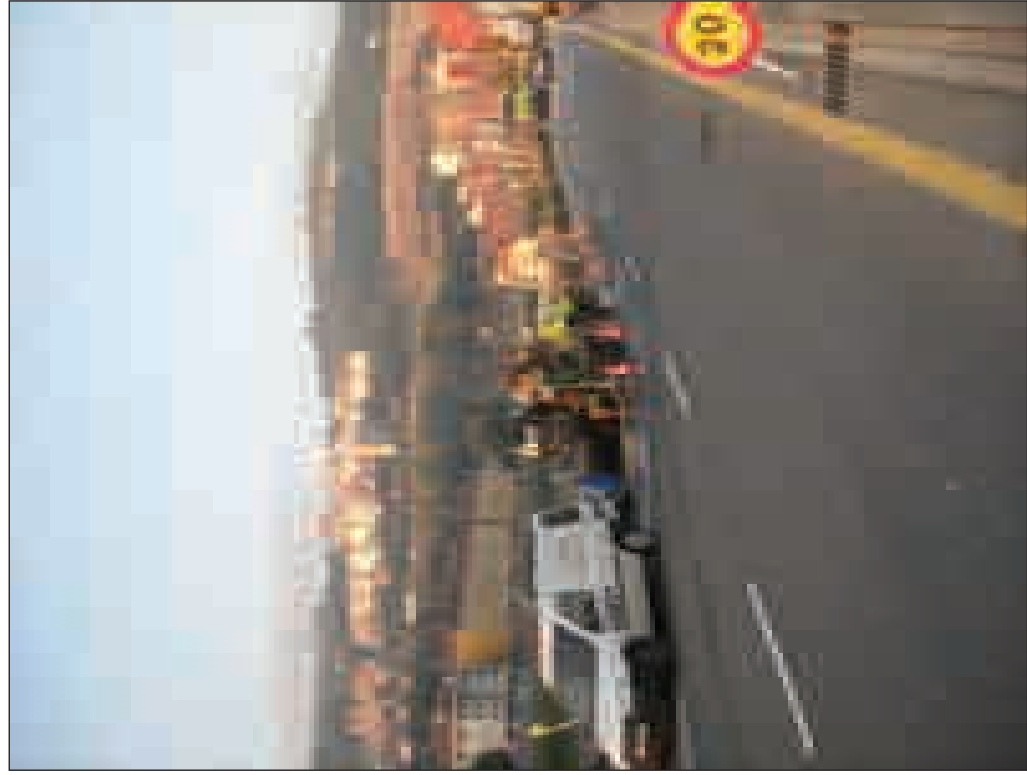
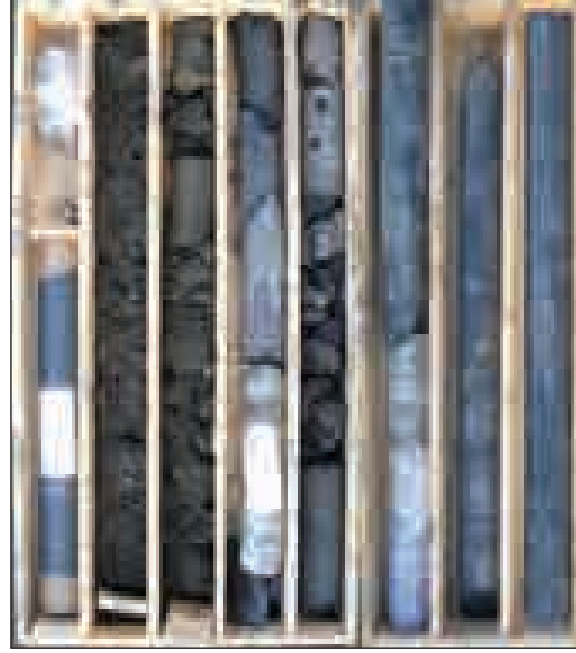


FOTO DE SITUACION



SONDEO MECÁNICO S-21 D-2
De 0.0-15.0 m

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RIBERA DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA - MARGEN DERECHA-



SONDEO MECÁNICO S-21 D-2
De 15.0 - 23.0 m

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RIBERA DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA - MARGEN DERECHA



FOTO DE SITUACION



SONDEO MECÁNICO S-21 D-3
De 0.0-15.0 m

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RIBERA DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA - MARGEN DERECHA-



