

INDICE

LINEA	SITIO	LONGITUD (METROS)	AZIMUT (GRADOS)
3-1	ALTAMIRA	1,000	42.27
3-2	ALTAMIRA	600	132.27
3-3	TRUENO	1,000	40.77
3-4	TRUENO	500	130.77
3-5	TRUENO	500	130.77
3-6	ABEJA	1,000	31.24
3-7	ABEJA	500	121.24
3-8	RONCON	700	28.27
3-9	RONCON	500	118.27
3-10	SAN PLACIDO (CANTERA)	1,800	39.77
3-11	SAN PLACIDO (CANTERA)	900	129.77
3-12	SAN PLACIDO	1,000	4.27
3-13	SAN PLACIDO	700	94.27
3-14	SAN PLACIDO	800	94.27
3-15	GUAJABE	450	155.77
3-16	GUAJABE	390	245.77
3-17	POZA HONDA	500	16.57
3-18	POZA HONDA	500	106.57
3-19	LA PAVITA	370	52.27
3-20	LA PAVITA	400	97.27
3-21	ANDARIELES	500	54.02
3-22	ANDARIELES	500	144.02
3-23	ASTILLERO	630	59.69
3-24	ASTILLERO	500	149.69
3-25	PUNTA DE PIEDRA (PALMAS)	400	30.27
3-26	PUNTA DE PIEDRA (PALMAS)	500	94.60
3-27	PAJUY	1,000	29.88
3-28	PAJUY	500	119.98
3-29	PAJUY	1,100	4.27
3-30	PAJUY	900	94.27
3-31	HONORATO VASQUEZ	600	26.77
3-32	HONORATO VASQUEZ	360	115.77
1-1	SEVERINO	900	34.27
1-2	SEVERINO	500	124.27
1-3	LA DELICIAS	1,100	34.27
1-4	LA DELICIAS	500	124.27
1-5	ROPIA DE PALAR (COLORADO)	680	45.77
1-6	ROPIA DE PALAR (COLORADO)	520	135.77
1-7	ROMINERAL (POZA HONDA)	660	90.27
1-8	ROMINERAL (POZA HONDA)	500	180.27
4-1	GUARANGO	6,330	64.77
4-2	GUARANGO	1,100	154.77
4-3	GUARANGO	1,000	154.77
4-4	GUARANGO	700	154.77
01	CHIRIJO	1,000	21.97
02	CHIRIJO	1,000	26.29
03	CHIRIJO	600	111.97
04	CHIRIJO	600	111.97
05	CHIRIJO	600	111.97

LEYENDA

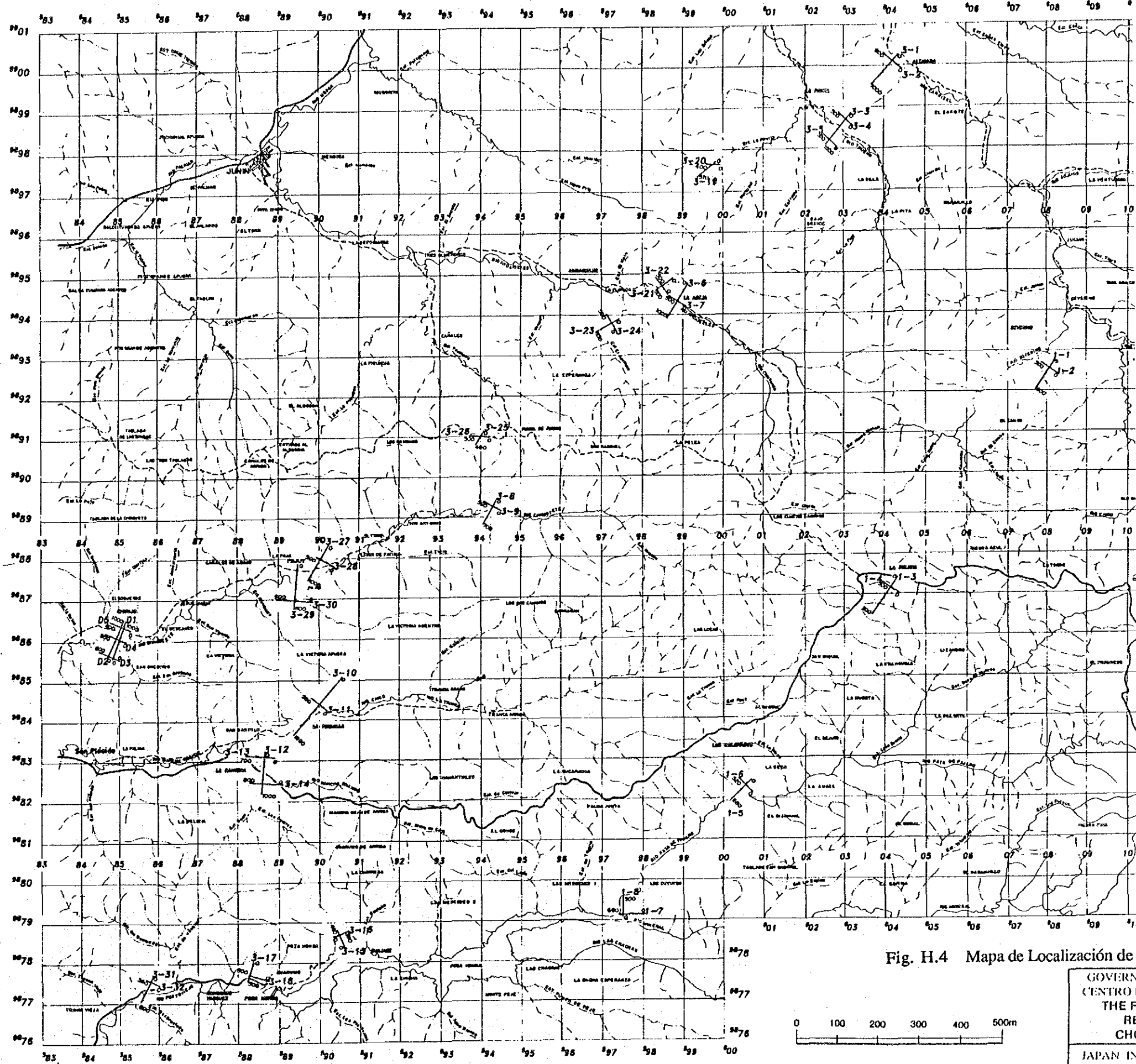
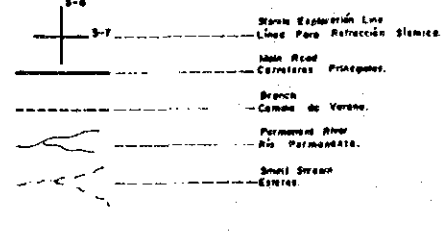
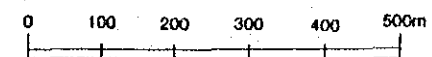
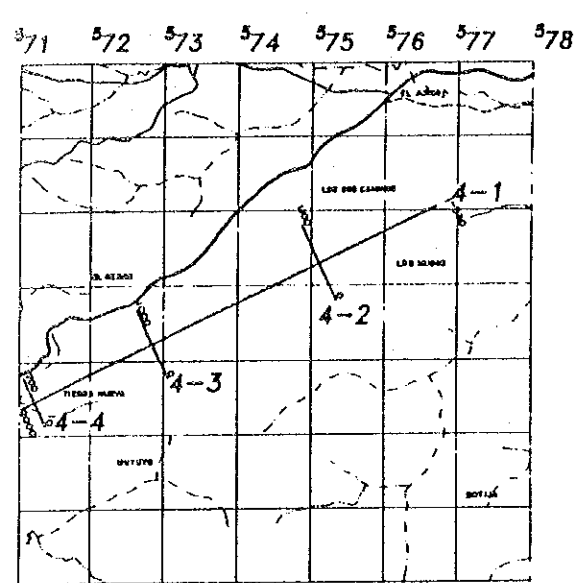


Fig. H.4 Mapa de Localización de



GOVERN  
CENTRO I  
THE FI  
RE  
CHC  
JAPAN IN



**INDICE**

LÍNEA	SITIO	LONGITUD (MÉTROS)	AZIMUT (GRADOS)
3-1	ALTAMIRA	1,000	42 27
3-2	ALTAMIRA	600	132 27
3-3	TRUENO	1,000	40 77
3-4	TRUENO	500	130 77
3-5	TRUENO	500	130 77
3-6	ABEJA	1,000	31 24
3-7	ABEJA	500	121 24
3-8	RONCON	700	28 27
3-9	RONCON	500	118 27
3-10	SAN PLACIDO (CANTERA)	1,800	38 77
3-11	SAN PLACIDO (CANTERA)	500	129 77
3-12	SAN PLACIDO	1,000	4 27
3-13	SAN PLACIDO	700	94 27
3-14	SAN PLACIDO	800	94 27
3-15	GUAJABE	460	155 77
3-16	GUAJABE	390	245 77
3-17	POZA HONDA	500	16 57
3-18	POZA HONDA	500	106 57
3-19	LA PAVITA	570	52 27
3-20	LA PAVITA	400	97 27
3-21	ANDARIELES	500	54 02
3-22	ANDARIELES	500	144 02
3-23	ASTILLERO	650	59 69
3-24	ASTILLERO	500	149 69
3-25	PUNTA DE PIEDRA (PALMAS)	500	30 27
3-26	PUNTA DE PIEDRA (PALMAS)	400	94 60
3-27	PAJUY	1,000	29 88
3-28	PAJUY	500	119 98
3-29	PAJUY	1,100	4 27
3-30	PAJUY	900	94 27
3-31	HONORATO VASQUEZ	600	26 77
3-32	HONORATO VASQUEZ	350	116 77
1-1	SEVERINO	900	34 27
1-2	SEVERINO	500	124 27
1-3	LA DELICIAS	1,100	34 27
1-4	LA DELICIAS	500	124 27
1-5	RIO PITA DE PALMERO (COLORADO)	680	45 77
1-6	RIO PITA DE PALMERO (COLORADO)	520	135 77
1-7	RIO MINERAL (POZA HONDA)	650	90 27
1-8	RIO MINERAL (POZA HONDA)	300	180 27
4-1	GUARANGO	6,530	64 77
4-2	GUARANGO	1,100	154 77
4-3	GUARANGO	1,000	154 77
4-4	GUARANGO	700	154 77
01	CHIRIJO	1,000	21 97
02	CHIRIJO	1,000	26 29
03	CHIRIJO	600	111 97
04	CHIRIJO	600	111 97
05	CHIRIJO	600	111 97

**LEYENDA**

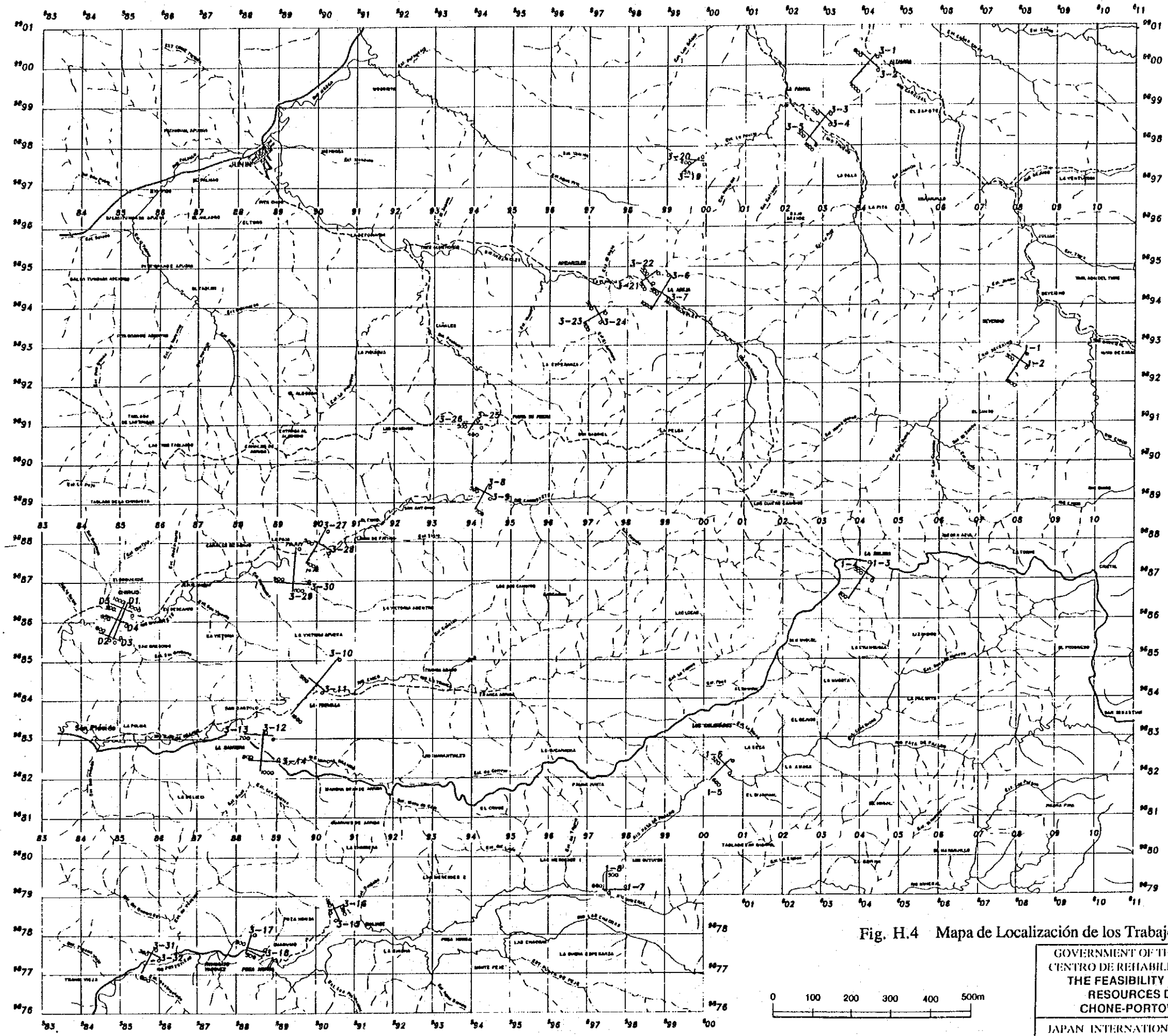
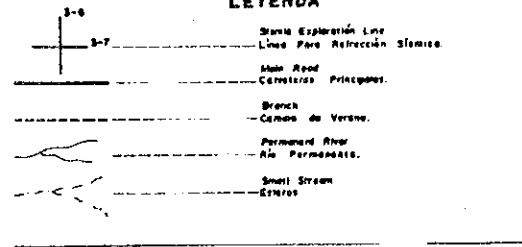
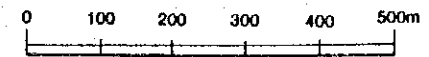
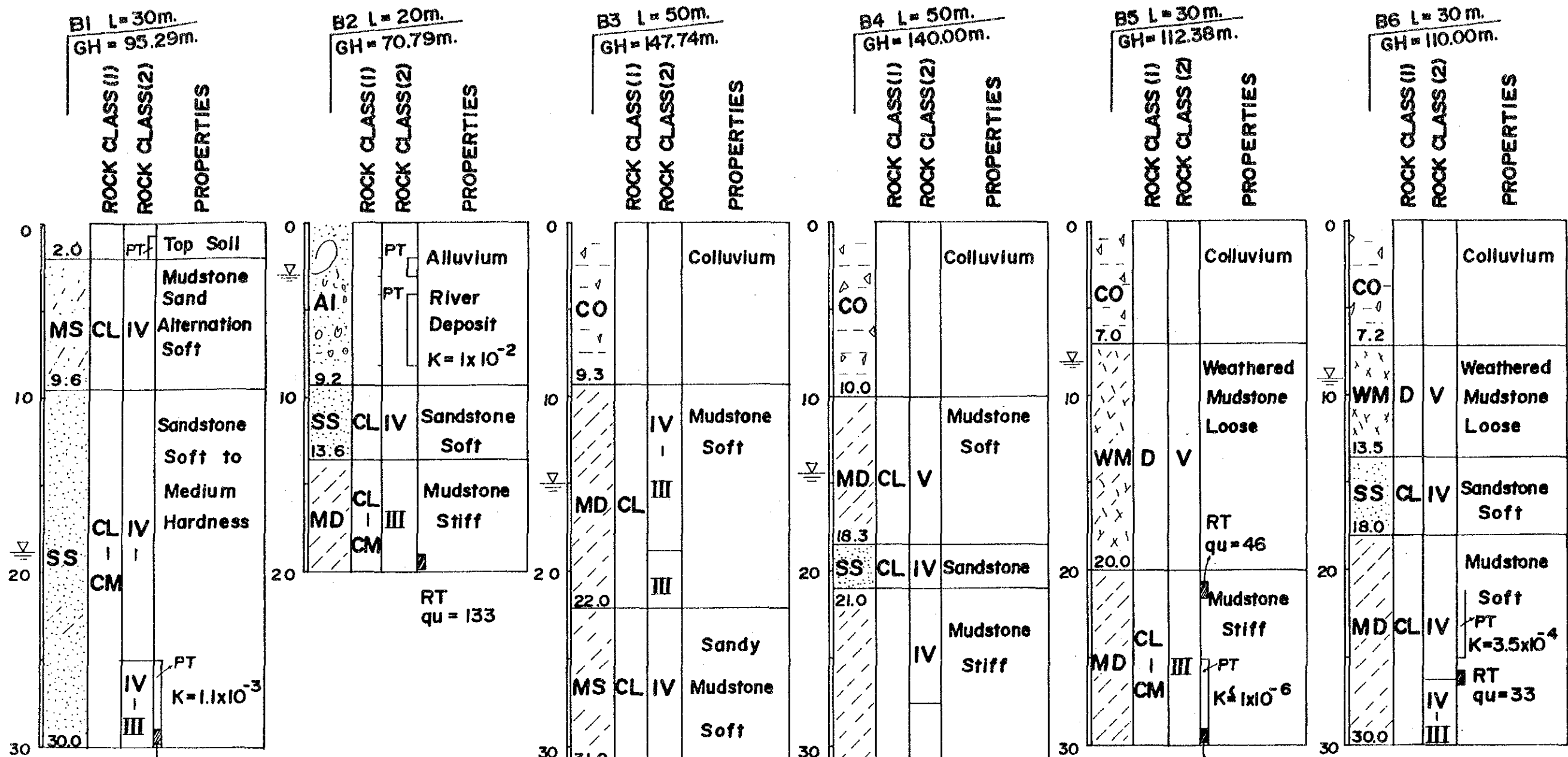


Fig. H.4 Mapa de Localización de los Trabajos de Refracción Sísmica



GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER  
 RESOURCES DEVELOPMENT FOR  
 CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



**LEGEND**

- AI** Alluvium
  - CO** Colluvium
  - WM** Weathered Mudstone
  - MD** Mudstone
  - MS** Muddy Sandstone
  - SS** Sandstone
  - PT.** Permeability Test
  - K:** Coefficient (cm/sec)
  - RT.** Rock Test
  - qu:** Compressive Strength (kgf/cm<sup>2</sup>)
  - G.W.L.**
- ROCK CLASS (1) Japanese Standard**
- ROCK CLASS (2) Bieniewski's Classification**

Fig. H.5 Resumen de los Sondeos

GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER  
 RESOURCES DEVELOPMENT FOR  
 CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