SONDEO MECÁNICO S-21 D-3
De 15.0 - 24.0 m

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RIBERA DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA - MARGEN DERECHA



FOTO DE SITUACION



SONDEO MECÁNICO S-21 D-4
De 0.0-15.0 m

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RIBERA DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA - MARGEN DERECHA-



SONDEO MECÁNICO S-21 D-4
De 15.0 - 23.0 m

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RIBERA DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA - MARGEN DERECHA -

ESTUDIO DE MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA - GEOFÍSICA (SENER – IGT, 2010)



Estudio de la situación actual de los muros y estructuras de la Ribera de la Ría de Bilbao entre La Peña y Elorrieta.

Reconocimiento mediante Sísmica Pasiva.

Marzo 2.010

INDICE

1.	Presentación y objetivos	1
1.1.	Equipo técnico del estudio	1
1.2.	Instrumentación empleada	1
2.	Metodología de trabajo	2
2.1.	Justificación	2
2.2.	Ensayo preliminar	2
2.3.	El método de la Sísmica Pasiva	2
3.	Descripción del trabajo realizado	9
3.1.	Medidas sobre el terreno	9
3.1.1.	Incidencias	10
3.1.2.	Control de calidad	10
3.2.	Procesado de los registros sísmicos	10
3.2.1.	Presentación de los resultados	13
4.	Resultados del estudio	14
4.1.	Comentarios generales	14
4.2.	Resumen de los resultados	15

FIGURAS

1.	Localización del perfil de ensayo.
2.	Resultados del ensayo realizado antes del estudio.
3.	Relaciones entre las velocidades de las ondas compresionales (V_p), de cizalla (V_s) y superficiales del tipo Rayleigh (C_R)
4.	Propiedades características de la transmisión de las ondas Rayleigh.
5.	Concepto de dispersión en la transmisión de las ondas superficiales
6.	Esquema explicativo del procesado de los registros en el método de la Sísmica Pasiva
7.	Ejemplo de presentación de los resultados en forma 1D
8.	Ejemplo de presentación de los resultados en forma de sección (2D)
9.	Diagrama de dispersión correspondiente a la repetición de medidas para el control de calidad (A).
10.	Diagrama de dispersión correspondiente a la repetición de medidas para el control de calidad (B).

PLANOS

1.	Localización de los perfiles PS-1, PS-2 y PS-3.
2.	Localización de los perfiles PS-2 y PS-3.
3.	Localización de los perfiles PS-3, PS-4, PS-5, PS-6, PS-7.
4.	Localización de los perfiles PS-7, PS-8, PS-9 y PS-10.
5.	Localización de los perfiles PS-9 y PS-10.
6.	Localización del perfil PS-11.
7.	Localización de los perfiles PS-12 y PS-13.
8.	Localización de los perfiles PS-12 y PS-13.
9.	Localización de los perfiles PS-13, PS-14, PS-15 y PS-16.
10.	Localización de los perfiles PS-14, PS-16, PS-17 y PS-18.
11.	Localización de los perfiles PS-17, PS-18, PS-19, PS-20 y PS-21.
12.	Localización de los perfiles PS-20, PS-21, PS-22, PS-23 y PS-24.
13.	Localización de los perfiles PS-23 y PS-24.
14.	Secciones sísmicas PS-1 y PS-2 (0 a 300 metros).
15.	Sección sísmica PS-2 (300 a 717 metros).
16.	Sección sísmica PS-3 (0 a 450 metros).
17.	Sección sísmica PS-3 (450 a 900 metros).
18.	Sección sísmica PS-3 (900 a 1.410 metros).
19.	Secciones sísmicas PS-4 y PS-6.
20.	Secciones sísmicas PS-5 y PS-7.
21.	Sección sísmica PS-8.
22.	Sección sísmica PS-9 (0 a 450 metros).
23.	Sección sísmica PS-9 (450 a 900 metros).
24.	Sección sísmica PS-9 (900 a 1.210 metros).
25.	Sección sísmica PS-10 (0 a 450 metros).
26.	Sección sísmica PS-10 (450 a 910 metros).
27.	Sección sísmica PS-11.
28.	Sección sísmica PS-12 (0 a 450 metros).
29.	Sección sísmica PS-12 (450 a 960 metros).
30.	Sección sísmica PS-13 (0 a 450 metros).
31.	Sección sísmica PS-13 (450 a 900 metros).
32.	Sección sísmica PS-13 (900 a 1.150 metros).
33.	Sección sísmica PS-14 (0 a 450 metros).
34.	Secciones sísmicas PS-14 (450 a 610 metros) y PS-15.
35.	Sección sísmica PS-16.
36.	Sección sísmica PS-17.
37.	Sección sísmica PS-18.
38.	Sección sísmica PS-20.
39.	Secciones sísmicas PS-19, PS-21 y PS-22.
40.	Sección sísmica PS-23 (0 a 450 metros).
41.	Sección sísmica PS-23 (450 a 693 metros).
42.	Sección sísmica PS-24.

1. PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS

En este informe se describe el reconocimiento del terreno realizado mediante el método geofísico de la **Sísmica Pasiva** en la Ribera de la Ría de Bilbao. Este estudio geofísico ha sido realizado por **International Geophysical Technology, S.L. (IGT)** como parte de los trabajos del "**Estudio de la situación actual de los muros y estructuras de la Ribera de la Ría de Bilbao, entre La Peña y Elorrieta**". IGT ha desarrollado este estudio atendiendo al encargo recibido de **SENER**, en calidad de empresa especializada en la aplicación de métodos geofísicos para el reconocimiento del terreno.

El objetivo concreto de este estudio ha sido obtener información relativa a las características geotécnicas de los materiales que constituyen los rellenos en los paseos de la Ría sobre los que se apoyan los muros que la delimitan y determinar la profundidad a que se localiza el sustrato rocoso.

Las características urbanas de la zona de estudio y el reducido espacio disponible para la ejecución de los trabajos, hacen inviable la aplicación de otros métodos geofísicos convencionales tales como la Sísmica de refracción o la Tomografía eléctrica que en otras circunstancias podrían ser perfectamente aplicables para resolver los objetivos planteados. Así pues en nuestra opinión el método geofísico más adecuado para este caso es el método de la **Sísmica Pasiva**. Los resultados de un ensayo realizado al inicio de los trabajos confirmaron que, efectivamente, éste es un método eficaz para resolver el objetivo de este estudio.

Seguidamente damos cuenta del trabajo realizado y de los resultados obtenidos en el curso de este reconocimiento. También incluimos una somera explicación de la metodología de trabajo utilizada, para contribuir a la valoración más objetiva de los resultados de este estudio.

1.1. Equipo técnico del estudio

En la ejecución de este trabajo ha participado el personal técnico de la plantilla de **IGT** que a continuación se relaciona indicando la función realizada por cada uno de ellos:

- ▶ Ángel Grandá Sanz. Ingeniero de Minas. Planificación de los trabajos, interpretación de los resultados y redacción del informe.
- ▶ José Enrique Borges Viralta. Ingeniero Geofísico. Ejecución de parte de las medidas sobre el terreno y análisis y procesamiento de los registros sísmicos.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

2.1. Justificación

Una de las formas de caracterización de los materiales del subsuelo mediante medidas físicas realizadas en la superficie del terreno es la determinación de la velocidad de transmisión de una onda de compresión a través de los macizos rocosos. Esta velocidad (V_p) depende directamente del grado de compactación e integridad de los materiales a través de los que se produce la propagación de la señal y por lo tanto es considerada como un indicador geomecánico. De hecho los métodos geofísicos que permiten calcular los valores de V_p se emplean de forma sistemática en los estudios geotécnicos para caracterizar unidades con diferente grado de consolidación y también para evaluar la excavabilidad de los macizos rocosos, determinando la amplitud y grado de alteración de su zona meteorizada.

El **método sísmico de refracción** constituye la técnica geofísica más ampliamente utilizada para determinar la velocidad de V_p característica de las diferentes capas del subsuelo y también el espesor de cada una de ellas hasta el rango de profundidad investigado en cada caso. Sus condiciones ideales de aplicación requieren en principio que la velocidad V_p del terreno aumente con la profundidad, al objeto de que puedan resolverse todas las capas significativas.

En las condiciones de la zona de este estudio, resulta inviables la aplicación del método Sísmico de Refracción tanto por el elevado nivel de ruido como porque está asfaltada o pavimentada, y por ello como única alternativa factible para resolver los objetivos planteados se ha utilizado el método de la **Sísmica Pasiva**. Con este método se determina la distribución de los **valores de V_s del terreno** en función de la profundidad. Estos valores también dependen del grado de consolidación y de la integridad de los materiales del subsuelo y están relacionados con los de V_p .