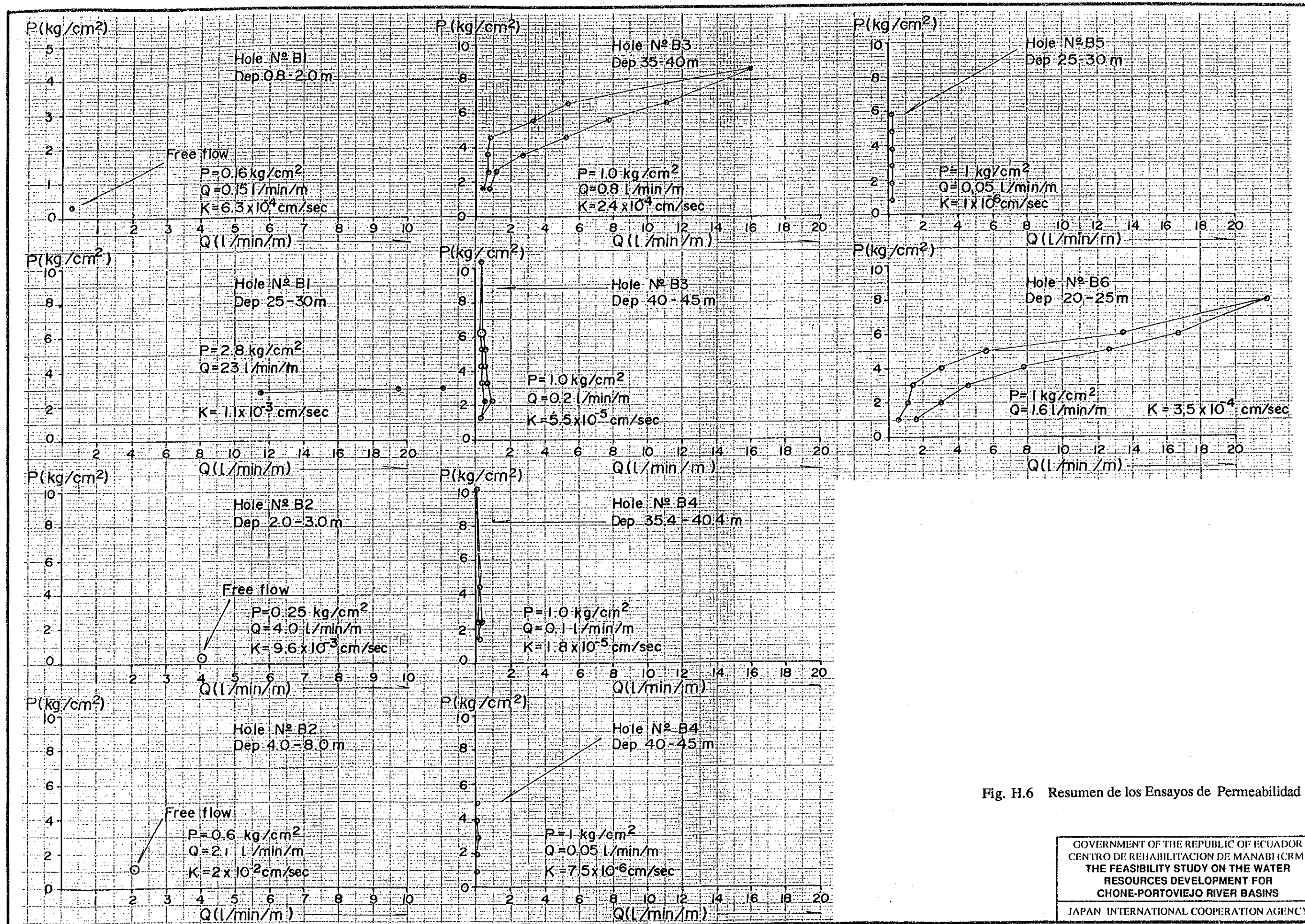
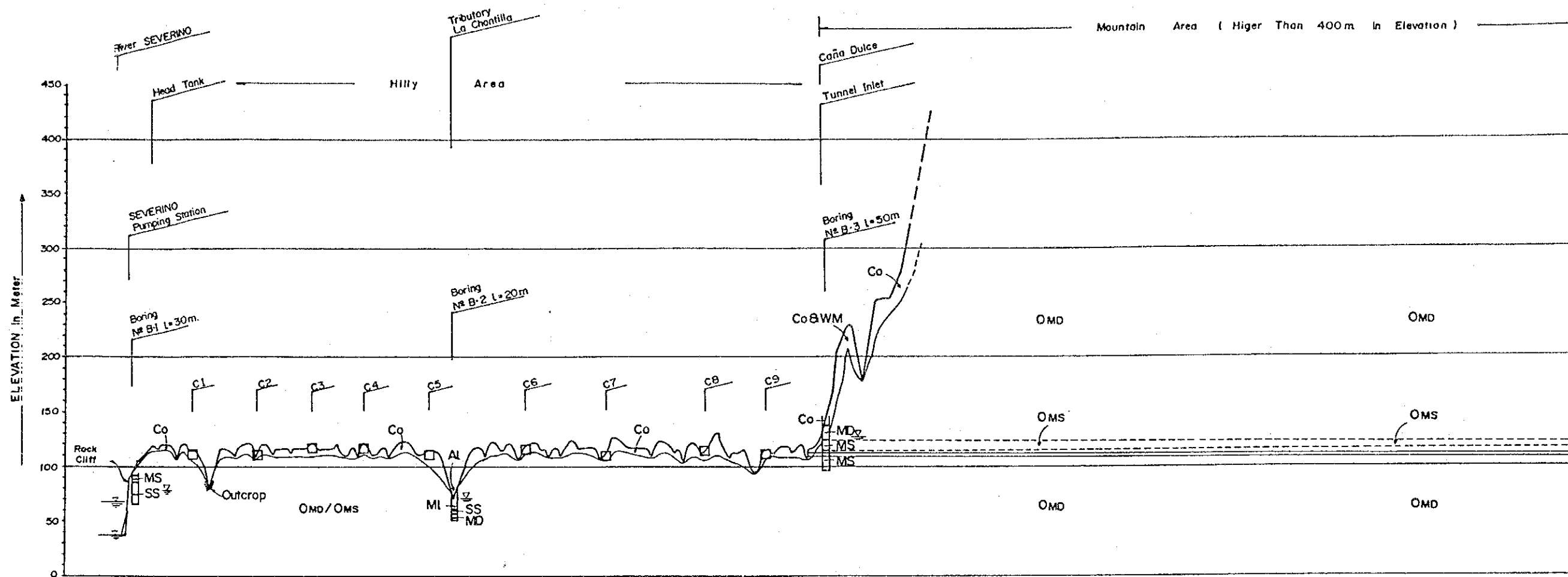
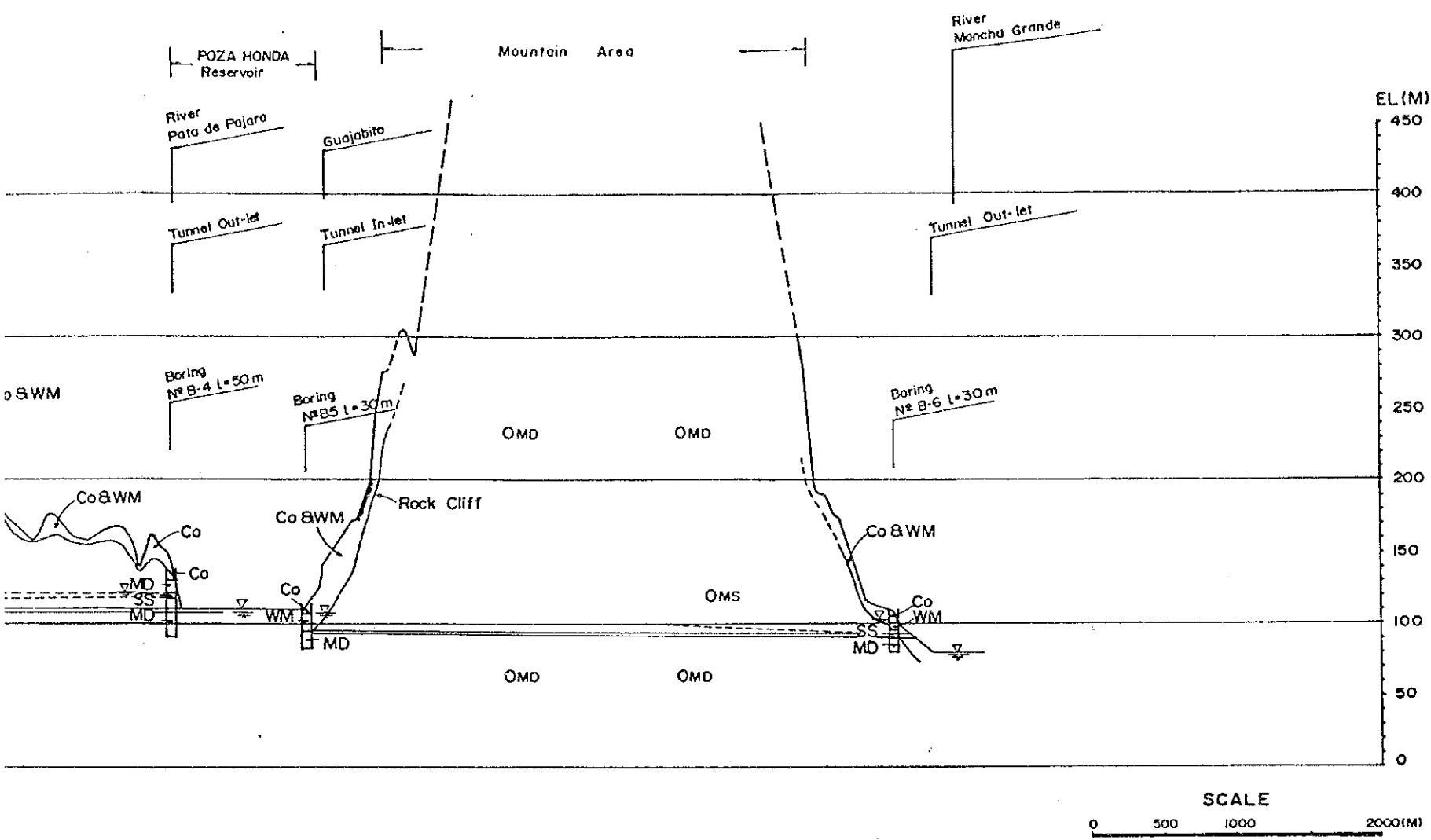


Fig. H.6 Resumen de los Ensayos de Permeabilidad



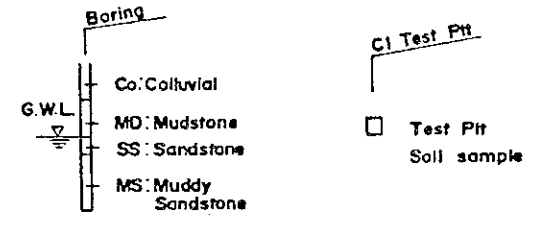
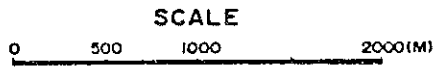
DISTANCE	O P E N C H A N N E L				T U N N E L									
	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000	11.000	12.000	13.000
ROCK TYPE	OM OMS	Co (Decomposed Rock) Clay		Al Sand Gravel	Co (Decomposed Rock) Clay		Co B ms	OMD Mudstone	OMD Mudstone					
ROCK CLASS	(1) CL CI						D DII V	CL CI IV	CL-CM CI IV-III					
(4) $q_u/r_h$								$\frac{45}{17 \times 30}$ $\frac{45}{19 \times 100}$	$\frac{100}{20 \times 400}$					
P wave VELOCITY		2.3 km/sec						1.8 km/sec 20 km/sec	2.3 km/sec					
UNCONFINED COMPRESSIVE STGTH		70 kg/cm <sup>2</sup>						10 kg/cm <sup>2</sup> 45	100 kg/cm <sup>2</sup>					
STATIC ELASTIC MODULUS		15000 kg/cm <sup>2</sup>						2000 kg/cm <sup>2</sup> 10,000	15,000 kg/cm <sup>2</sup>					
GROUND WATER		---						Allite Allite	Allite					
PERMEABILITY		---						$1 \times 10^{-4}$ $1 \times 10^{-4}$ cm/sec	$1 \times 10^{-5}$ cm/sec					
STEEL SUPPORT		---						H125 @ = 10 H125 @ = 12	H125 @ = 15					
REMARKS														





**LEGEND**

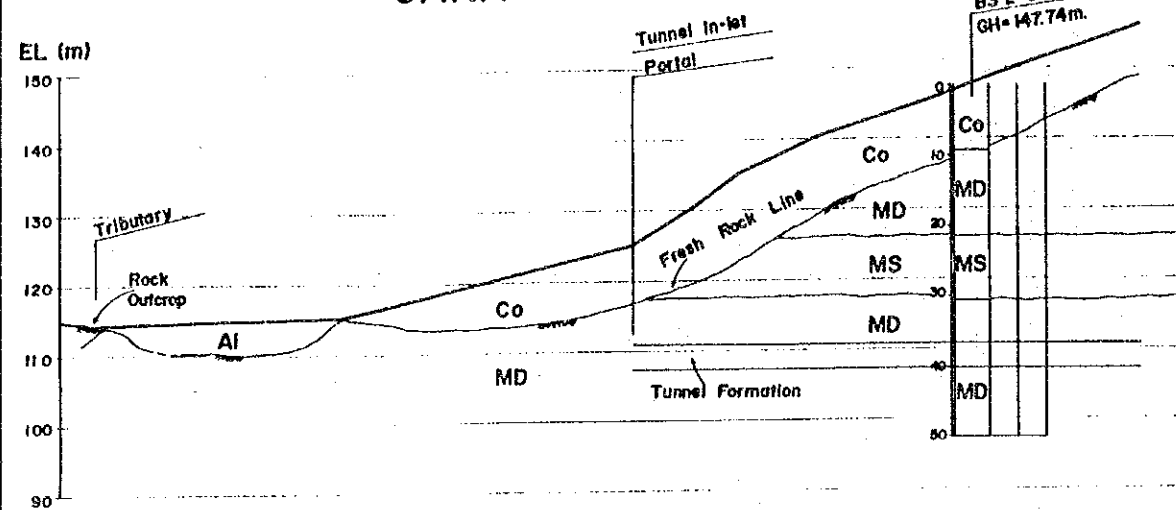
MARK	GEO-TIME FORMATION	ROCK TYPE	PROPERTIES
AL	Quaternary	Allu- vial	Sand Gravels River and tributary deposit with boulders
Co		Collu- vial	Clay Talus deposit. Decomposed Soil from mudstone origin.
WM	Neogene Tertiary	Onsle Formation	Clayey Soil Weathered mudstone Decomposed into soil
OMD			Mudstone Massive silty Mudstone Soft Rock. Homogenous. Partly fractured
OMS			Sandstone Muddy sandstone Partly interbedded with fine sandstone. Massive. Soft rock



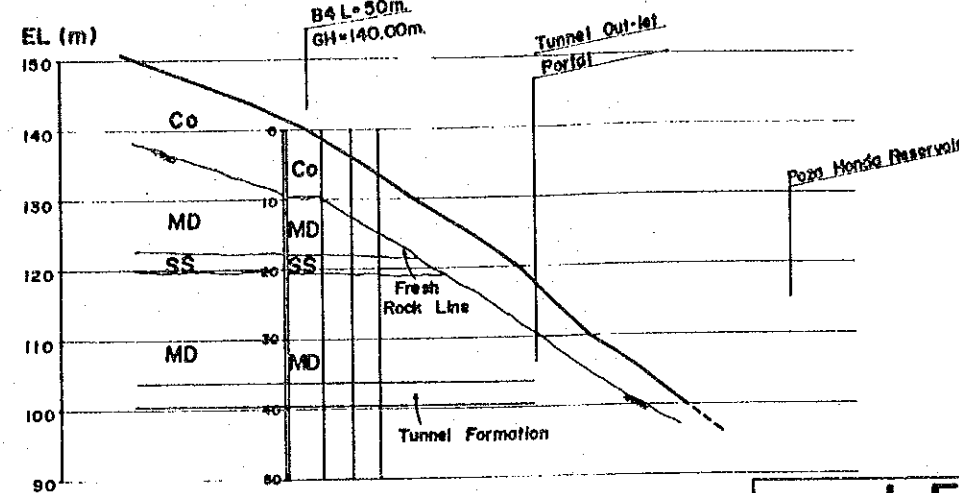
(POZA HONDA RESERVIOR)			TUNNEL				DISTANCE	
16.000	17.000	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000		
Co	Co	OMD	OMD	OMD	Co		ROCK TYPE	
B	B	Mud-	Mudstone	Mudstone	B			
WM	WM	stone			WM			
D	D	CL-D	CL-CM	CL	D	(1)	ROCK CLASS	
DI	DI	CII	CI	CII	DI	(2)		
V	V	IV	IV-III	IV	V	(3)		
10/1.7x30	10/1.7x30	30/1.9x50	60-100/20x400	30/1.9x50	10/1.7x30	(4)	qu/rh	
15km/sec	15km/sec	2km/sec	2.2km/sec	2.0km/sec	15km/sec		P WAVE VELOCITY	
10kg/cm <sup>2</sup>	10kg/cm <sup>2</sup>	30kg/cm <sup>2</sup>	60-100kg/cm <sup>2</sup>	30kg/cm <sup>2</sup>	10kg/cm <sup>2</sup>		UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH	
2.000kg/cm <sup>2</sup>	2.000kg/cm <sup>2</sup>	10.000kg/cm <sup>2</sup>	15.000kg/cm <sup>2</sup>	10.000kg/cm <sup>2</sup>	2.000kg/cm <sup>2</sup>		STATIC ELASTIC MODULUS	
Allittle	Allittle	Allittle	Allittle	Allittle	Allittle		GROUND WATER	
1x10 <sup>-4</sup> cm/sec	1x10 <sup>-4</sup> cm/sec	1x10 <sup>-4</sup> cm/sec	1x10 <sup>-3</sup> cm/sec	1x10 <sup>-4</sup> cm/sec	1x10 <sup>-4</sup> cm/sec		PERMEABILITY	
HI25 @ =100	HI25 @ =100	HI25 @ =100	HI25 @ =120	HI25 @ =100	HI25 @ =100		STEEL SUPPORT	
							REMARKS	

Fig. H.7 Canal Abierto & Túnel desde Severino, Caña Dulce hasta Poza Honda y desde Poza Honda a Mancha Grande. Perfil Geológico

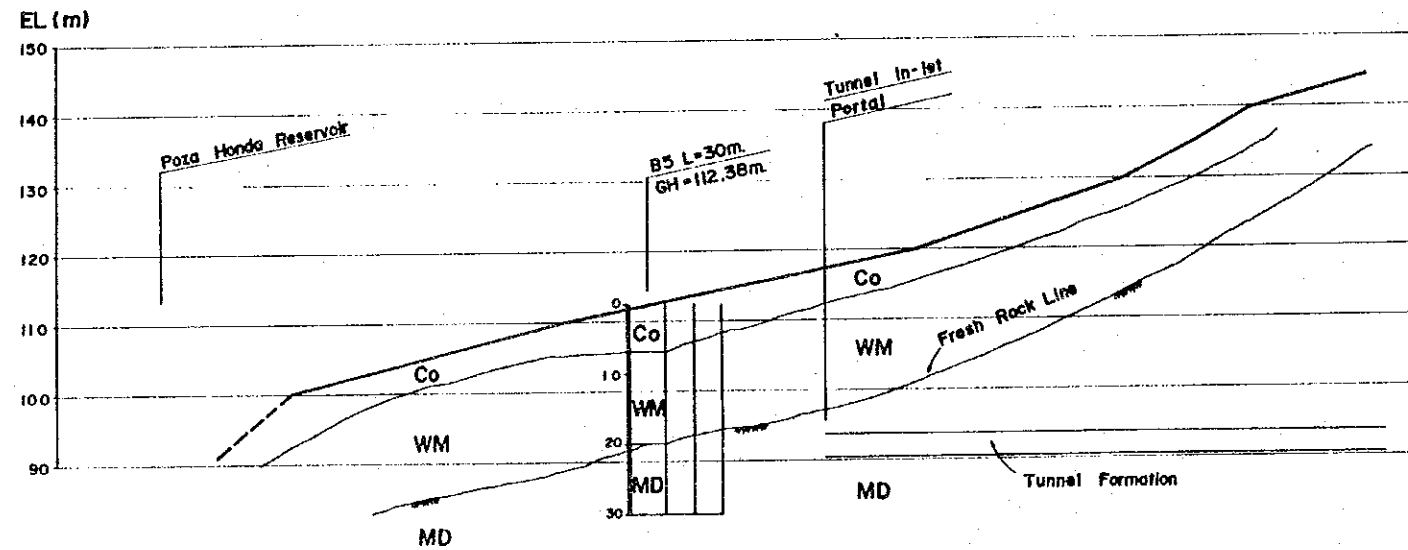
### CAÑA DULCE



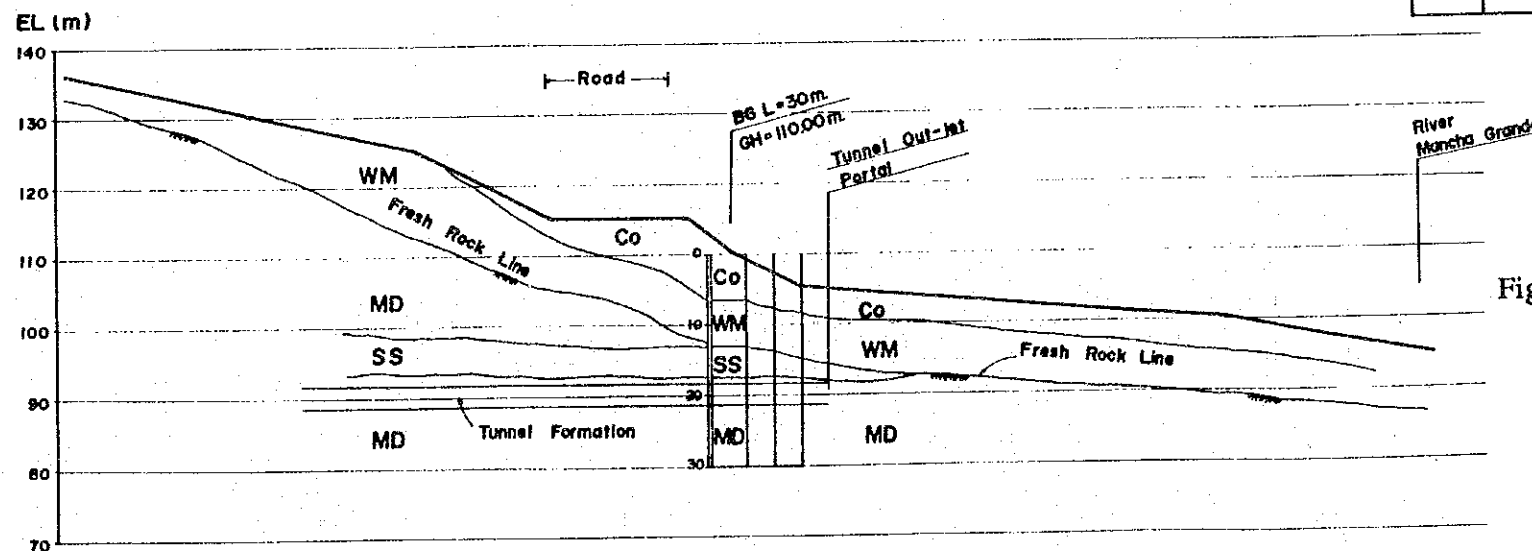
### PATA DE PAJARO (POZA HONDA)



### GUAJABITO (POZA HONDA)



### MANCHA GRANDE



### LEGEND

MARK	GEO-TIME FORMATION	ROCK TYPE	PROPERTIES
AI	Quaternary	Allu- vial	Sand Gravel River and Tributary deposit with boulders.
Co		Collu- vial	Fine Soil Talus Deposit Mainly Clay. Soft, Loose.
WM	Tertiary	Onsile	Clayey Soil Weathered Mudstone Decomposed into soil.
MD			Mudstone Massive, silty Mudstone. Soft Rock partly fractured $qu = 45 \text{ kg/cm}^2$
SS			Sandstone Massive, very fine Sandstone Relatively stiff. $qu = 70 \text{ kg/cm}^2$
MS			Mudstone and Sandstone Alternation of Mud and Sandstone Soft Rock. $qu = 45 \text{ kg/cm}^2$

### SCALE

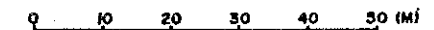
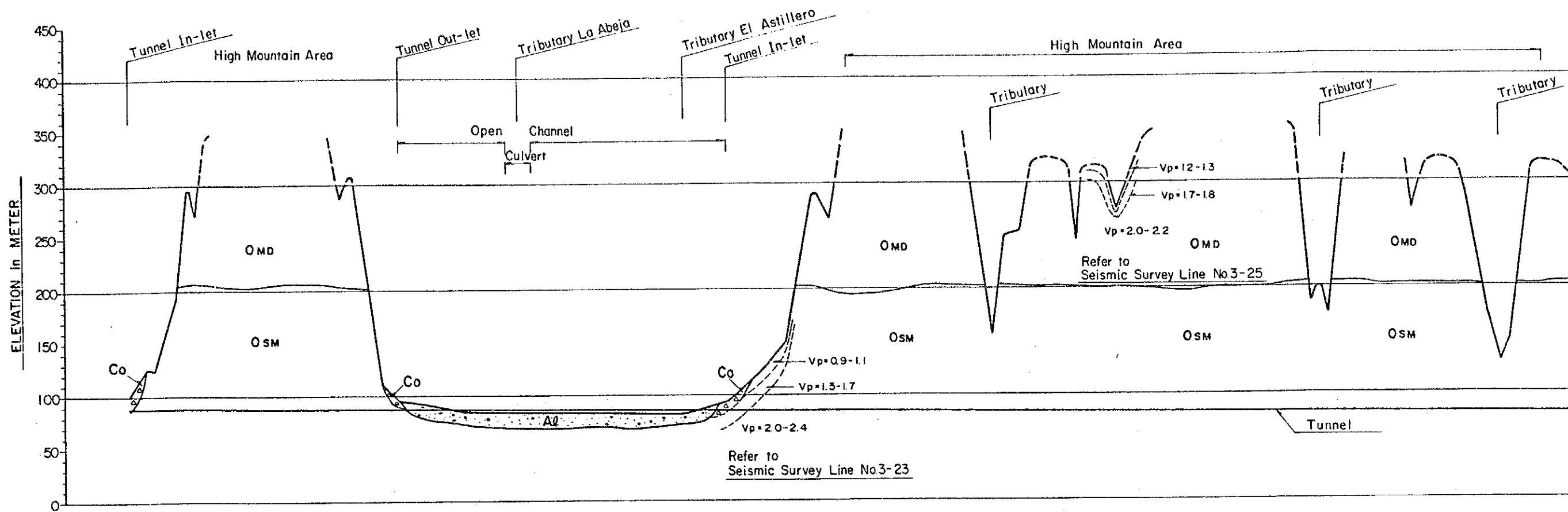


Fig. H.8 Portales de Entrada & Salida del Túnel desde Caña Dulce hasta Poza Honda y desde Poza Honda hasta Mancha Grande. Perfil Geológico

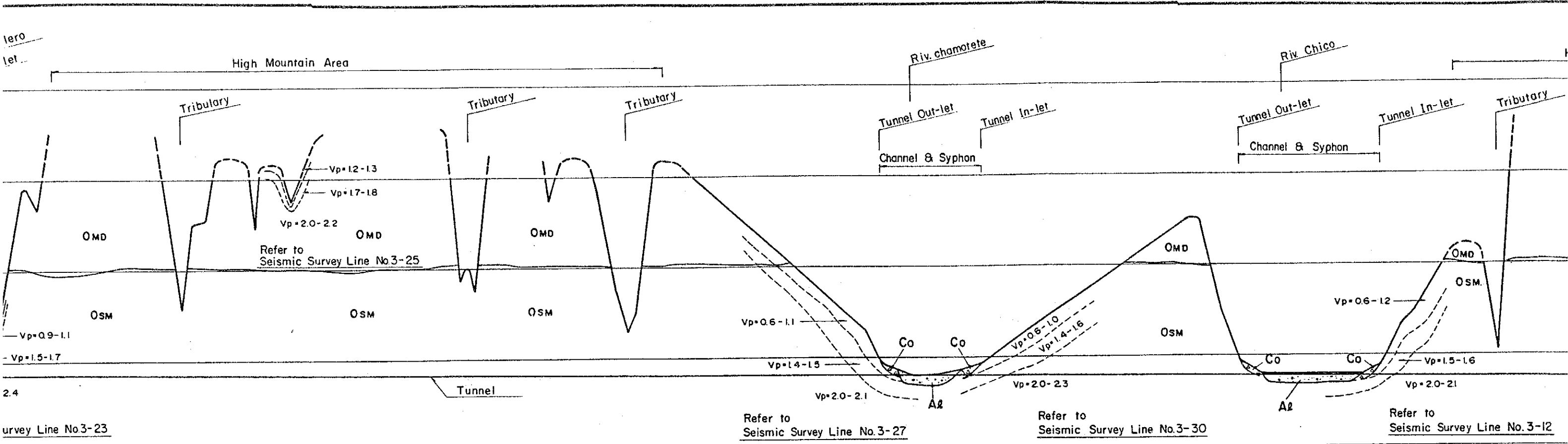
GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER  
RESOURCES DEVELOPMENT FOR  
CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





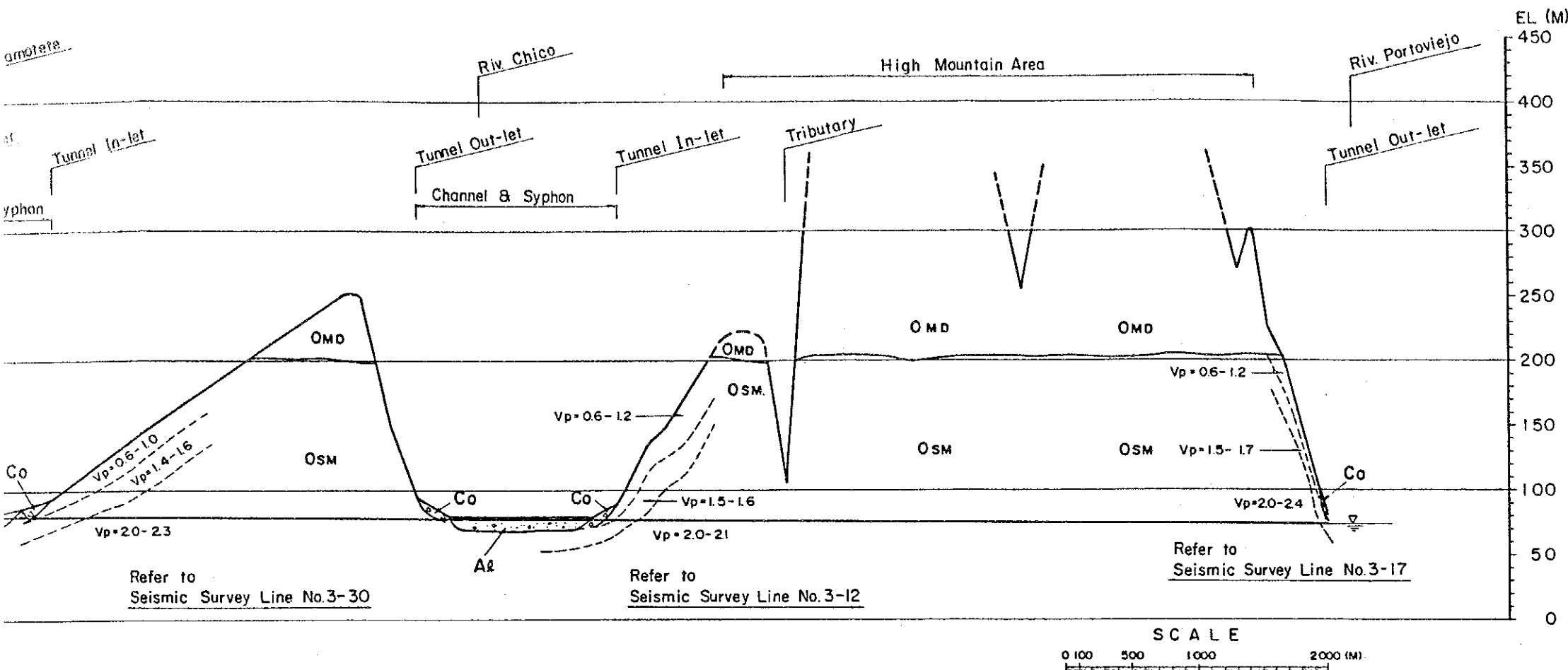
DISTANCE		0000		1000		2000		3000		4000		5000		6000		7000		8000		9000		10000		11000		12000		13000	
ROCK TYPE	Co	Colluvium & Weathered Mudstone		OSM Mudstone		Co	Colluvium & Weathered Mudstone		At, Co & WSM Alluvium Colluvium and Weathered Mudstone		Co	Colluvium & Weathered Mudstone		OSM Sandy Mudstone															
	WSM					WSM					WSM																		
ROCK CLASS	(1)	D	CL				D	Soil				D	CL																
	(2)	DI	CI				DI	Soil				DI	CI																
	(3)	V	III - IV				V	III - IV				V	III - IV																
(4) qu/rh		100/1.7x20	1,000/2.0x300				100/1.7x20	--				100/1.7x20	1,000/2.0x250																
P WAVE VELOCITY		1.5 km/sec	2.3 km/sec				1.5 km/sec	0.8 km/sec				1.5 km/sec	2.3 km/sec																
UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH		10 kg/cm <sup>2</sup>	100 kg/cm <sup>2</sup>				10 kg/cm <sup>2</sup>	2 - 5 kg/cm <sup>2</sup>				10 kg/cm <sup>2</sup>	100 kg/cm <sup>2</sup>																
STATIC ELASTIC MODULUS		2,000 kg/cm <sup>2</sup>	12,000 kg/cm <sup>2</sup>				2,000 kg/cm <sup>2</sup>	200 kg/cm <sup>2</sup>				2,000 kg/cm <sup>2</sup>	12,000 kg/cm <sup>2</sup>																
GROUND WATER	No	A Little				No	Much (River Plane)				No	A Little																	
PERMEABILITY	Low	Low				Low	High				Low	Low																	
STEEL SUPPORT		H125 Ø100	H125 Ø150				H125 Ø100					H125 Ø100	H125 Ø150																
REMARKS		Fine grain size. Sandy Mudstone Partly Siltstone.				River deposit and Weathered rock Silty soil dominant.				Partly fine sandstone interlaid																			

Note: Rock Classification (1) Japanese Standard. (2) Based on the seismic wave velocity (3) Bieniawski's Classification  
 (4) qu/rh: qu = Unconfined Compressive Strength, rh = Weight of Overburden.



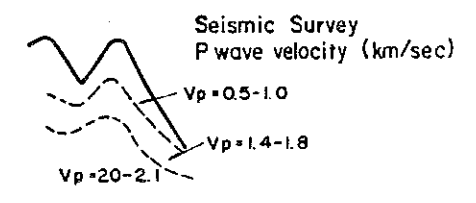
	Tunnel		Channel Syphon		Tunnel		Channel & Syphon														
	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000	15000	580	750	1600	840	200	1800	1900	660	2000	21000	22000	23000
luvium & thered stone	OSM Sandy Mudstone				Colluvium & Weathered Mudstone		Al, Co & WSM Alluvium Colluvium Weathered Mudstone		OSM Sandy Mudstone		Al, Co & WSM Alluvium Colluvium Weathered Mudstone		OSM Sandy Mudstone				OSM Sandy Mudstone				
	CL				D		D		CL		D		CL				D				
	CI				DI		DI		CI		DI		CI				DI				
	II - IV				V		V		II - IV		V		II - IV				V				
/1.7x20	1,000/20x250				100/1.7x20		100/1.7x20		1,000/20x100		100/1.7x20		1,000/20x100				100/1.7x20				
m/sec	2.3km/sec				1.5km/sec		0.8 km/sec		2.3km/sec		1.5 km/sec		0.8km/sec				1.5km/sec				
g/cm <sup>2</sup>	100 kg/cm <sup>2</sup>				10 kg/cm <sup>2</sup>		2-5kg/cm <sup>2</sup>		100kg/cm <sup>2</sup>		10kg/cm <sup>2</sup>		2-5kg/cm <sup>2</sup>				10 kg/cm <sup>2</sup>				
100kg/cm <sup>2</sup>	12,000 kg/cm <sup>2</sup>				2,000kg/cm <sup>2</sup>		200-500kg/cm <sup>2</sup>		12,000kg/cm <sup>2</sup>		2,000kg/cm <sup>2</sup>		200-500 kg/cm <sup>2</sup>				2,000kg/cm <sup>2</sup>				
	A Little				No		Much		A Little		No		Much				No				
	Low				Low		High		Low		Low		High				Low				
1500	H125 Ø150				H125 Ø100				H125 Ø150		H125 Ø100				H125 Ø100				H125 Ø100		
	Partly fine sandstone interloid						Silty soil in majority						Fine Soil Major grain Silt.								

Classification



### LEGEND

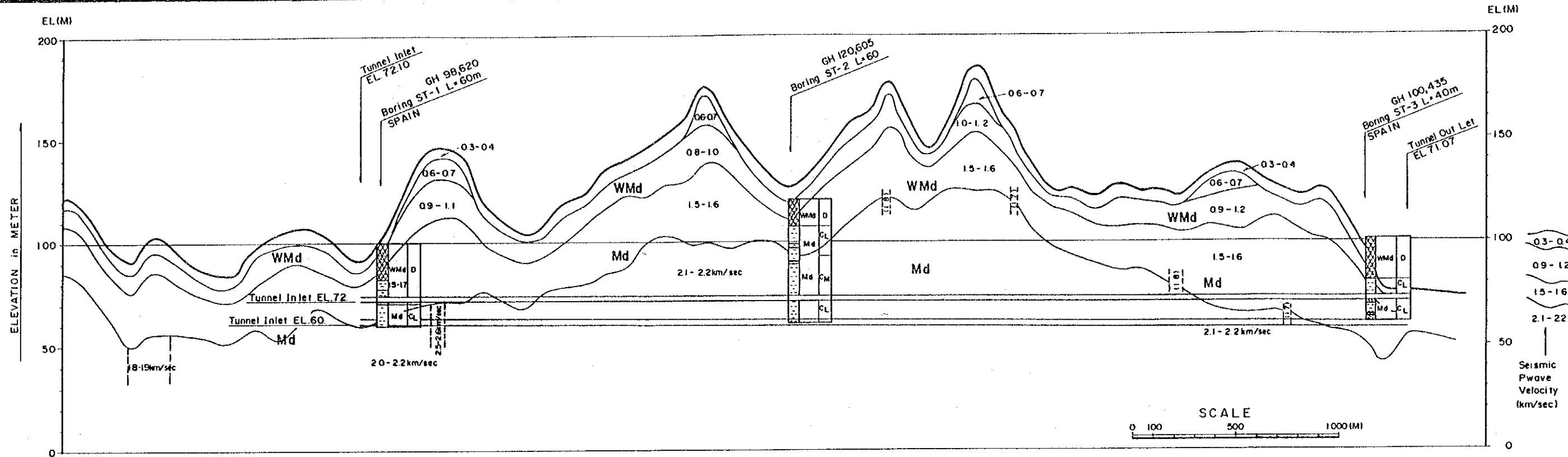
MARK	GEO TIME FORMATION	ROCK TYPE	PROPERTIES
A1	Quaternary	Alluvial	Fine Soil River and tributary deposit. Silty soil with some gravels.
Co		Colluvial	Fine Soil Talus deposit. Silty soil with a little amount of boulders.
OMD	Neogene Tertiary	Mudstone	Mainly Mudstone. Stratified with very fine sandstone. Horizontal bedding. Soft rock.
OSM		Sandy Mudstone	Mainly Sandy Mudstone Interlaid with fine sandstone. Soft rock.