2.2. Ensayo preliminar

Por parte de nuestro cliente se había planteado la posibilidad de realizar el estudio mediante el método de la Tomografía Eléctrica, desde la hipótesis de que entre los rellenos de los paseos y el terreno natural constituido por materiales consolidados podría existir un considerable contraste de resistividad. **IGT** desaconsejó utilizar este método de forma sistemática en este estudio por los siguientes motivos:

- a) La previsible existencia de canalizaciones y elementos metálicos enterrados o en contacto con el terreno cuando se localizan en la proximidad de alguno de los electrodos utilizados para las medidas de resistividad, puede producir fuertes interferencias en las medidas hasta hacerlas

- ▶ Víctor Manuel Yagüe Álvaro. Técnico geofísico. Ejecución de los ensayos y de parte de las medidas de campo en calidad de Jefe de equipo.
- ▶ Francisco Javier Moirón Delgado. Ayudante. Trabajos de campo.
- ▶ Plamen Nikolov Nikolov. Ayudante. Trabajos de campo.
- ▶ Abel Vega Oviedo. Ayudante. Trabajos de campo.

El equipo de trabajo que ha intervenido en la ejecución de este estudio acumula una amplia experiencia en la aplicación de este método a diversos proyectos con objetivos semejantes a los de este estudio

1.2. Instrumentación empleada

Para la ejecución de este reconocimiento **IGT** ha utilizado un equipo específico para estudios de **Sísmica Pasiva**, compuesto por los elementos que se relacionan a continuación:

- ▶ Sismógrafo digital de 24 canales modelo **DAQ LINK II** (s/n SS040405-01-104) con las especificaciones adecuadas para este tipo de estudios tales como alta capacidad de muestreo y capacidad de obtención de registros sísmicos de gran longitud.
- ▶ Geófonos verticales de baja frecuencia (45 Hz) instalados sobre placas metálicas.
- ▶ Cables especiales para conexión de los geófonos al sismógrafo.



completamente inútiles.

- b) Efecto del agua salobre de la Ría, que puede falsear los valores normales de resistividad de las diferentes unidades geoelectricas del terreno, o incluso producir un cierto apantallamiento.
- c) Complicaciones y dificultades logísticas relacionadas con la necesidad de perforar taladros para atravesar la capa asfáltica o el pavimento en los emplazamientos de los electrodos para conseguir que éstos hagan contacto eléctrico con los rellenos.
- d) Aún en el caso de que se pudieran superar todos estos inconvenientes, existe otro argumento en contra de este método y es el hecho de que las secciones de resistividad no proporcionan información relativa a las características geotécnicas del terreno, mientras que la Sísmica Pasiva sí que aporta esta información, que entendemos relevante en este caso.

No obstante y para poder comparar de forma concreta los resultados proporcionados por uno y otro método, se realizaron a modo de ensayo medidas con ambos métodos sobre un perfil de 230 metros en la zona señalada en la **Figura 1**. Los resultados obtenidos se presentan convenientemente agrupados en la **Figura 2** y en base a ellos se decidió finalmente realizar el reconocimiento de todas las zonas del estudio mediante el método de la **Sísmica Pasiva**.

2.3. El método de la Sísmica Pasiva

El **método de la Sísmica Pasiva** es un método que aparece descrito a veces en la bibliografía anglosajona como *Refraction Microtremor (ReMi)* y presenta algunas similitudes con los conocidos métodos **SAWS (Spectral Analysis of Surface Waves)** y **MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)**, basados ambos en el estudio de las ondas superficiales del tipo *Rayleigh*.

Este método de la Sísmica Pasiva consiste básicamente en **determinar la distribución de los valores de la velocidad de transmisión de las ondas de cizalla (V_s) a través del terreno, a partir del análisis espectral del ruido sísmico ambiental** convenientemente registrado.