Tunnel		Channel & Syphon		Tunnel						
Station	17000	18000	19000	20000	21000	22000	23000	24000	25000	26000
WSM	Co	OSM	OSM	A1, Co & WSM	OSM	OSM	OSM	OSM	OSM	OSM
sdstone	WSM	Sandy Mudstone	WSM	Alluvium Colluvium Weathered Mudstone	WSM	Sandy Mudstone	WSM	WSM	WSM	WSM
	D	CL	D	Soil	D	CL	D	CL	D	D
	DI	CI	DI	Soil	DI	CI	DI	CI	DI	DI
	V	II-IV	V		V	II-IV	V	II-IV	V	V
100	1,000/20 x 100	100/1.7 x 20	100/1.7 x 20	100/1.7 x 20	1,000/20 x 300	100/1.7 x 20	100/1.7 x 20	1,000/20 x 300	100/1.7 x 20	100/1.7 x 20
sec	2.3 km/sec	1.5 km/sec	1.5 km/sec	0.8 km/sec	1.5 km/sec	2.3 km/sec	1.5 km/sec	2.3 km/sec	1.5 km/sec	1.5 km/sec
2	10 kg/cm²	100 kg/cm²	10 kg/cm²	2-5 kg/cm²	10 kg/cm²	100 kg/cm²	10 kg/cm²	100 kg/cm²	10 kg/cm²	10 kg/cm²
cm²	2,000 kg/cm²	12,000 kg/cm²	2,000 kg/cm²	200-500 kg/cm²	2,000 kg/cm²	12,000 kg/cm²	2,000 kg/cm²	12,000 kg/cm²	2,000 kg/cm²	2,000 kg/cm²
	No	A Little	No	Much	No	A Little	No	A Little	No	No
	Low	Low	Low	High	Low	Low	Low	Low	Low	Low
	H125 ⊙100	H125 ⊙150	H125 ⊙100		H125 ⊙100	H125 ⊙150	H125 ⊙100	H125 ⊙150	H125 ⊙100	H125 ⊙100
				Fine Soil Major grain Silt.						

Fig. H.9 Túnel de Derivación desde Altamira hasta el río Portoviejo. Perfil Geológico

GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER  
RESOURCES DEVELOPMENT FOR  
CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

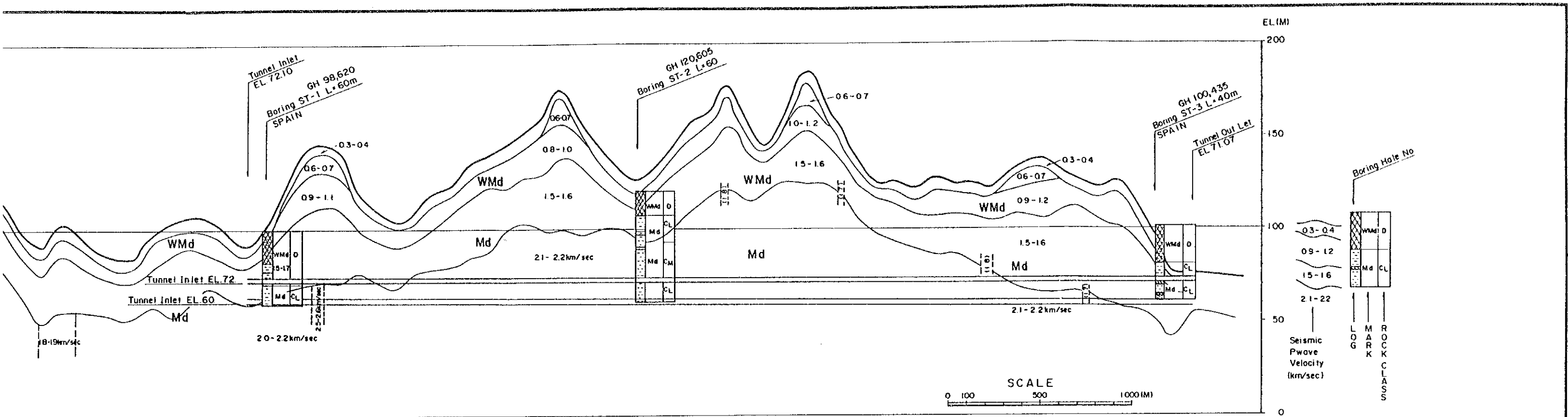


LEGEND

MARK	GEO TIME FORMATION	ROCK TYPE	P WAVE VELOCITY	PROPERTIES
Af	Quaternary	Alluvial	03-04 km/sec	Top soil. River and tributary deposit Silty clay.
Co		Colluvial	03-04 km/sec	Talus deposit. Silty clay with angular gravels.
WMd	Neogene Tertiary	Tosagua	06-12 km/sec	Heavily weathered, decomposed into silty clay. Gypsum stripes are contained. Montmorillonization.
Md		Mudstone	1.5-1.6 km/sec 2.1-2.5 km/sec	Upper part. Slightly loosened due to slaking action. Homogeneous calcaceous mudstone. Soft rock

DISTANCE		0	300	500	650	900	1000	1500	2000	2500	3000	3500	3950	4000	4500	4900	5000	5100
ROCK TYPE		WMd & Md Weathered Mudstone	Md Mudstone	Md Mudstone						Md Mudstone					Md Mudstone			WMd
ROCK CLASSIFICATION	(1) Japanese Standard	D	CL - CM	CL - D						CL - CM					CL			D
	(2) Based on the seismic wave velocity	0I	C1	DII						C1					CI - CII			DI
	(3) Bieniawski's Classification	V	III - IV	V						III - IV					V			V
qu/γh : Compressive strength/overburden weight		100/1.7x30	600/2.0x60	300/2.0x30						600/2.0x100					600/2.0x50			100/1.7x20
SEISMIC P WAVE VELOCITY		Vp=09-15	Vp=23-25	Vp=15						Vp=2.2 km/sec					Vp=1.6			Vp=0.9-1.2
UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH		10kg/cm <sup>2</sup>	60kg/cm <sup>2</sup>	30kg/cm <sup>2</sup>						60 kg/cm <sup>2</sup>					60kg/cm <sup>2</sup>			10kg/cm <sup>2</sup>
STATIC ELASTIC MODULUS		2,000	12,000kg/cm <sup>2</sup>	5,000 kg/cm <sup>2</sup>						12,000kg/cm <sup>2</sup>					10,000kg/cm <sup>2</sup>			2,000
GROUND WATER		None	None	None						None					None			None
PERMEABILITY		10 <sup>-8</sup> cm/sec	10 <sup>-8</sup> cm/sec	10 <sup>-8</sup> cm/sec						10 <sup>-8</sup> cm/sec					10 <sup>-8</sup> cm/sec			10 <sup>-8</sup> cm/sec
STEEL SUPPORT		H125 @ 1.0m	H125 @ 1.2m	H125 @ 1.0m						H125 @ 1.5m					H125 @ 1.2m			H125 @ 1.0m
REMARKS		Loose in the portal		Relatively Loosened											Slightly loose			Loose

Fig. H.10 Túnel de Geológico



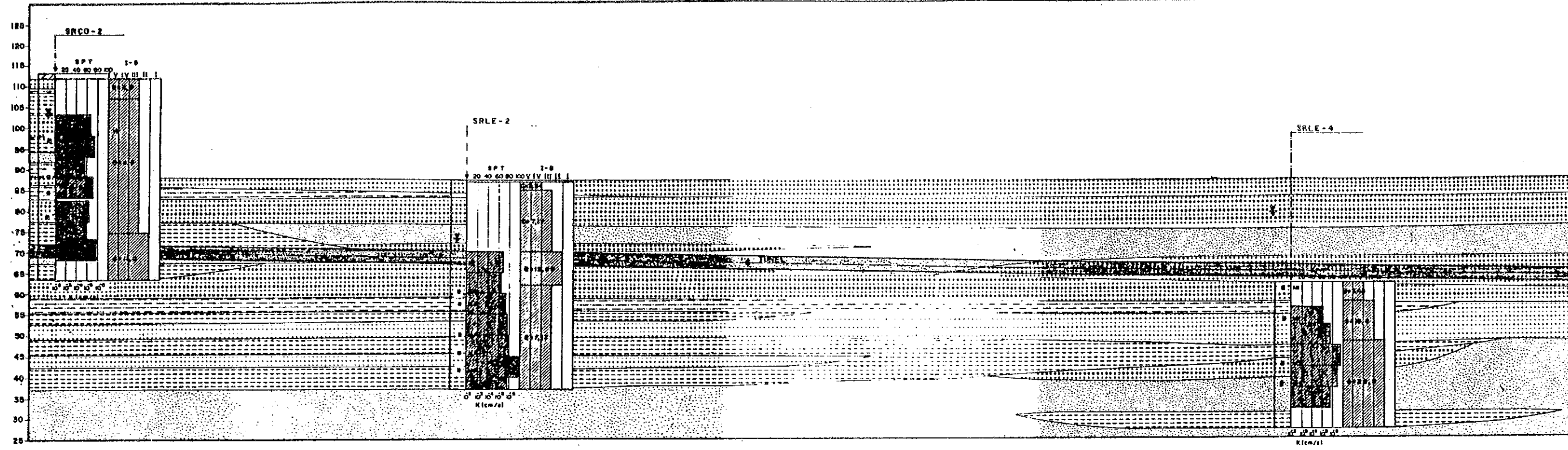
LEGEND

MARK	GEO TIME FORMATION	ROCK TYPE	P WAVE VELOCITY	PROPERTIES
At	Quaternary	Alluvial	0.3-0.4 km/sec	Top soil. River and tributary deposit. Silty clay.
Co		Colluvial	0.3-0.4 km/sec	Talus deposit. Silty clay with angular gravels.
WMd	Neogene Tertiary	Tesagua	0.6-1.2 km/sec	Heavily weathered, decomposed into silty clay. Gypsum stripes are contained. Montmorillonization.
Md		Mudstone	1.5-1.6 km/sec 2.1-2.5 km/sec	Upper part. Slightly loosened due to slaking action. Homogeneous calcareous mudstone. Soft rock.

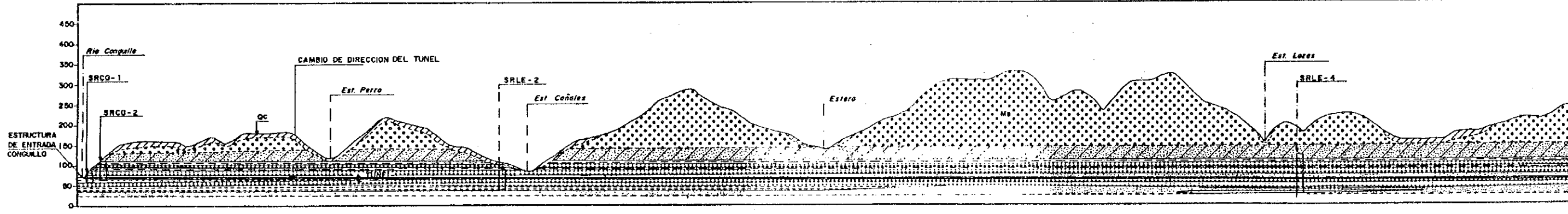
DISTANCE		0	300	500	650	900	1000	1500	2000	2500	3000	3500	3950	4000	4500	4900	5000	5100
ROCK TYPE		WMd & Md Weathered Mudstone	Md Mudstone	Md Mudstone		Md Mudstone									Md Mudstone		WMd	
CLASSIFICATION	(1) Japanese Standard	D	CL - CM	CL - D		CL - CM									CL		D	
	(2) Based on the seismic wave velocity	DII	C1	DII		C1									C1 - CII		DII	
	(3) Bieniawski's Classification	V	III - IV	V		III - IV									IV		V	
Compressive strength/ overburden weight		100/1.7x30	600/2.0x60	300/2.0x30		600/2.0x100									600/2.0x50		100/1.7x20	
MIC P WAVE VELOCITY		Vp=0.9-1.5	Vp=2.3-2.5	Vp=1.5		Vp=2.2 km/sec									Vp=1.6		Vp=0.9-1.2	
UNFINED COMPRESSIVE STRENGTH		10kg/cm²	60kg/cm²	30kg/cm²		60kg/cm²									60kg/cm²		10kg/cm²	
DYNAMIC ELASTIC MODULUS		2,000	12,000kg/cm²	5,000kg/cm²		12,000kg/cm²									10,000kg/cm²		2,000	
GROUND WATER		None	None	None		None									None		None	
PERMEABILITY		10⁻⁵ cm/sec	10⁻⁵ cm/sec	10⁻⁵ cm/sec		10⁻⁵ cm/sec									10⁻⁵ cm/sec		10⁻⁵ cm/sec	
STEEL SUPPORT		H125 @ 1.0m	H125 @ 1.2m	H125 @ 1.0m		H125 @ 1.5m									H125 @ 1.2m		H125 @ 1.0m	
REMARKS		Loose in the portal		Relatively weathered Loosened											Slightly loose		Loose	

Fig. H.10 Túnel de Derivación en Guarango. Perfil Geológico

GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER RESOURCES DEVELOPMENT FOR CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



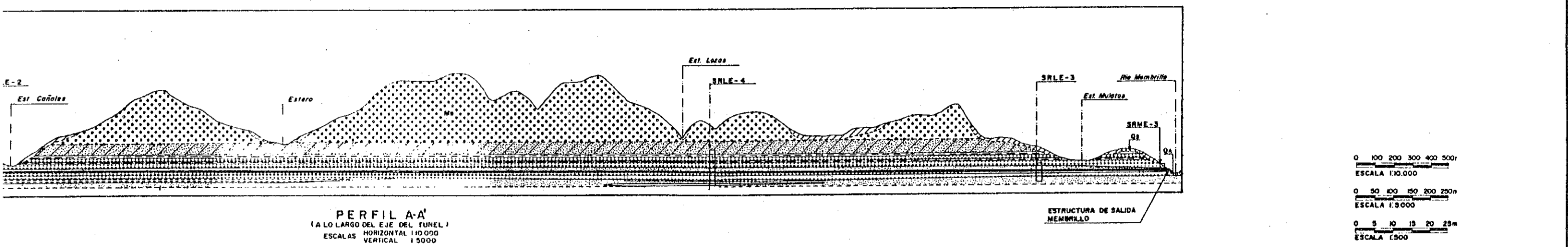
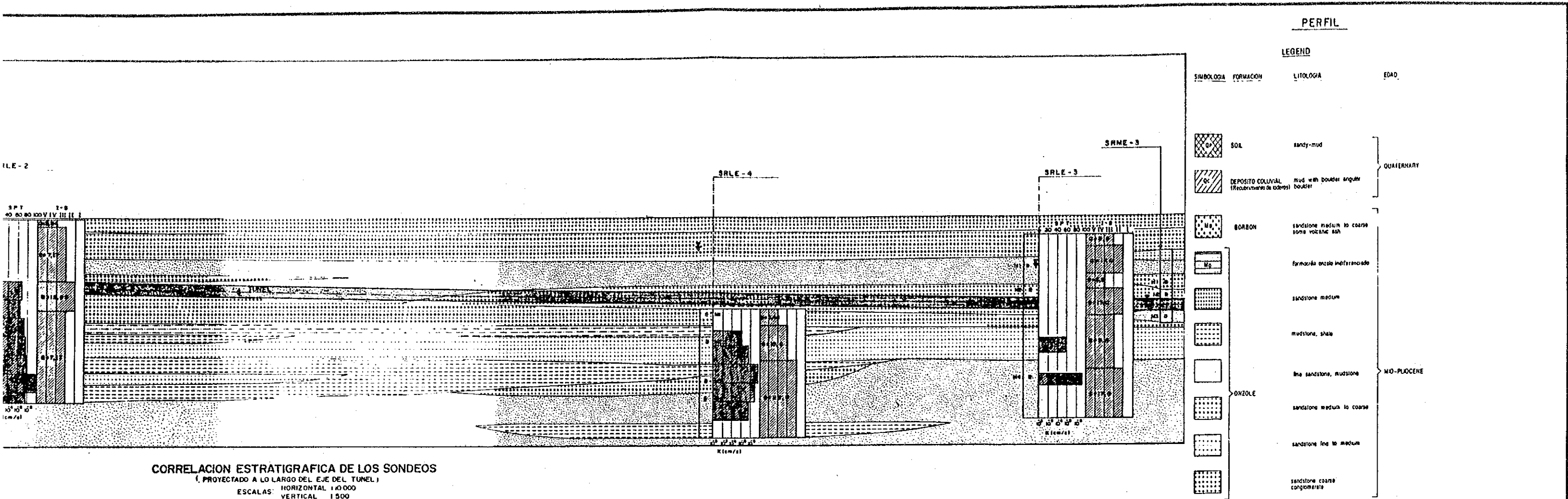
**CORRELACION ESTRATIGRAFICA DE LOS SONDEOS**  
 (PROYECTADO A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)  
 ESCALAS: HORIZONTAL 1:10000, VERTICAL 1:500



**PERFIL A-A'**  
 (A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)  
 ESCALAS: HORIZONTAL 1:10000, VERTICAL 1:5000

FORMACION GEOLOGICA		O N Z O L E			
LITOLOGIA	Lutita arenosa color gris verdoso existen niveles de lutita color gris	Intercalación de arenisco de grano fino a muy fino de color gris plomo con clastos milimétricos de roca volcánica		Arenisca de grano medio color gris verdoso	
ESTRUCTURA	Existen sistemas de diaclasas: los principales tienen rumbo (N45°E) y las secundarias (N140°W) y de la posición vertical con una frecuencia de 3 diaclasas por c/m.	Estreñificación sub-horizontal de las capas, no existen evidencias de fallas geológicas		Las juntas están inclinadas entre 45°-60°	
CLASIFICACION GEOTECNICA	RQD = 75% (media a buena)	RQD = 95% (excelente)		RQD = 70% (media a buena)	
CALIDAD I-B	II (buena)	II (buena)		II (buena)	
MACIZO ROCOSO Q	11 (buena)	7 (media)		10 (media-buena)	
PERMEABILIDAD K (cm/s)	146 x 10 <sup>8</sup>	5.13 x 10 <sup>8</sup>		9.06 x 10 <sup>8</sup>	
REVESTIMIENTO INICIAL					

**RESUMEN DE CARACTERISTICAS GEOLOGICO-GEOTECNICAS**  
 (A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)

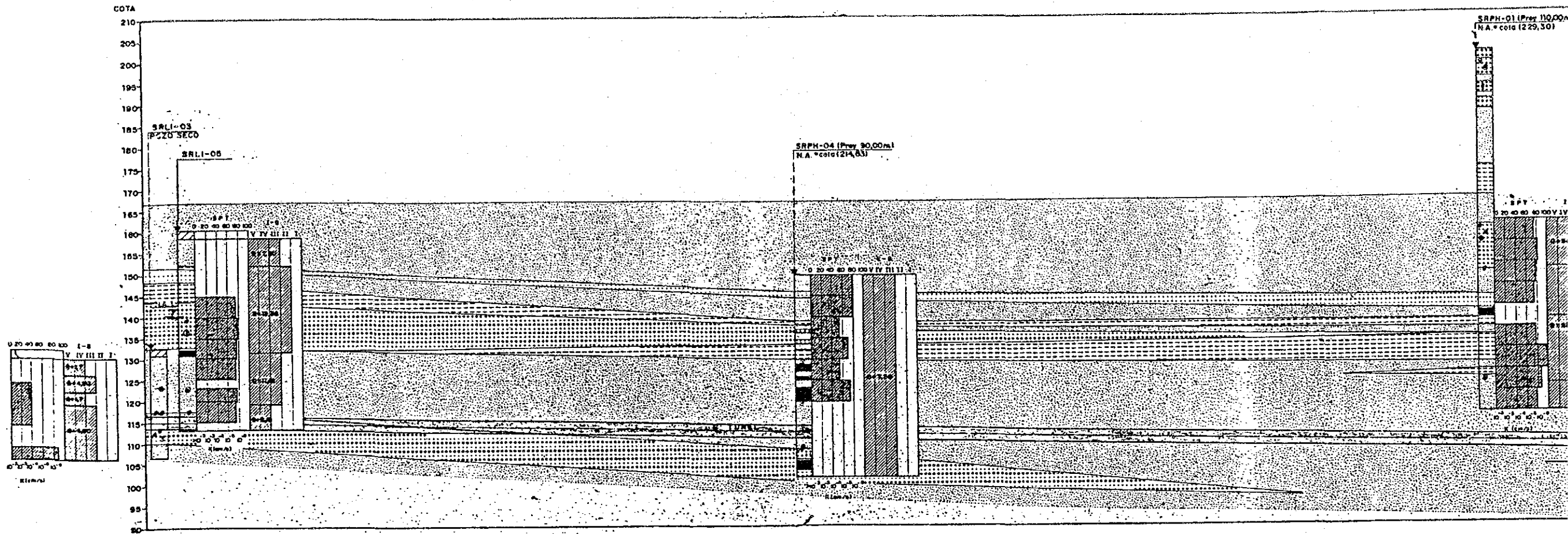


O N Z O L E				
fino a muy fino de color gris plomo con clastos milimétricos de roca volcánica	Arenisca de grano medio color gris verdoso			Intercalación de arenisca de grano fino a medio
Estratificación sub-horizontal de las capas, no existen evidencias de fallas geológicas				
Las juntas tienen una inclinación entre 40°-45°	Las juntas están inclinadas entre 45°-60°	Las diaclasas se presentan sub-verticales	Los sistemas de diaclasas N85°E N40°W-frecuencia de 7 diaclasas c/10m	
RQD = 95% (excelente)	RQD = 70% (media a buena)	RQD = 97% (excelente)	RQD = 77% (media-buena)	
I (bueno)	II (buena)	II (buena)	III (Regular)	
I (medio)	10 (media-buena)	17 (buena)	5.5 (medio)	
13 x 10 <sup>3</sup>	9.08 x 10 <sup>3</sup>	1.9 x 10 <sup>4</sup>	2 x 10 <sup>3</sup>	

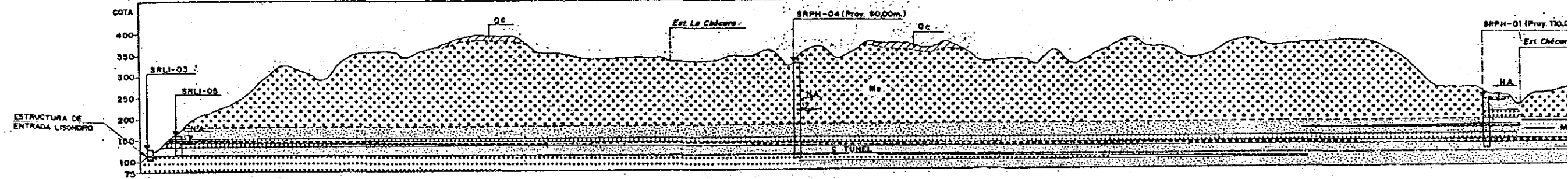
**RESUMEN DE CARACTERISTICAS GEOLOGICO-GEOTECNICAS**  
(A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)

Fig. H.11 Túnel de Derivación desde Daule-Peripa hasta La Esperanza. Perfil Geológico

GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER  
RESOURCES DEVELOPMENT FOR  
CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



**CORRELACION ESTRATIGRAFICA DE LOS SONDEOS.**  
 (PROYECTADO A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL.)  
 ESCALAS: HORIZONTAL 1:10,000  
 VERTICAL 1:500

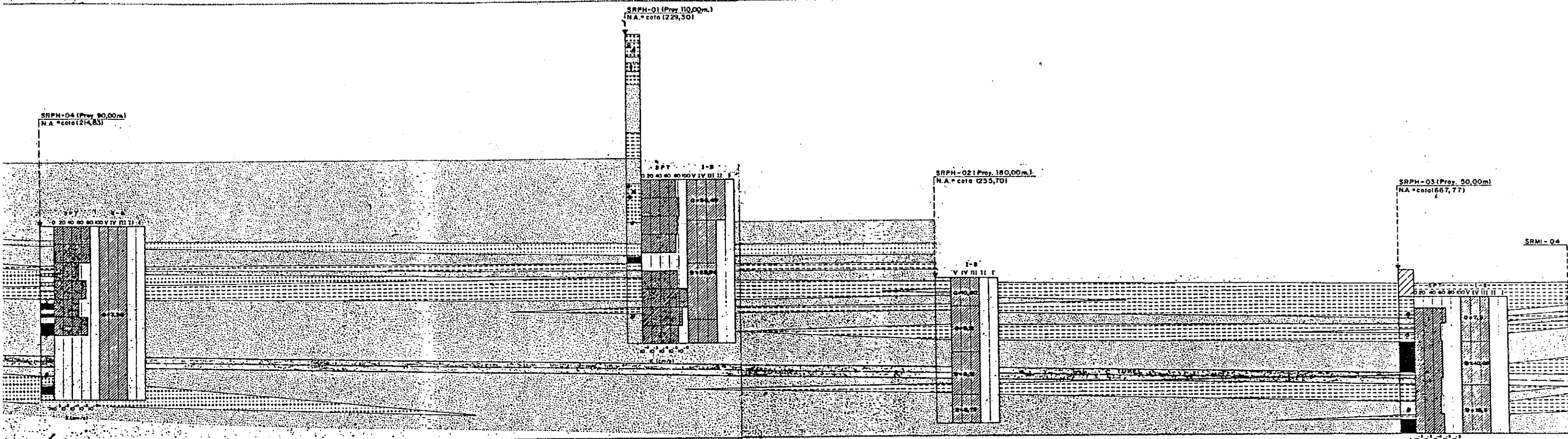


**PERFIL A-A**  
 (A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL.)  
 ESCALAS: HORIZONTAL 1:10,000  
 VERTICAL 1:500

GEO FORMATION		FORMACION GEOLOGICA		C O Z O I E	
ROCK TYPE	LITOLOGIA	Arenisco de grano medio a grueso con niveles micácticos de limonita y lutita y restos de coqueos (fósiles) muddy sandstone		Arenisco de grano fino, gris. Granos con fragmentos de mica; de rocas volcánicas y con niveles fosilíferos. Fine sandstone, partly volcanic fragments (fossils volcanic fine)	
STRUCTURE	ESTRUCTURA	Las juntas están inclinadas entre 30°-45°		Estructura Myer sub-horizontal de las 37', no existen evidencias de fault geológicas stratum. No fault.	
ROCK CLASS	CLASIFICACION GEOTECNICA	RQD = 50% (mala-medio) poor to medium		80% (buena) good	
ROCK QUALITY	CALIDAD	I-B (mala), III (regular)		III (regular)	
	MACIZO ROCOSO	4-6 (roca media) medium		7-8 (media) medium	
PERMEABILITY	PERMEABILIDAD (1 cm/meg.)	2.36 x 10 <sup>-3</sup>		10 <sup>-5</sup> (promedio) average	
FIRST LINING	REVESTIMIENTO INICIAL			58% (media) med 35 (buena) goo 10 <sup>5</sup> (promedio)	

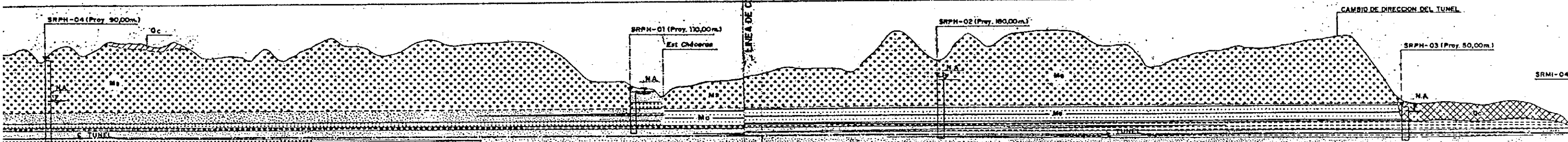
**SUMMARY OF CHARACTERISTIC OF GEOLOGY**  
 (A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)





ESTRATIGRAFICA DE LOS SONDEOS.  
(A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)  
SCALAS: HORIZONTAL 1:10,000  
VERTICAL 1:500

CORRELACION ESTRATIGRAFICA DE LOS SONDEOS  
(PROYECTADO A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)  
ESCALAS: HORIZONTAL 1:10,000  
VERTICAL 1:500



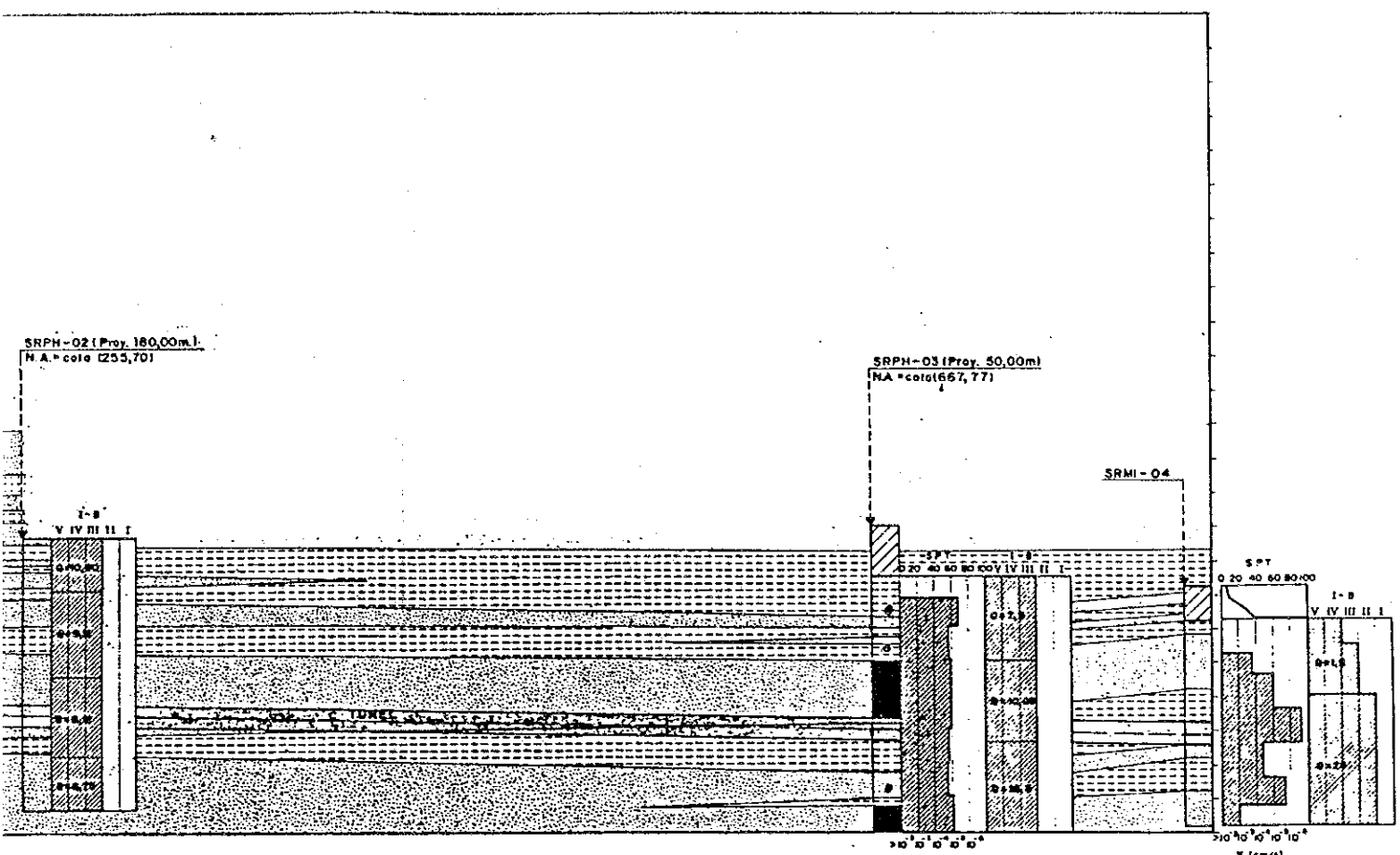
PERFIL A-A'  
(A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)  
HORIZONTAL 1:10,000  
VERTICAL 1:5,000

PERFIL A-A'  
(A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)  
ESCALAS: HORIZONTAL 1:10,000  
VERTICAL 1:5,000

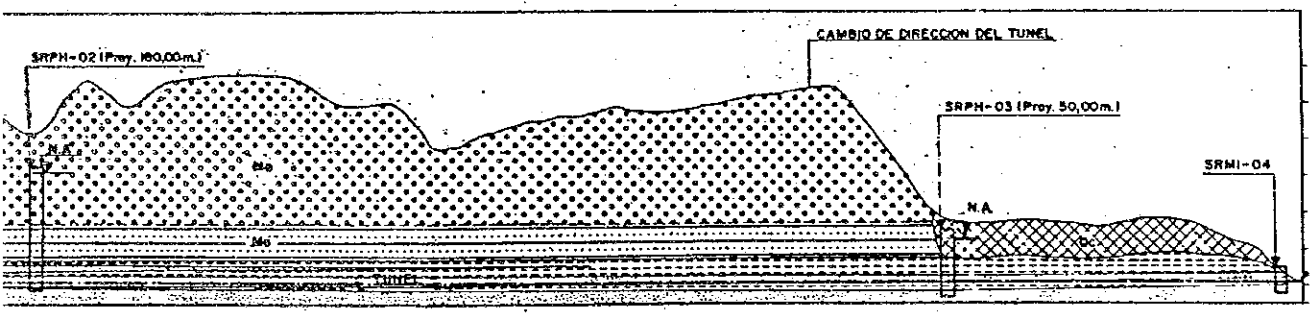
CONDICIONES		CONDICIONES		CONDICIONES	
Gran: con fragmentos RMC de rocas volcánicas y cenizas volcánicas. Fine sandstone, partly volcanic fragments (arenas volcánicas finas)		arenas volcánicas		Límite subcarizado, fósilífero color verdoso	
No se observan evidencias de fallas geológicas estructuradas. No fault.		a little predominant inclination		Estratificación sub-horizontal de las capas no existe evidencias de fallas geológicas	
Se predominan las inclinaciones de 40° a 65°		Escasas, predominan las inclinaciones de 45° a 75°		Escasas, predominan las inclinaciones de 60° y 90°	
80% (buena) good		55% (media) medium		80% (buena) good	
III (regular)		III (regular)		III (regular)	
7-8 (media) medium		35 (buena) good		24 (buena) good	
10 <sup>-5</sup> (promedio) average		10 <sup>-5</sup> (promedio) average		10 <sup>-5</sup> (promedio) average	

SUMMARY OF CHARACTERISTIC OF GEOLOGY  
(A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)

SUMMARY OF CHARACTERISTIC OF GEOLOGY  
(A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)



**CORRELACION ESTRATIGRAFICA DE LOS SONDEOS**  
(PROYECTADO A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)  
ESCALAS: HORIZONTAL 1:10,000  
VERTICAL 1:500



**PERFIL A'-A''**  
(A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)  
ESCALAS: HORIZONTAL 1:10,000  
VERTICAL 1:5000

ONZOLE		
	mudstone	Limonita subvercosa, fofillifera color verdoso
Estratificación sub-horizontal de los capas no existe evidencias de fallas geológicas		
Escasas, predominan las inclinaciones de 60° y 90°	Escasas, predominan las inclinaciones de 60° y 90°	Escasas, predominan las inclinaciones mayores a 70°
75% (buena) good	80% (buena) good	80% (buena) good
III (regular)	III (regular)	II (buena) good
		24 (buena)
	10 <sup>-5</sup> (promedio)	10 <sup>-5</sup> (promedio)

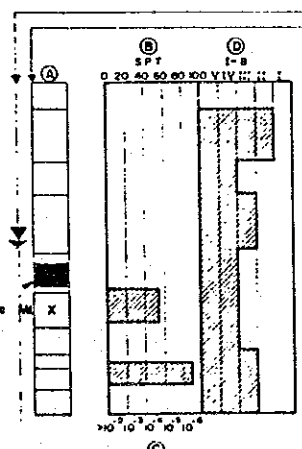
**SUMMARY OF CHARACTERISTIC OF GEOLOGY**  
(A LO LARGO DEL EJE DEL TUNEL)

**PERFIL**  
**LEGEND**  
**LEYENDA**

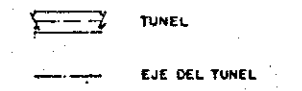
SIMBOLOGIA	FORMACION	LITOLOGIA	EDAD
[Symbol]	SOIL	sandy-mud	QUATERNARY
[Symbol]	DEPOSITO COLUVIAL (Recubrimiento de coque)	mud with boulder angular boulder	
[Symbol]	BORBON	sandstone medium to coarse some volcanic ash	MIO-PLIOCENE
[Symbol]		formación onzole indiferenciado	
[Symbol]		sandstone medium	
[Symbol]		mudstone, shale	
[Symbol]		fine sandstone, mudstone	
[Symbol]		sandstone medium to coarse	
[Symbol]		sandstone fine to medium	
[Symbol]		sandstone coarse conglomerate	

**SIMBOLOGIA**

- Contacto geológico comprobado
- - - Contacto geológico inferido
- Eje del sondeo proyectado
- - - Eje del sondeo