El importante significado geotécnico de los valores de V_s del terreno hace que este método sea de indudable interés⁽¹⁾. Los valores de V_s dependen específicamente del grado de contacto y de la cohesión entre los granos del material, con independencia de su contenido de agua. El módulo de cizallamiento G está relacionado directamente con V_s mediante la expresión $G = d \cdot V_s^2$, en la que d es la densidad del terreno

¹ *Soils and Waves. J.C. Santamarina et al. Ed. Wiley 2001.*



Figura 1.- Localización de los perfiles donde se han realizado los ensayos.

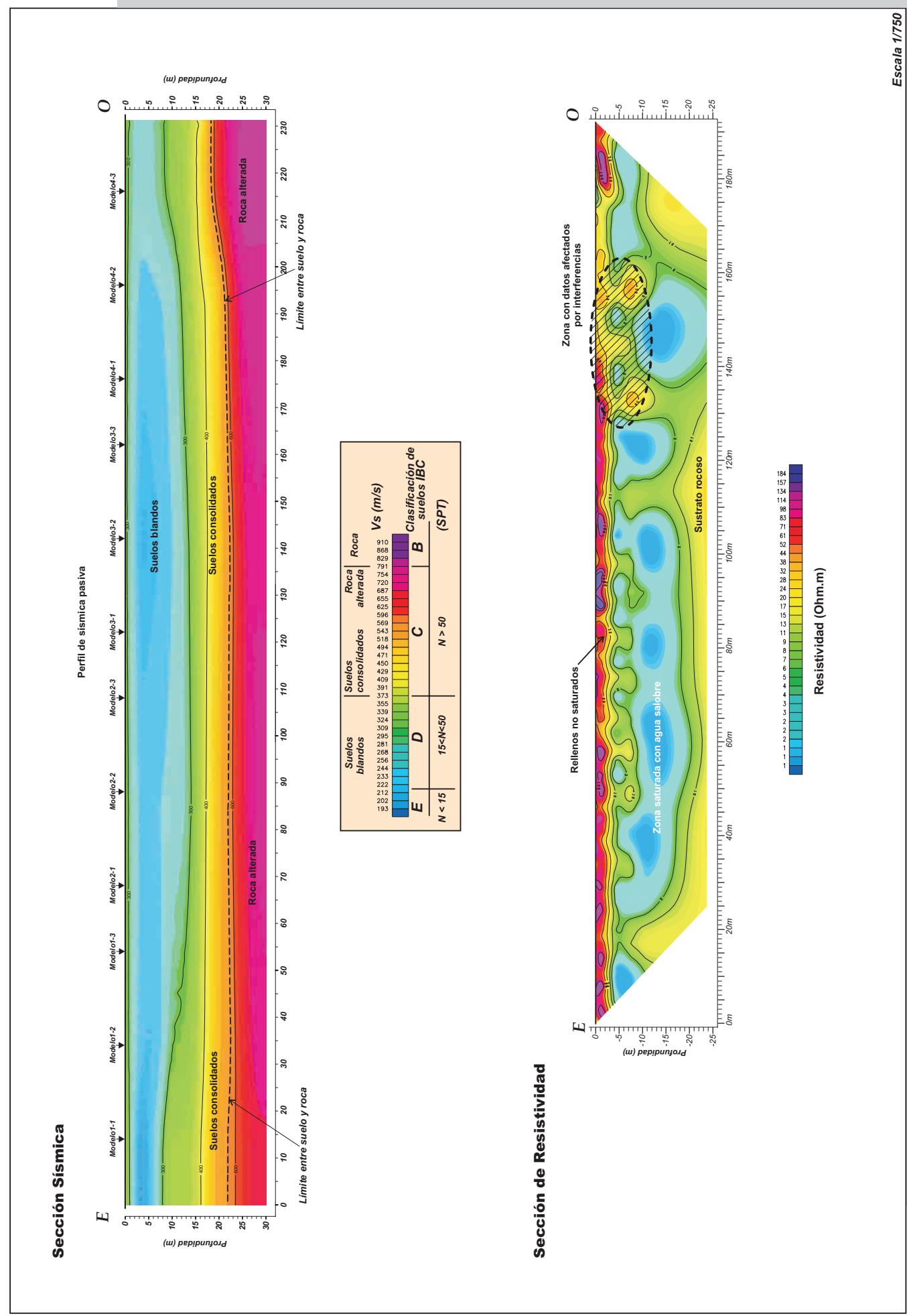


Figura 2.- Resultados de los ensayos realizados antes del estudio.