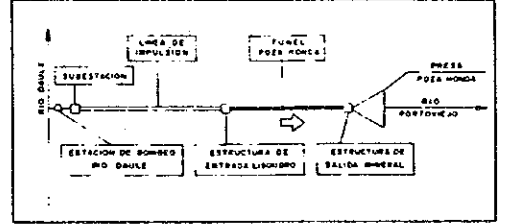
- (A) Litología (Ver símbolos)
- (B) Ensayos SPT (números de golpes)
- (C) Ensayos de permeabilidad (K en cm/s)
- (D) Clasificación geomecánica de rocas según Bieniawski I-B
  - Clase V - Sueto y roca descompuesta
  - Clase IV - Roca con alteración alta y media
  - Clase III - Roca con alteración media
  - Clase II - Roca sana
  - Clase I - Roca muy sana (excelente)
- (E) Índice de calidad geomecánica de rocas según Barton
- (F) Cambio probable de características geológicas geomecánicas
- (MI) TOMA DE MUESTRAS



- NOTAS:**
- 1- DIMENSIONES Y COTAS EN METROS
  - 2- LA CORRELACION DE LOS ESTRATOS SON INDICATIVOS, BASADOS EN LO DATOS DE SONDEOS PRESENTADOS
  - 3- LOS NIVELES FREATICOS SON DATOS DE SEPTIEMBRE DE 1986

**PLANOS AFINES:**

- TRAZADO GEOMETRICO - RLOIC-GL3-301
- GEOLOGIA PLANTA - RLOIC-GL3-302
- GEOLOGIA PERFIL - RLOIC-GL3-303



**PLANTA CLAVE**  
SIN ESCALA

EMISION INICIAL	1/86
REVISADO	
APROBADO	
COMPROBADO	
PROYECTADO	
DIBUJADO	

APROBADO		FECHA	
COMPROBADO		FECHA	
PROYECTADO		FECHA	
DIBUJADO		FECHA	

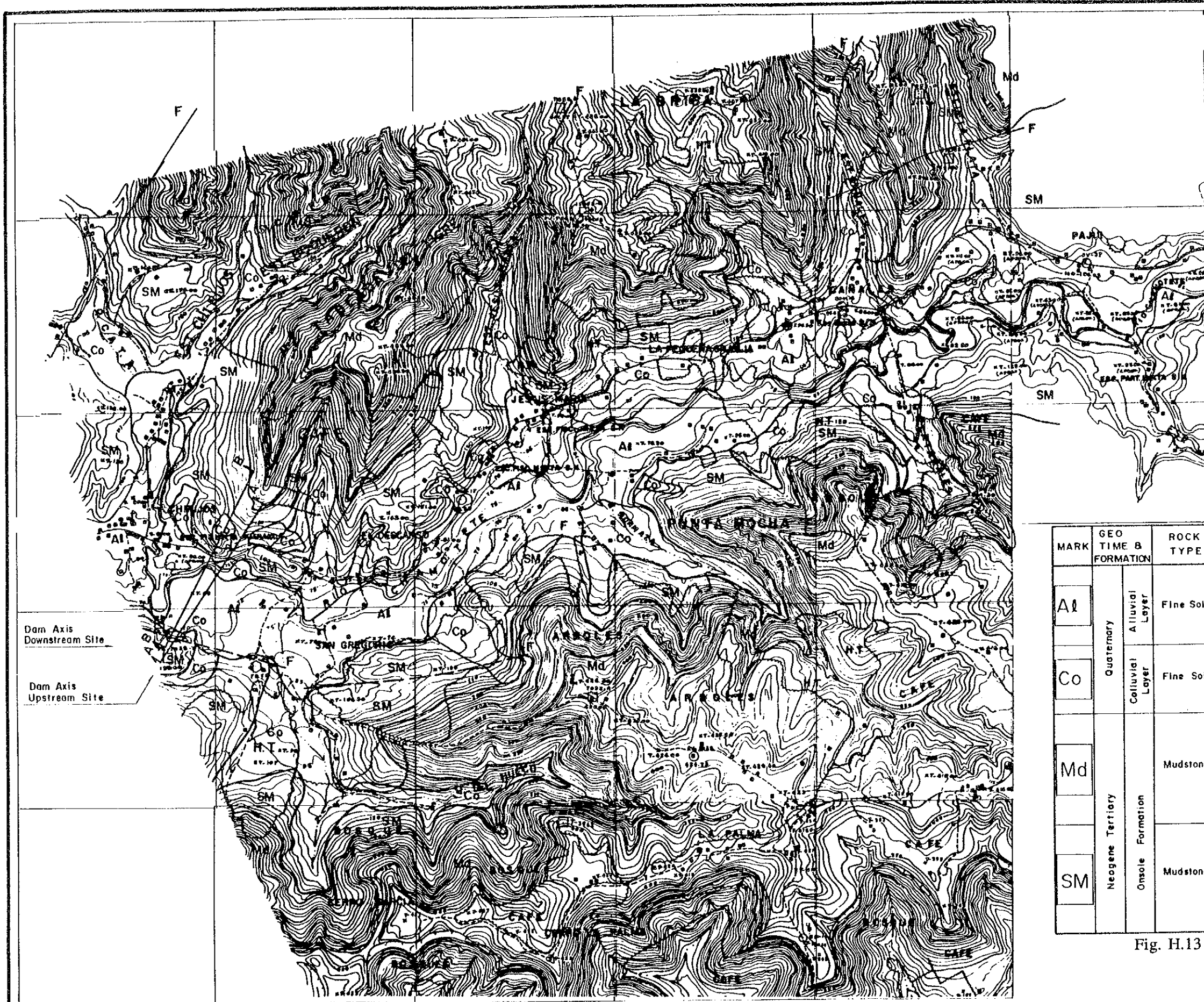
**CONSORCIO ECUATORIANO - BRASILEÑO**

REPUBLICA DEL ECUADOR  
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)

TRASFASE DEL RIO DAULE A LOS EMBALSES DE POZA MONDA Y LA ESPERANZA

GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER RESOURCES DEVELOPMENT FOR CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig. H.12 Túnel de Derivación desde Aguas Abajo de Daule-Peripa hasta Poza Honda. Perfil Geológico

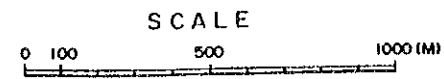


**LEGEND**

- Cliff and Collapsible Slope
- Lineament, Fault

MARK	GEO TIME & FORMATION	ROCK TYPE	CLASS	PROPERTIES	
Al	Quaternary	Alluvial Layer	Fine Soil	Soil	River deposit. Terrace deposit. and/or Debris of Tributary. Main composition is silty clay. Sand and gravel are a little.
Co		Colluvial Layer	Fine Soil	Soil	Talus deposit. Silty soil is main composition. Accompanied with angular boulders.
Md	Neogene Tertiary	Onsole Formation	Mudstone	CL	Mudstone and Siltstone. Stratified structure. Soft rock qu = 60-100kg/cm <sup>2</sup> Es = 10,000kg/cm <sup>2</sup> K = 1 x 10 <sup>-2</sup> cm/sec.
					Sandy Mudstone. Partly fine sandstone is interlaid. Soft rock qu = 100kg/cm <sup>2</sup> . Es = 12,000kg/cm <sup>2</sup> K = 1 x 10 <sup>-4</sup> - 1 x 10 <sup>-3</sup> cm/sec
SM			Mudstone	CL	

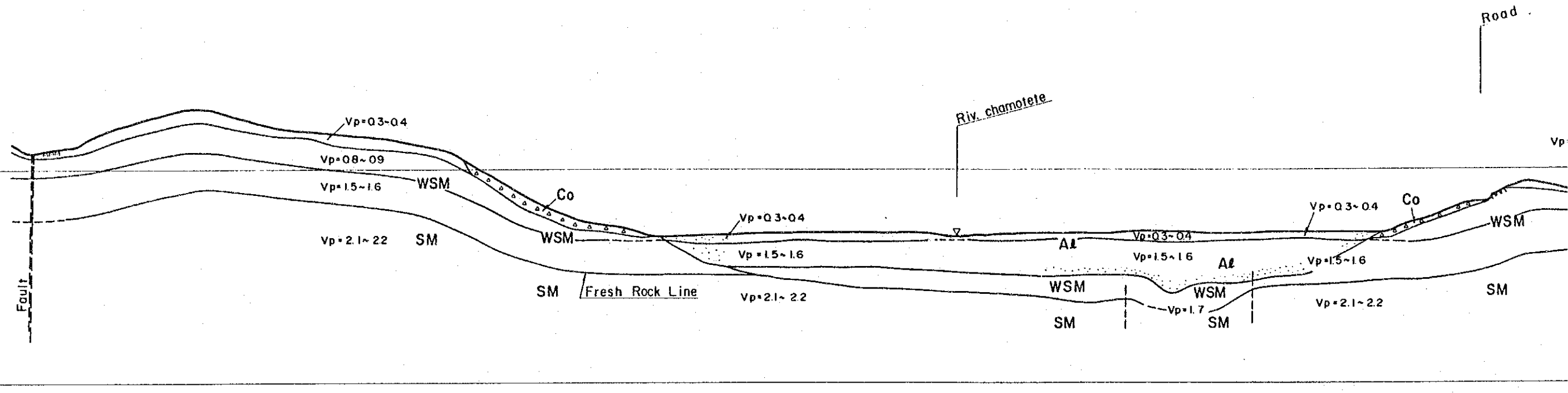
Fig. H.13 Sitio de Presa Chirijos. Plano Geológico



GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
**THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER RESOURCES DEVELOPMENT FOR CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS**  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

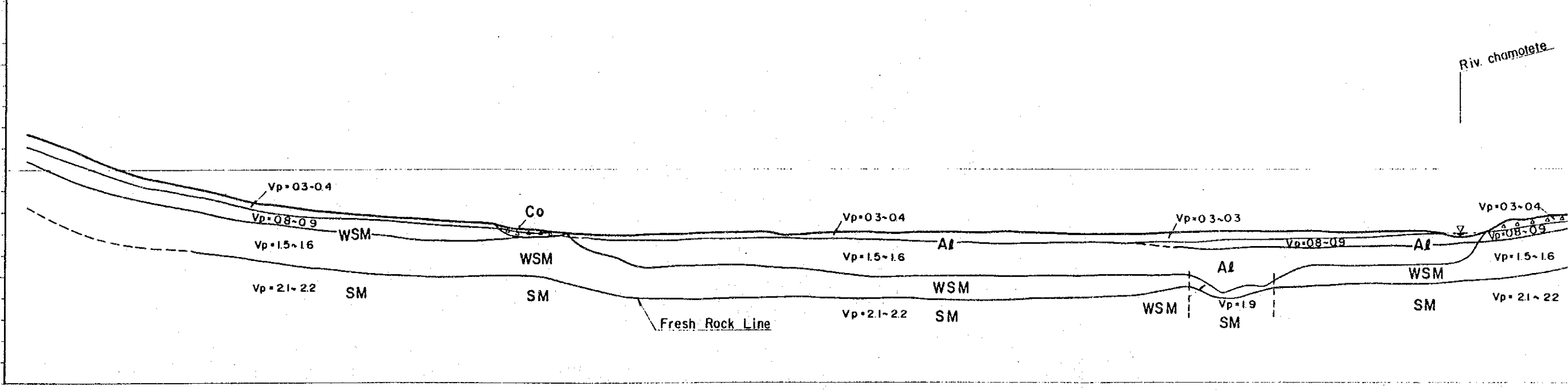
EL (M)  
200  
150  
100  
50  
0  
ELEVATION in METER

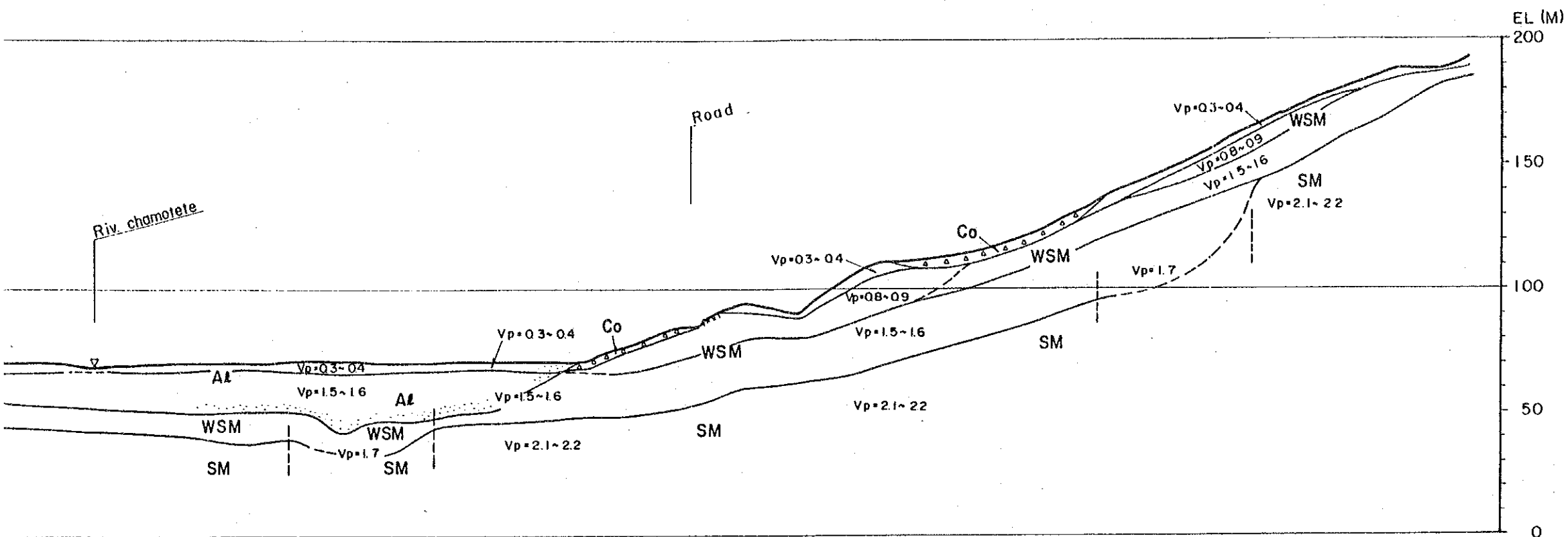
Dam Axis B (Downstream Site) Section B-B



EL (M)  
200  
150  
100  
50  
0  
ELEVATION in METER

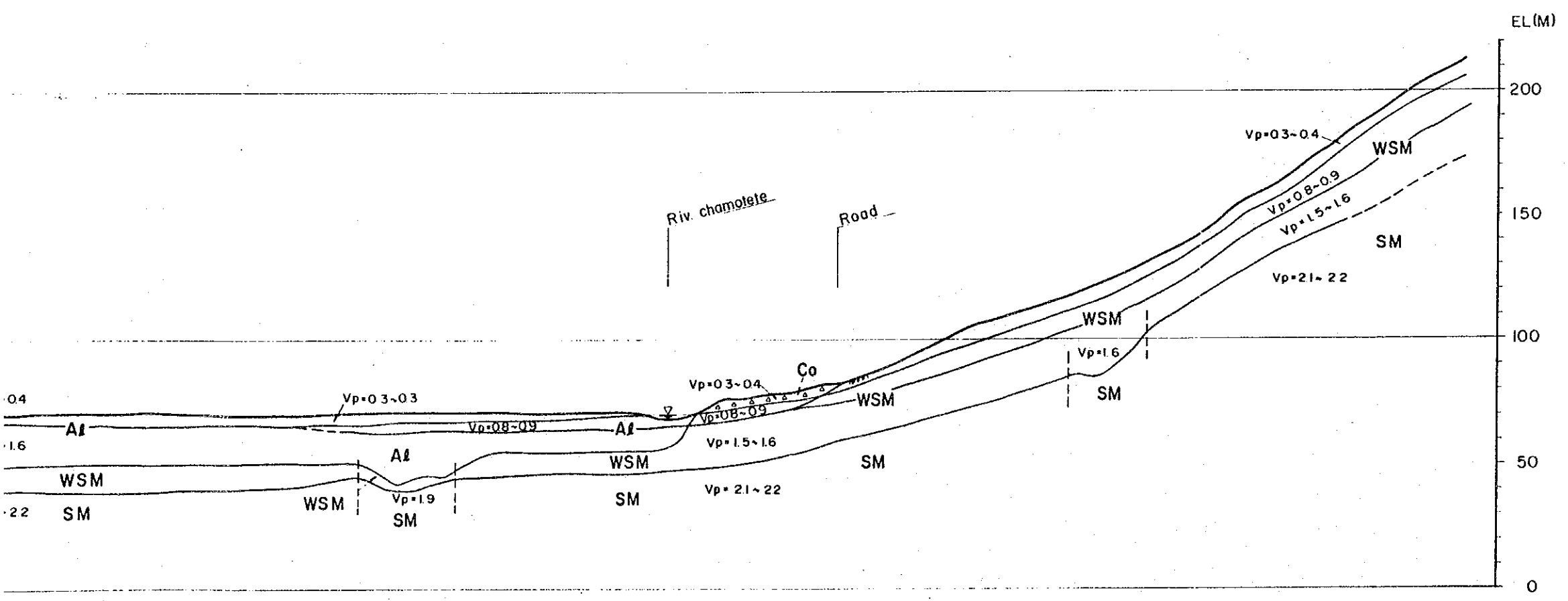
Dam Axis A (Upstream Site) Section A-A





### LEGEND

MARK	GEO TIME FORMATION	ROCK TYPE	CLASS	PROPERTIES
Al	Quaternary	Alluvium	Fine Soil	River deposit Silty clay in majority. 15-20m in thickness.
Co				Talus deposit. Silty clay with a little amount of boulders.
WSM	Neogene Tertiary	Onsole Formation	Weathered Mudstone	D Weathered sandy mudstone Loose and soft qu = 10-20kg/cm <sup>2</sup> K = 1 x 10 <sup>-4</sup> cm/sec
SM				CL Sandy mudstone. Partly fine sandstone is interlaid. Soft rock. qu = 60-100kg/cm <sup>2</sup> Es = 11,000kg/cm <sup>2</sup> K = 1 x 10 <sup>-4</sup> cm/sec