El método de la Sísmica Pasiva ha sido suficientemente contrastado y ha demostrado ser una opción fiable para la caracterización geotécnica del terreno en medios urbanos o en la proximidad de autopistas, aeropuertos o vías férreas donde se da la circunstancia de que precisamente por ser muy alto el nivel del ruido ambiental no es factible la ejecución de otros tipos de estudios por métodos sísmicos.

El objetivo del método de la Sísmica Pasiva es evaluar de forma indirecta y no destructiva la consistencia del terreno, determinando para ello la velocidad de transmisión de las ondas de cizalla (V_s) de los materiales a partir del análisis de las ondas superficiales del tipo *Rayleigh* incluidas en el ruido sísmico ambiental. Los fundamentos teórico-prácticos en que se basa este método para determinar los valores de V_s del terreno a partir del análisis de las ondas *Rayleigh* son los siguientes:

- ▶ Facilidad de adquisición y procesado. Es conocida la dificultad que conlleva generar, registrar e identificar las ondas S en los sísmogramas correspondientes a estudios sísmicos convencionales, mientras que las ondas superficiales, de los tipos *Rayleigh* o *Love*, son fácilmente observables y se generan junto con las ondas volumétricas (P y S) al liberar instantáneamente un pulso de energía en la superficie del terreno.
- ▶ Alta relación señal/ruido de las ondas *Rayleigh* debido a su mayor nivel de energía respecto a las ondas volumétricas.
- ▶ La velocidad de transmisión de las ondas *Rayleigh* (C_R) es prácticamente igual a V_s y la relación entre ambas es constante para cualquier valor del Coeficiente de Poisson, cosa que no sucede con la relación entre V_p y V_s . (Figura 3).

En un registro del ruido sísmico ambiental se incluyen diversos tipos de ondas generadas por el tráfico de todo tipo de vehículos, por el movimiento de las personas, por el viento y por cualquier actividad característica de las zonas urbanas. Estas ondas pueden ser de compresión o de cizalla, tanto directas como refractadas o reflejadas, ondas superficiales, ondas aéreas, etc. Es decir que el registro del ruido sísmico ambiental incluye un amplio conjunto de eventos sísmicos con diferentes características. Sin embargo es factible extraer información útil de este aparente caos.

Una de las ideas fundamentales en que se basa el método de la Sísmica Pasiva es que la transformada *p-f* bidimensional, (inversa de la velocidad-frecuencia) de un registro sísmico de ruido ambiental permite separar las ondas *Rayleigh* de cualquier otro tipo de ondas, superficiales o volumétricas y determinar su velocidad de fase en función de la frecuencia.

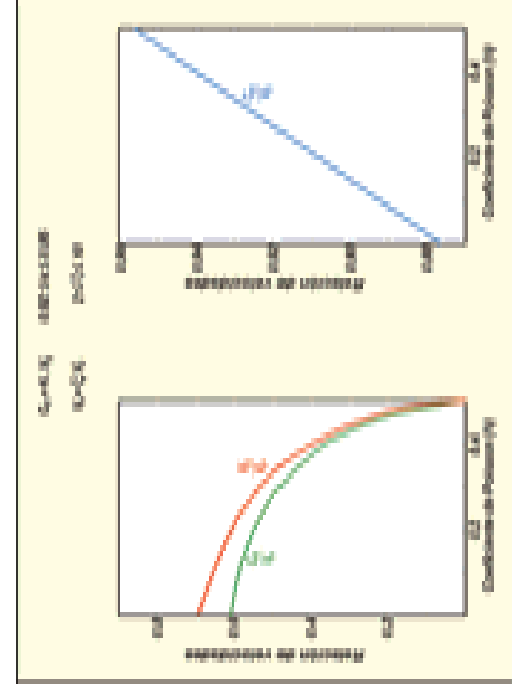


Figura 4.- Propiedades características de la transmisión de las ondas *Rayleigh*.