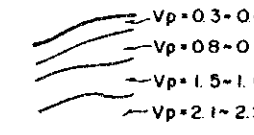
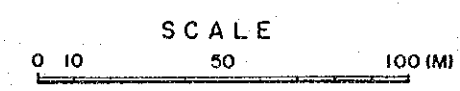
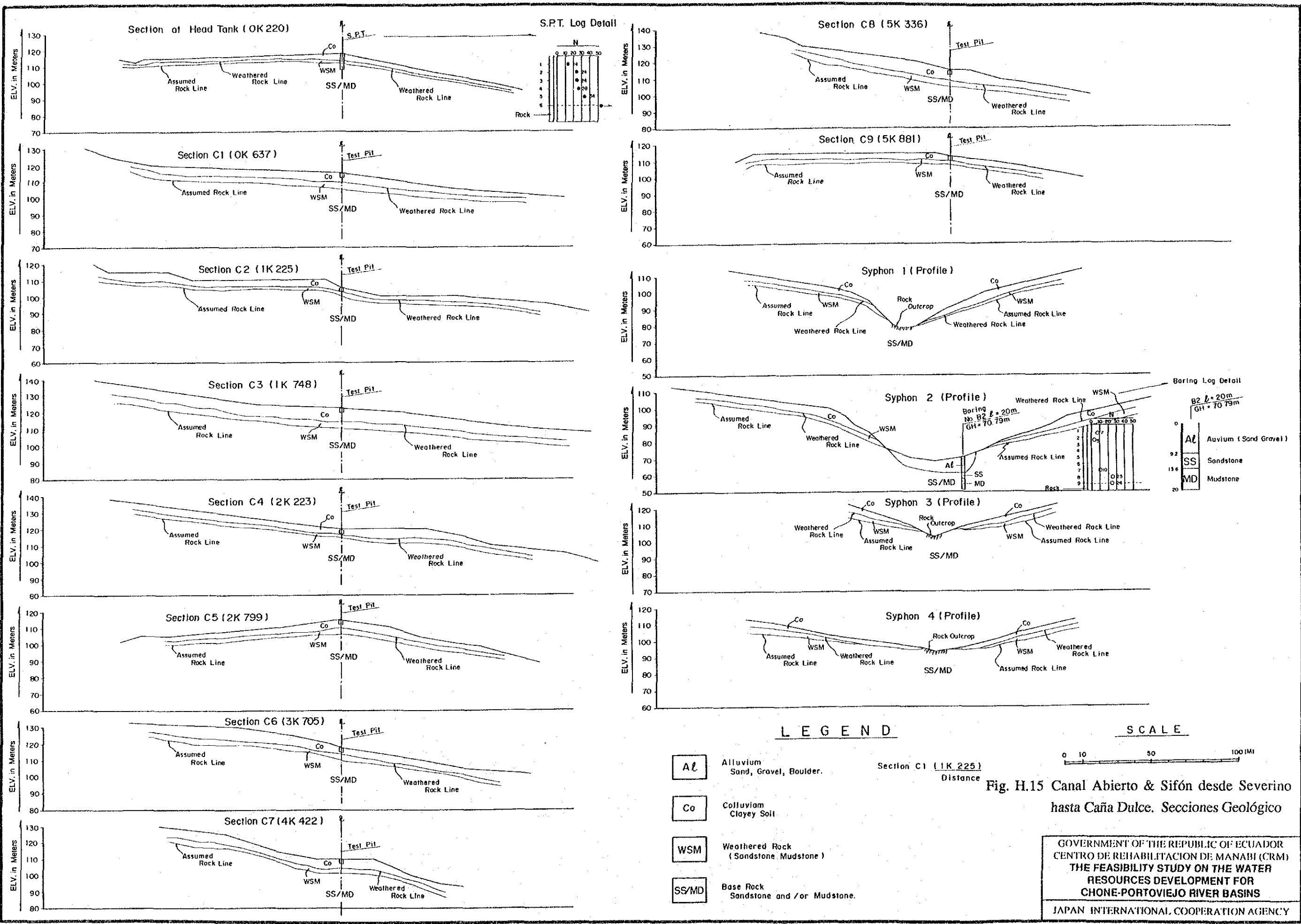

 Vp=0.3-0.4  
 Vp=0.8-0.9  
 Vp=1.5-1.6  
 Vp=2.1-2.2  
 Velocity of seismic P wave (km/sec)

Fig. H.14 Sitio de Presa Chirijos. Perfil Geológico



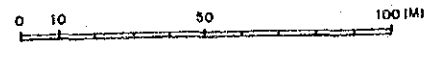
GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER  
 RESOURCES DEVELOPMENT FOR  
 CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



**LEGEND**

- Al** Alluvium  
Sand, Gravel, Boulder.
- Co** Colluvium  
Clayey Soil
- WSM** Weathered Rock  
(Sandstone Mudstone)
- SS/MD** Base Rock  
Sandstone and /or Mudstone.

**SCALE**



Section C1 (1K 225)  
Distance

**Fig. H.15 Canal Abierto & Sifón desde Severino hasta Caña Dulce. Secciones Geológicas**

GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
**THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER  
RESOURCES DEVELOPMENT FOR  
CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS**  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

**Informe Sectorial I**  
**Diseño de Estructuras Hidráulicas**







## ANEXO I DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS

### TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION -----	I.1
2. DISEÑO PRELIMINAR EN LA FASE I DEL ESTUDIO -----	I.4
2.1 Recolección y Revisión de Datos -----	I.4
2.2 Investigación de Campo -----	I.4
2.2.1 Estructuras identificadas -----	I.4
2.2.2 Condiciones del sitio -----	I.5
2.3 Diseño Preliminar de las Estructuras Planificadas -----	I.7
2.3.1 Plan descriptivo del esquema de trasvase -----	I.7
2.3.2 Estudios hidráulicos -----	I.16
2.3.3 Diseño preliminar -----	I.18
2.3.4 Cantidad de obras estimadas -----	I.30
3. DISEÑO BASICO EN LA FASE II DEL ESTUDIO -----	I.35
3.1 Revisión del Tipo y de la Ruta de Traslase -----	I.35
3.1.1 Ruta de trasvase seleccionada -----	I.35
3.1.2 Pendientes económicas del túnel y del canal abierto -----	I.36
3.2 Diseño Hidráulico -----	I.37
3.2.1 Características básicas para el diseño hidráulico -----	I.37
3.2.2 Sección transversal hidráulica -----	I.38
3.2.3 Cálculos hidráulicos -----	I.40
3.3 Diseño Básico -----	I.44
3.3.1 Esquema de trasvase presa La Esperanza (Severino) - presa Poza Honda -----	I.44
3.3.2 Esquema de trasvase Poza Honda-Río Mancha Grande -----	I.50
3.3.3 Esquema de trasvase presa Daule-Peripa - presa La Esperanza -----	I.53

## LISTA DE TABLAS

Tabla I.1	Lista de Datos Recolectados
Tabla I.2	Características Generales de la Presa (1/3)
Tabla I.2	Características Generales de la Presa (2/3)
Tabla I.2	Características Generales de la Presa (3/3)
Tabla I.3	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "Presa La Esperanza (Severino) - Presa Poza Honda (Q = 10 m <sup>3</sup> /s)"
Tabla I.4	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "La Esperanza (Altamira) - Río Portoviejo (Q = 12 m <sup>3</sup> /s)" (1/3)
Tabla I.4	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "La Esperanza (Altamira) - Río Portoviejo (Q = 12 m <sup>3</sup> /s)" (2/3)
Tabla I.4	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "La Esperanza (Altamira) - Río Portoviejo (Q = 12 m <sup>3</sup> /s)" (3/3)
Tabla I.5	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "Obras de Toma en la Presa La Esperanza - Guarango (Q = 23 m <sup>3</sup> /s - 5 m <sup>3</sup> /s)" (1/3)
Tabla I.5	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "Obras de Toma en la Presa La Esperanza - Guarango (Q = 23 m <sup>3</sup> /s - 5 m <sup>3</sup> /s)" (2/3)
Tabla I.5	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "Portal de Salida en la Presa La Esperanza - Guarango (Q = 23 m <sup>3</sup> /s - 5 m <sup>3</sup> /s)" (3/3)
Tabla I.6	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "Presa La Esperanza - Guarango - Portoviejo (Q = 33 m <sup>3</sup> /s - 15 m <sup>3</sup> /s)" (1/4)
Tabla I.6	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "Presa La Esperanza - Guarango - Portoviejo (Q = 33 m <sup>3</sup> /s - 15 m <sup>3</sup> /s)" (2/4)
Tabla I.6	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "Presa La Esperanza - Guarango - Portoviejo (Q = 33 m <sup>3</sup> /s - 15 m <sup>3</sup> /s)" (3/4)
Tabla I.6	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "Presa La Esperanza - Guarango - Portoviejo (Q = 33 m <sup>3</sup> /s - 15 m <sup>3</sup> /s)" (4/4)
Tabla I.7	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "Guarango - Rocafuerte (Q = 3 m <sup>3</sup> /s)"
Tabla I.8	Características Generales de las Estaciones de Bombeo
Tabla I.9	Cálculo Hidráulico para el Esquema de Traslase "Presa La Esperanza (Severino) - Presa Poza Honda (Q = 16 m <sup>3</sup> /s)"

## LISTA DE FIGURAS

- Fig. I.1 Mapa de Localización de las Estructuras de la Alt.-1
- Fig. I.2 Mapa de Localización de las Estructuras de la Alt.-2
- Fig. I.3 Mapa de Localización de las Estructuras de la Alt.-3
- Fig. I.4 Mapa de Localización de las Estructuras de la Alt.-4
- Fig. I.5 Mapa de Localización de las Estructuras de la Alt.-5
- Fig. I.6 Mapa de Localización de las Estructuras de la Alt.-6
- Fig. I.7 Diseño Preliminar de la Presa Chirijos (1/2)
- Fig. I.7 Diseño Preliminar de la Presa Chirijos (2/2)
- Fig. I.8 Diseño Preliminar del Esquema de Trasvase  
"Daule-Peripa - Presa La Esperanza"
- Fig. I.9 Diseño Preliminar del Esquema de Trasvase  
"Río Daule - Presa Poza Honda"
- Fig. I.10 Diseño Preliminar del Esquema de Trasvase  
"Presa La Esperanza (Severino) - Presa Poza Honda"
- Fig. I.11 Diseño Preliminar del Esquema de Trasvase  
"Presa La Esperanza (Altamira) - Río Portoviejo"
- Fig. I.12 Diseño Preliminar del Esquema de Trasvase  
"Presa Poza Honda - Río Mancha Grande"
- Fig. I.13 Diseño Preliminar del Esquema de Trasvase  
"Portal de salida La Esperanza - Los Amarillos"
- Fig. I.14 Diseño Preliminar del Esquema de Trasvase  
"Los Amarillos - Guarango"
- Fig. I.15 Diseño Preliminar del Esquema de Trasvase  
"Guarango - Rocafuerte - Portoviejo"
- Fig. I.16 Diseño Preliminar del Esquema de Derivación en  
El Tigre (Río Daule)
- Fig. I.17 Diseño Preliminar del Esquema de Derivación en  
Severino
- Fig. I.18 Diseño Preliminar del Esquema de Derivación en  
Altamira
- Fig. I.19 Diseño Preliminar del Esquema de Derivación en  
Los Amarillos
- Fig. I.20 Diseño Preliminar de la Estación de Bombeo en  
El Tigre (Río Daule)
- Fig. I.21 Diseño Preliminar de la Estación de Bombeo en  
Severino
- Fig. I.22 Diseño Preliminar de la Estación de Bombeo en  
Altamira
- Fig. I.23 Diseño Preliminar de la Estación de Bombeo en  
Los Amarillos
- Fig. I.24 Pendientes Económicas del Túnel y del Canal Abierto  
(Severino - Esquema Poza Honda)
- Fig. I.25 Diseño básico del Esquema de Trasvase  
"Presa La Esperanza (Severino) - Presa Poza Honda"
- Fig. I.26 Diseño Básico de la Estación de Bombeo en Severino
- Fig. I.27 Diseño Básico del Esquema de Derivación en Severino
- Fig. I.28 Diagrama de una sola Línea para la Estación de Bombeo  
Severino
- Fig. I.29 Distribución de los Equipos Exteriores
- Fig. I.30 Mapa de Ruta de la Línea de Transmisión de 138 kV
- Fig. I.31 Vía de Acceso

- Fig. I.32 Trazado Detallado del Esquema de Traslase "Presa La Esperanza (Severino) - Presa Poza Honda"
- Fig. I.33 Sección Transversal del Canal Abierto (1/2)
- Fig. I.33 Sección Transversal del Canal Abierto (2/2)
- Fig. I.34 Diseño Básico de los Sifones
- Fig. I.35 Diseño Básico de los Portales de Entrada y Salida para el Esquema de Traslase "Presa La Esperanza (Severino) - Presa Poza Honda"
- Fig. I.36 Diseño Básico del Esquema de Traslase "Presa Poza Honda - Río Mancha Grande"
- Fig. I.37 Diseño Básico de los Portales de Entrada y Salida para el Esquema de Traslase "Presa Poza Honda - Río Mancha Grande"
- Fig. I.38 Diseño, por el Equipo de Estudios Brasileiro en 1989, del Esquema de Traslase "Daule-Peripa - La Esperanza"
- Fig. I.39 Diseño Básico del Esquema de Traslase "Daule-Peripa - Presa La Esperanza"
- Fig. I.40 Diseño Básico de los Portales de Entrada y Salida para el Esquema de Traslase "Daule-Peripa - Presa La Esperanza"

## 1. INTRODUCCION

En la Fase I del estudio, se investigaron seis(6) alternativas de planes de trasvase y se escogió la Alternativa-5 como el plan más atractivo a partir del estudio comparativo de costos.

Posteriormente, se revisó la ruta de la Alternativa-5 de trasvase, escogiéndose la Alternativa-5a como el plan más económico de la primera parte de la Fase II del estudio. Por otro lado, con el fin de recabar la información y datos técnicos necesarios para efectuar el diseño básico, se desarrollaron estudios más detallados relativos a: balance hídrico, pruebas e investigaciones adicionales. Basado en tales datos técnicos se preparó el diseño básico de la Alternativa-5a. El contenido de los estudios correspondientes a las Fases I y II se presentan a continuación:

### (1) Aspectos concernientes a la Fase I del estudio

#### Primera parte en Ecuador

(desde comienzos de Noviembre a finales de Noviembre de 1991)

- Recolección y revisión de datos
- Investigación de campo
- Estudio preliminar de los esquemas de trasvase
- Estudio sobre criterios para el diseño preliminar.

#### Ultima parte en Japón

(desde comienzos de Diciembre de 1991 hasta finales de Febrero de 1992)

- Estudio del plan de diseño
- Estudio sobre cálculos hidráulicos
- Diseño preliminar
- Estimación de las cantidades de obra de las estructuras

### (2) Aspectos concernientes a la Fase II del estudio

Primera parte en Ecuador

(desde comienzos de Julio a mediados de Agosto de 1992)

- Investigación de campo
- Revisión de la ruta y tipo de trasvase
- Estudio sobre criterios para el diseño básico
- Diseño hidráulico

Ultima parte en Japón

(desde mediados de Agosto a mediados de Octubre de 1992)

- Diseño básico
- Estimación de las cantidades de obra de las estructuras

Las características generales de la Alternativa-5a seleccionada son las siguientes:

(1) Esquema de trasvase presa Daule-Peripa - presa La Esperanza

- Túnel ( $Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$ )

L = 8,3 km

D = 3,7 m (sección estándar tipo herradura (2R), de flujo libre)

(2) Esquema de trasvase presa la Esperanza (Severino) - presa Poza Honda

- Estación de bombeo

Caudal total : 16,0  $\text{m}^3/\text{s}$

Altura de bombeo total (máx.) : 76,0 m

Número de bombas planeado : 5

Número de bombas de emergencia : 1

Caudal por cada bomba : 192  $\text{m}^3/\text{min}$  (3,2  $\text{m}^3/\text{s}$ )

Tipo : Voluta de doble succión

Longitud de tubería : 250 m

Líneas : 2 líneas

Diámetro de tubería : 2.100 mm

- Tanque de carga

B = 12 m

L = 18 m

- Canal abierto ( $Q = 16,0 \text{ m}^3/\text{s}$ )

$L = 5,4 \text{ km}$  ( $I = 1/3.000$ )

Trapezoidal,  $B = h = 2,2 \text{ m}$

- Sifón ( $Q = 16,0 \text{ m}^3/\text{s}$ )

$L_1 = 62 \text{ m}$ ,  $hp = 13 \text{ m}$  ( $B=H=2,9 \text{ m}$  cajón de concreto)

$L_2 = 225 \text{ m}$ ,  $hp = 38 \text{ m}$  ( $D=3.200 \text{ mm}$  tubería de concreto)

$L_3 = 325 \text{ m}$ ,  $hp = 47 \text{ m}$  ( $D=3.200 \text{ mm}$  tubería de concreto)

$L_4 = 55 \text{ m}$ ,  $hp = 7 \text{ m}$  ( $B=H=2,9 \text{ m}$  cajón de concreto)

$L_5 = 50 \text{ m}$ ,  $hp = 10 \text{ m}$  ( $B=H=2,9 \text{ m}$  cajón de concreto)

$L_6 = 189 \text{ m}$ ,  $hp = 20 \text{ m}$  ( $B=H=2,9 \text{ m}$  cajón de concreto)

- Túnel ( $Q = 16 \text{ m}^3/\text{s}$ )

$L = 10,7 \text{ km}$  ( $I = 1/1.500$ )

$D = 3,5 \text{ m}$  (Sección estándar tipo herradura (2R), de flujo libre)

### (3) Esquema de trasvase Poza Honda-Río Mancha Grande

- Túnel ( $Q = 4,0 \text{ m}^3/\text{s}$ )

$L = 3,9 \text{ km}$

$D = 2,5 \text{ m}$  Kc (sección estándar tipo herradura (2R), de flujo libre).



## 2. DISEÑO PRELIMINAR EN LA FASE I DEL ESTUDIO

### 2.1 Recolección y Revisión de Datos

Se llevó a cabo la recolección de datos relativos al diseño preliminar, provenientes del INERHI, CRM y otras instituciones relacionadas. Los informes y dibujos de ingeniería de las estructuras relativas a los proyectos de trasvase fueron revisados tal como se lo presenta en la Tabla I.1.

### 2.2 Investigación de Campo

#### 2.2.1 Estructuras identificadas

Las investigaciones de campo fueron llevadas a cabo para identificar las condiciones de las estructuras existentes y planificadas que aparecen a continuación. Las características generales de los proyectos de presas más importantes se resumen en la Tabla I.2.

- (1) Presas (existentes, en construcción y planificadas)
  - (a) Daule-Peripa (existente)
  - (b) La Esperanza (en construcción, empezó en mayo de 1992)
  - (c) Poza Honda (existente)
  - (d) Chirijos (planeada en las Alternativas-1,2 y 4)
  
- (2) Obras de toma de agua y estación de bombeo (planificadas)
  - (a) La Esperanza - Poza Honda ( $9 \text{ m}^3/\text{s}$  para la Alt.-1 y  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  para la Alt.-5)
  - (b) La Esperanza - Río Portoviejo ( $12 \text{ m}^3/\text{s}$  para la Alt.-3)
  - (c) Los Amarillos - Guarango ( $5 \text{ m}^3/\text{s}$  para las Alts.-1,2,3,5 y 6, y  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  para la Alt.-4)
  - (d) Río Daule - Poza Honda ( $9 \text{ m}^3/\text{s}$  para la Alt.-2 y  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  para la Alt.-6)
  
- (3) Túnel (incluyendo el tanque de carga, planificado)
  - (a) Daule-Peripa-La Esperanza (8,3 km para las Alts.-1,2,3, 4,5 y 6)
  - (b) Río Daule - Poza Honda (11,2 km para las Alts.-2 y 6)
  - (c) La Esperanza (Severino) - Poza Honda (10,7 km para las

- Alts.-1 y 5)
- (d) La Esperanza (Altamira) - Río Portoviejo (21,0 km para la Alt.-3)
  - (e) Los Amarillos - Guarango (6,6 km para las Alts.-1,2,3, 4, 5 y 6)
  - (f) Poza Honda - Río Mancha Grande (4,0 km para las Alts.-5 y 6)
- (4) Canal abierto y Sifón (planificado)
- (a) Esquema La Esperanza - Poza Honda (para las Alts.-1 y 5)
  - (b) Esquema La Esperanza - Río Portoviejo (para la Alt.-3)
  - (c) Esquema La Esperanza - Guarango (para las Alts.-1,2,3 4, 5 y 6)
  - (d) Esquema Guarango - Rocafuerte - Portoviejo (para la Alt.-4)

Para todos estos casos se investigaron las condiciones del lugar de ubicación de las estructuras planificadas, desde el punto de vista de la topografía, geología y otras características necesarias para el diseño preliminar

### 2.2.2 Condiciones del sitio

#### (1) Acceso a los sitios de obra

Existen tres (3) carreteras nacionales y algunas provinciales en el área del proyecto. Las carreteras "Manta-Portoviejo-Quito", "Manta-Quevedo" y "Manta-Guayaquil" son las principales vías terrestres de transporte hacia el norte, este y sur de la provincia de Manabí. Por otro lado, las carreteras provinciales interconectan a las principales ciudades y pueblos de la provincia que son Portoviejo, Santa Ana, Rocafuerte, Calceta, Tosagua, Chone, etc. Esta red vial principal fue construida y es actualmente mantenida por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. Dichas vías tienen aparentemente un buen mantenimiento consistente de carpeta asfáltica.