El concepto de **dispersión** es de fundamental importancia en lo relativo a la transmisión de las ondas *Rayleigh* y a la forma en que el método de la Sísmica Pasiva, al igual que otros métodos (SASW y MASW) basados en el estudio de las ondas superficiales puede resolver y caracterizar las diferentes "capas" sísmicas del terreno. Este concepto se describe mediante el esquema que reproducimos en la Figura 5 y que explicaremos enumerando las ideas más significativas contenidas en ella:

- ▶ Se define como **dispersión** el cambio de velocidad de propagación de las ondas *Rayleigh* (C_R) en función de la longitud de onda (λ) o de la frecuencia (f).
- ▶ Este fenómeno solamente se manifiesta cuando el medio no es homogéneo en términos de la distribución de los valores de V_s según la vertical.
- ▶ En un medio con valores de V_s crecientes con la profundidad las componentes de alta frecuencia (menor longitud de onda) se transmiten a menor velocidad de fase (C_R) que las de baja frecuencia (mayor longitud de onda) que además profundizan más en el terreno.

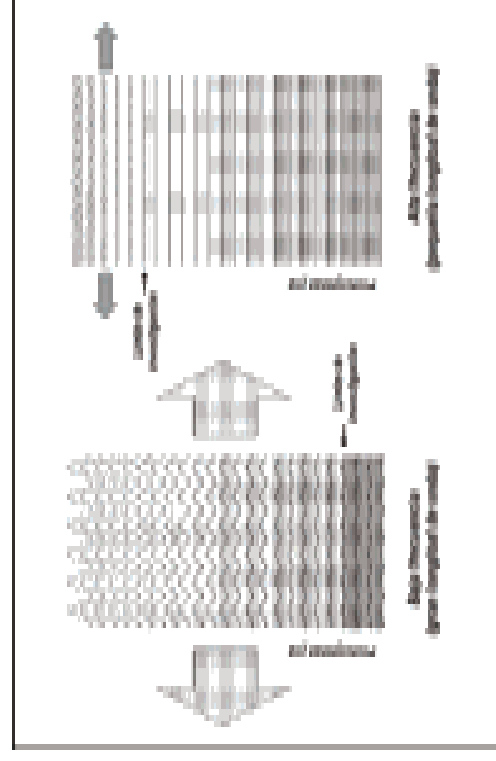


Figura 3.- Relaciones de las velocidades de las ondas compresionales (V_p), de cizalla (V_s) y superficiales *Rayleigh* (C_R).

Con el fin de comprender mejor el significado y la representatividad de los resultados de cualquier estudio del terreno realizado mediante el método de la Sísmica Pasiva, conviene enumerar algunas características esenciales de las ondas *Rayleigh*. Las más relevantes a efectos prospectivos se describen en la Figura 4 y las enumeramos a continuación.

- ▶ Estas ondas se transmiten por la superficie del terreno aunque afectando a un rango de profundidad que es proporcional a su longitud de onda (λ).
- ▶ Su velocidad de propagación, que se define como velocidad de fase C_R , es determinada principalmente por la velocidad V_s de los materiales. La relación entre ambas se expresa como $C_R = 0.94 V_s$.
- ▶ Su amplitud vertical disminuye con la profundidad y el movimiento de partícula asociado a ellas es de tipo elipsoidal, con el eje mayor en disposición vertical y en el sentido de avance del frente de ondas.



Figura 5.- Concepto de dispersión en la transmisión de las ondas superficiales.

Puesto que uno de los principales ámbitos de aplicación de este método es el de los estudios para la **caracterización geotécnica del terreno en medios urbanos**, un problema por resolver en cada caso es conseguir un buen acoplamiento de los sensores con el terreno. En zonas asfaltadas o pavimentadas es efectivo instalar los geófonos sobre placas metálicas que puedan desplazarse fácilmente arrastrándolas sobre el suelo. Es importante señalar que **las medidas pueden hacerse incluso en el interior de edificios**, aunque en todo caso el emplazamiento de los sensores debe cumplir algunas condiciones en cuanto a la linealidad del dispositivo y a la verticalidad de cada uno de ellos.

La **profundidad de investigación**, que puede alcanzarse fácilmente los 100 metros, depende de la longitud del dispositivo de medida conformado por los sensores. Por su parte la separación entre los geófonos así como su frecuencia natural condicionan la capacidad de resolución para los niveles superficiales en los resultados finales del estudio.

Un procedimiento recomendable durante el proceso de adquisición de los datos es obtener varios registros independientes en cada emplazamiento para seleccionar en la fase de procesado el que se considere mejor. Asimismo con el fin de incrementar el contenido en altas frecuencias en los registros y con ello mejorar la resolución en los niveles más superficiales, es conveniente provocar algunos impactos con martillo en la proximidad del punto de medida.