#### (2) Topografía

La zona central de la provincia de Manabí está atravesada de

norte a sur por un sistema de colinas pequeñas de entre 400 - 600 m en altitud, que bordean la parte Occidental y Oriental de la provincia.

El área del proyecto, ubicada en la parte centro-oeste de la provincia de Manabí, abarca las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo, en una extensión de 2.811 km<sup>2</sup> y 2.060 km<sup>2</sup> respectivamente.

### (3) Geología

La zona de localización del proyecto se haya geomorfológicamente dividida en cuatro (4) áreas. Estas son: (1) La planicie y área ligeramente montañosa de la era cuaternaria, (2) el área sedimentaria compuesta de las formaciones geológicas Onzole, Borbón y Balzar, (3) el área de buzamiento suave con plegamientos tal como la formación Tosagua del periodo Terciario, y (4) el área de gran buzamiento de la formación Piñón del periodo Cretácico.

El área montañosa, en la cual se van a desarrollar la mayoría de las obras que conforman el trasvase, esto es, la presa, el túnel, la estación de bombeo y el canal abierto, está geológicamente formada por limolitas y areniscas de las formaciones Onzole y Borbón de la era Terciaria, excepto para la ruta del túnel "Los Amarillos-Guarango" donde se distribuyen mayormente limolitas de la formación Tosagua.

### (4) Materiales de construcción

Los materiales más importantes para las obras de construcción son: el cemento, acero, explosivos, combustible, agregados de concreto y tierra. Mayormente, se dispone de suficiente cantidad y calidad de estos materiales en el mercado local y en el área del proyecto. De éstos, los agregados de concreto se obtienen cerca de la ciudad de Portoviejo y los materiales de tierra del área montañosa aguas arriba del sitio propuesto para la presa Chirijos.

## 2.3 Diseño Preliminar de las Estructuras Planificadas

### 2.3.1 Plan descriptivo del esquema de trasvase

Se hicieron trazados en planta de los esquemas de trasvase, correspondiente a las seis (6) alternativas, basado en los mapas topográficos existentes, en los resultados de varios estudios y en las investigaciones de campo. Estos planos se muestran en las Figuras I.1 a I.6.

#### (1) Mapas topográficos disponibles

Toda el área de estudio está cubierta con mapas topográficos a escala 1:50.000 preparados por el IGM. Adicionalmente, se prepararon mapas topográficos detallados relativos a los proyectos de desarrollo. Estos fueron hechos por el CRM y se resumen a continuación:

	Escala y curvas de nivel	Cobertura	Proyecto relacionado
(1)	1:10.000 6 m	Ruta de la Alternativa-4	Proyecto Multipropósito Carrizal-Chone
(2)	Varios	Ruta de la Alternativa-2 (Río Daule-La Esperanza) (Río Daule-Poza Honda)	Proyecto de trasvase Daule-Peripa hacia Manabí
(3)	1:10.000 6 m	Ruta de la Alternativa-4 (Guarango-Rocafuerte-Portoviejo)	Proyecto Multipropósito Poza Honda
(4)	1:250 1 m	Sitio del portal de entrada del túnel Daule-Peripa hasta La Esperanza (sitio Conguillo)	Proyecto de trasvase Daule-Peripa hacia Manabí
(5)	1:100 1 m	Sitio del portal de salida del túnel Daule-Peripa hasta La Esperanza (sitio Membrillo)	Proyecto de trasvase Daule-Peripa hacia Manabí

Adicionalmente a aquellos mapas mencionados, los siguientes mapas topográficos fueron preparados en este estudio.

Escala y curvas de nivel	Cobertura
(1) 1:5.000 5 m	Ruta de la Alternativa-1 y 5 (La Esperanza-Poza Honda, Poza Honda-Río Chico)
(2) 1:5.000 5 m	Ruta de la Alternativa-3 (La Esperanza-Río Chico-Río Portoviejo)
(3) 1:5.000 5 m	Presa y embalse Chirijos
(4) 1:1.000 1 m	Estación de bombeo Severino para la Alternativa-1 y 5
(5) 1:1.000 1 m	Estación de bombeo Altamira para la Alternativa-3
(6) 1:1.000 1 m	Estación de bombeo Los Amarillos para la Alternativa-4
(7) 1:1.000 1 m	Sitio de presa Chirijos

(2) Resultados de varios estudios e investigaciones de campo

Como resultado de varios estudios e investigaciones de campo, los siguientes aspectos relativos a las estructuras más importantes como presa, canal abierto, túnel y estación de bombeo se tomaron en cuenta para el trazado en planta.

(a) Sitio de presa Chirijos

El lecho del río en el sitio de presa es amplio. Los taludes a ambas márgenes son de aproximadamente 30° en inclinación. La roca base está formada de limolita la cual se encuentra ampliamente cubierta de suelo descompuesto en ambos empotramientos (cerca de 20 m de espesor) y suelo aluvial en el

lecho del río (15 a 20 m de espesor). La superficie de la limolita se halla meteorizada con un espesor de 10 a 20 m.

Al juzgar por la resistencia de la limolita fresca, solamente una presa de tierra es técnicamente factible. La capacidad portante de la limolita meteorizada es suficiente como fundación de la presa, pero la impermeabilización no lo es. Ya que las inyecciones ordinarias de cemento no son efectivas en la limolita meteorizada, se tendrá que considerar las opciones de utilizar un dentellón con material de núcleo, lechada de cemento-bentonita o concreto que alcance la limolita fresca o en su defecto una carpeta impermeable hacia aguas arriba, partiendo del núcleo de la presa.

Con respecto a los materiales de construcción de la presa, la limolita existente en los alrededores de ésta es apropiada como material impermeable para el núcleo o para material común. El material rocoso y la arena no se hallan disponibles cerca del sitio de presa. El material rocoso tendrá que ser conseguido de las canteras de Picoazá a 40 km de distancia del sitio de presa. El material de filtro así como el agregado de concreto se lo obtendrá procesando la roca de Picoazá.

(b) Canal abierto (para todas las Alternativas)

Algunos comentarios técnicos de tipo geológico, referentes a la construcción del canal abierto, se resumen más adelante, de acuerdo a las condiciones geomorfológicas del área aluvial y coluvial colindante con el área montañosa.

En el área aluvial, los canales abiertos son construidos sobre la capa de suelo aluvial, el cual está considerado como un suelo arcillo limoso. Debido a que la superficie es poco compacta, los asentamientos tomarán lugar en algunos sitios, y se requerirá de la compactación de la fundación o su reemplazo con suelos buenos después de la excavación del canal.

Por otro lado, en el área montañosa coluvial los canales abiertos se construyen sobre suelo coluvial, suelo descompuesto o sobre la capa de roca meteorizada; siendo la estabilidad el mayor problema cuando el canal se construye sobre suelo coluvial o suelo descompuesto. En los lugares por donde el canal atraviesa pequeños ríos o esteros, se deberían considerar obras de protección contra el arrastre de desechos.

(c) Túnel

(i) Ruta Severino-Poza Honda (Alternativas-1 y 5)

La ruta del túnel fue seleccionada en el Área montañosa de entre 200 y 400 m en altitud. Al respecto de los resultados del estudio sísmico, el tipo de roca al nivel de la rasante del túnel estará compuesto por limolita arenosa excepto en los portales donde el tipo de roca lo constituyen depósitos coluviales.

La clasificación de la roca y las principales propiedades de ingeniería son las siguientes:

		Portal del túnel	Parte interna del túnel
Tipo de roca		Coluvial	Limolita arenosa
Clase de roca		D (suelo)	CL (roca blanda)
Velocidad de la onda de presión	Vp(km/s)	1,5	2,1 - 2,3
Peso unitario	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,7	2,1
Resistencia a la compresión no confinada	qu(kgf/cm <sup>2</sup> )	10 - 20	60 - 100
Módulo elástico estático	Es(kgf/cm <sup>2</sup> )	2.000	10.000 - 12.000
Coefficiente de permeabilidad	K(cm/s)	1x10 <sup>-3</sup> - 1x10 <sup>-4</sup>	1x10 <sup>-5</sup>

La limolita arenosa es blanda en solidez pero masiva y escasamente fisurada. A lo largo de la ruta del túnel no se encuentran mayores zonas de fractura. La filtración de agua será escasa durante la excavación del túnel. Debido a que la roca es blanda, será necesario de utilizar una estructura de acero a manera de soporte. Soportes de acero poco espaciados serán necesarios en los portales de los túneles donde el tipo de roca es coluvial.

(ii) Ruta Altamira - Rio Portoviejo (Alternativa-3)

La ruta del túnel escogida descansa en una área montañosa de entre 200 y 400 m en altitud. El tipo de roca o composición geológica al nivel de la rasante del túnel es de dos clases: la primera es roca coluvial o limolita arenosa meteorizada en las partes del portal del túnel, y la segunda corresponde a limolita arenosa en la parte interna del túnel.

La clasificación de la roca y las principales propiedades de ingeniería son las siguientes:

		Portal del túnel	Parte interna del túnel
Tipo de roca		Coluvial roca meteorizada	Limolita arenosa
Clase de roca		D	CL
Velocidad de la onda de presión	Vp(km/s)	1,5	2,1 - 2,3
Peso unitario	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,7	2,1
Resistencia a la compresión no confinada	qu(kgf/cm <sup>2</sup> )	10 - 20	60 - 100
Módulo elástico estático	Es(kgf/cm <sup>2</sup> )	2.000	10.000 - 12.000
Coefficiente de permeabilidad	K(cm/s)	1x10 <sup>-4</sup>	1x10 <sup>-5</sup>



De manera similar que para la ruta del túnel desde Severino hasta Poza Honda, la limolita arenosa muestra una condición poco fisurada y pocas zonas de fracturas. Se requerirá de soporte de acero en las capas de limolita arenosa. Un arreglo poco espaciado de soportes de acero será necesario para los sitios de los portales del túnel donde el tipo de roca es coluvial o de limolita arenosa.

(iii) Ruta Los Amarillos - Guarango (Alternativa-4)

La ruta escogida del túnel pasa por una zona de pequeñas colinas de entre 100 y 150 m en altitud. En esta área, la meteorización es tan grande y profunda que no se aprecia afloramiento alguno de la roca. El tipo de roca es limolita calcárea de acuerdo a los ensayos de perforaciones efectuados en el estudio del proyecto Multipropósito Carrizal-Chone. Este tipo de roca pertenece a la formación Tosagua. Dentro de la roca se hallan minerales arcillosos expansivos como el yeso, anhidrita y montmorillonita, estos minerales tienden a expandirse una vez que se liberan las tensiones sobre ellos aplicadas. Los análisis de laboratorio sobre este tipo de rocas, realizados en esta fase del estudio, indicó que el contenido de estos minerales es de aproximadamente 1% en la zona meteorizada mientras que es insignificante en la zona de la limolita fresca.

De acuerdo a las pruebas sísmicas, el tipo de roca a lo largo del nivel de la rasante del túnel, es de tres clases: (i) limolita meteorizada con abundante mineral expansivo encontrado al nivel de los portales, (ii) limolita ligeramente meteorizada con pocas cantidades de minerales expansivos en la parte aguas arriba del túnel, y (iii) limolita fresca con muy pocas cantidades de minerales expansivos.

La clasificación de la roca y las propiedades de ingeniería son las siguientes:

Tipo de roca	(1) Limolita meteorizada con minerales expansivos	(2) Limolita ligeramente meteorizada con minerales expansivos	(3) Limolita fresca
Clase de roca	E (suelo)	D(muy blanda)	CL(blanda)
Vp(km/s)	0,9 - 1,5	1,5	2,1 - 2,5
$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,6	1,7	2,1
Qu(kgf/cm <sup>2</sup> )	10	30	60
Es(kgf/cm <sup>2</sup> )	1.000-2.000	5.000	10.000-12.000
K (cm/s)	1x10 <sup>-4</sup>	1x10 <sup>-4</sup>	1x10 <sup>-5</sup>

La construcción del túnel a través de la limolita meteorizada, la cual contiene minerales expansivos, será difícil y costosa, y será necesario utilizar un sistema adecuado de soporte. Por otro lado, en la zona de la limolita fresca, no se espera encontrar serios problemas geológicos.

(iv) Ruta Poza Honda - Rio Mancha Grande (Alternativa 5 y 6)

La condición geológica de esta ruta es casi la misma que aquella de la ruta del túnel desde Altamira hasta el río Portoviejo. La clasificación de la roca y sus propiedades de ingeniería son las siguientes:

Tipo de roca	Limolita	Coluvial
Clase de roca	CL	D
Vp (km/s)	2,1 - 2,3	1,5
$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	2,1	1,7
Qu(kgf/cm <sup>2</sup> )	60 - 100	10 - 20
Es (kgf/cm <sup>2</sup> )	10.000-12.000	2.000
K (cm/s)	1x10 <sup>-5</sup>	1x10 <sup>-4</sup>

El túnel puede excavarse y reforzar con soportes ordinarios de acero en su parte interna (en la capa de limolita arenosa), pero a nivel del portal (capa coluvial) se necesitará de un arreglo poco espaciado de soportes de acero. Al juzgar de los datos del nivel del agua subterránea y de la baja permeabilidad de la roca, la cantidad de filtración durante de la excavación del túnel será mínima.

(v) Ruta Daule-Peripa-La Esperanza (para todas las alternativas)

Las investigaciones geológicas para esta ruta de túnel fue llevada a cabo durante el estudio del Proyecto de trasvase desde Daule-Peripa hacia Manabí. El tipo de roca a lo largo de la rasante del túnel lo forman areniscas finas y limolitas. Esta roca se clasifica como del tipo medio desde el punto de vista del R.Q.D y como del tipo IV - III en la clasificación de Bieniawski, y como del tipo de roca CL a CM en términos de las normas Japonesas de clasificación de rocas. Las propiedades de ingeniería de esta clase de roca son las siguientes:

Peso unitario	$\gamma = 2,1 \text{ g/cm}^3$
Resistencia a la compresión no confinada	$q_u = 60 - 100 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad estático	$E_s = 10.000 - 12.000 \text{ kg/cm}^2$
Coefficiente de permeabilidad	$K = 1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$

El análisis de los testigos de las perforaciones y afloramientos sugieren que la roca es sólida y de pocas fisuras sin mayores zonas de fractura.

Al juzgar de la solidez de la roca para la construcción del túnel, será necesario utilizar soportes de acero. Se espera que el túnel atraviese en su mayor parte la capa de roca fresca, pero en la zona del portal del túnel, la roca es meteorizada y frágil (clase D), por lo tanto, se requerirá de un arreglo poco espaciado de soporte de acero.

(vi) Ruta río Daule - Poza Honda (Alternativa-2 y 6)

De igual manera, se realizaron estudios geológicos a lo largo de esta ruta durante los estudios del Proyecto de Tránsito Daule-Peripa hacia Manabí.

El túnel atraviesa una arenisca muy fina y/o limolita arenosa de la formación Onzole. Por su tipo de solidez, esta roca se clasifica dentro del rango CL a CM y sus propiedades de ingeniería son casi las mismas que aquellas de la ruta del túnel que va desde Daule-Peripa hasta La Esperanza.

No se esperan grandes zonas de fractura. La filtración de agua durante la construcción del túnel será pequeña. Se requerirá, sin embargo, de soporte de acero debido a que la roca es blanda.

(d) Sitios para la estación de bombeo

En el presente estudio, se han investigado cuatro (4) lugares para la estación de bombeo, (i) la estación de bombeo Severino para las Alternativa-1 y 5, (ii) estación de bombeo Altamira para la Alternativa-3, (iii) estación de bombeo Los Amarillos para la Alternativa-4, y (iv) estación de bombeo Daule para las alternativas-2 y 6.

La composición geológica en el sitio Severino es la siguiente: (i) una capa de suelo descompuesto de aproximadamente 5 m de profundidad desde la superficie del suelo, (ii) limolita arenosa meteorizada de un espesor de 5 a 15 m, bajo la capa de suelo descompuesto, y (iii) limolita arenosa fresca debajo de esta última. La limolita arenosa meteorizada es considerada lo suficientemente firme para la fundación de la estación de bombeo.

En el sitio Altamira la meteorización es amplia y profunda. Las composiciones geológicas son similares a aquellas del sitio Severino y se evalúan, al igual que las propiedades de

ingeniería, en los siguientes cuadros:

Composición geológica	Profundidad	Velocidad de la onda P	Clase de roca
Suelo descompuesto (ligeramente arcilloso)	0 - 15 m	0,3 - 0,8 km/s	-
Roca meteorizada (limolita)	15 - 30 m	1,1 - 1,5 km/s	D
Roca fresca (limolita)	30 m en adelante	2,1 - 2,3 km/s	CL

Propiedades de ingeniería		Suelo descompuesto	limolita meteorizada	Limolita fresca
Peso unitario	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,6	1,7	2,1
Cohesión	C(kgf/cm <sup>2</sup> )	0,1	1,0	5,0
Angulo interno de fricción	$\phi$ (grados)	15	25	30
Resistencia a la compresión no confinada	$q_u$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	1,0	10,0	60,0
Módulo elástico estático	$E_s$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	200	2.000	12.000

La estación de bombeo Altamira estará fundada sobre una capa de suelo descompuesto. Posteriormente, se puede necesitar llevar a cabo una investigación sobre tratamientos para la fundación y de la capacidad portante del suelo.

Las condiciones geológicas en el sitio de bombeo Los Amarillos son casi iguales a aquellas de los sitios Altamira, Daule y Severino.

### 2.3.2 Estudios hidráulicos

Los estudios hidráulicos fueron realizados basado en el trazado en planta de los esquemas de trasvase. Se utilizó la

fórmula de Manning para el canal abierto y el túnel, y la ecuaciones de Darcy - Weisbach combinada con la fórmula de Hazen-Williams para la tubería de acero a presión y el sifón. Dichas fórmulas se dan a continuación:

#### Fórmula de Manning

$$Q = A \times V = A \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

donde,            Q : Caudal (m<sup>3</sup>/s)  
                  A : Area de flujo (m<sup>2</sup>)  
                  V : Velocidad del flujo (m/s)  
                  n : Coeficiente de Manning  
                  R : Radio hidráulico (m)  
                  I : Pendiente del canal

#### Fórmula de Darcy - Weisbach y Hazen-Williams

$$hf = f \times L/D \times v^2/(2g)$$
$$f = 134/C^{1,85} \times 1/(D^{1/6} \times v^{0,15})$$

donde,            hf : Pérdida de carga (m)  
                  f : Coeficiente de pérdida de carga  
                  L : Longitud (m)  
                  D : Diámetro (m)  
                  V : Velocidad del flujo (m/s)  
                  g : Gravedad (m/s<sup>2</sup>)  
                  C : Constante

Los resultados del cálculo hidráulico para los esquemas Severino-Poza Honda, Altamira-Río Portoviejo, obras de toma La Esperanza-Guarango, obras de toma La Esperanza-Guarango-Portoviejo y Guarango-Rocafuerte, se muestran en las tablas I.3 a I.7. En la siguiente etapa del estudio se efectuarán cálculos hidráulicos más detallados para el esquema de trasvase seleccionado.