

CONVENIO O.R.H - ORSTOM
INFORME N°1

**MEDICIONES EFECTUADAS EN CORDILLERA BLANCA
EN JUNIO/JULIO DE 1995**

**Dr. Bernard FRANCOU
Dr. Bernard POUYAUD
Ing. Patrick WAGNON**

ORSTOM-BOLIVIA
La Paz, Agosto 1995

INTRODUCCIÓN

Del 26 de junio al 21 julio 1995, se hizo una misión de trabajo del ORSTOM (Misión de Bolivia) en Huaraz, cuyos objetivos eran triple :

1. Un primero contacto con la Oficina de Recursos Hídricos y la Cordillera Blanca de Bernard Pouyaud, actualmente representante del ORSTOM en Bolivia y responsable del programa.
2. Una campaña de mediciones de la acumulación en la parte superior de los glaciares Artesonraju y Yanamarey, para la estimación del balance de masa.
3. Un trabajo de preparación para la instalación de estaciones hidrométricas a proximidad del frente de esos glaciares.
4. Un aporte de materiales : a) un limnógrafo de tipo Chloé, destinado a ser instalado en el sitio del Artesoncocha ; b) un *software* de procesamiento de datos hidrológicos, HIDROM 3, desarrollado por el ORSTOM, ; c) una perforadora de tipo SIPRE fué también traído temporalmente para las mediciones de acumulación de los últimos años, así que un material para aforos.

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del convenio firmado entre el ORSTOM y la ORH en 1994.

PROGRAMA

26 de junio : llegada a Huaraz

28-29 de junio : trabajo de reconocimiento en Parón/Artesonraju

30 de junio : trabajo de reconocimiento en Yanamarey

2 de julio : trabajo de reconocimiento en Uruashraju

4-9 de julio : trabajo en Artesonraju - perforaciones, topografía, ubicación de los pluviómetros

12-15 de julio : perforaciones, topografía, ubicación de los pluviómetros en Yanamarey

INSTALACIÓN DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS EN ARTESONCOCHA Y YANAMAREY

Artesoncocha

Sitio a la salida del Artesoncocha a 4472 m snm (topografiado desde A-6). Apoyo sobre 5 bloques naturales para la estabilidad y limitar el uso de cemento. Lecho estable con poca velocidad (pendiente próximo de 10%). Caudal de estiaje alcanzando los 180/200 l/s.

Ver plano adjunto para la construcción. Varias marcas verdes de pintura han sido puestas para la ubicación exacta.

El aparato Chloé 1 sera instalado en una caseta y el sensor ubicado como indicado en el plano. Se recomienda construir una caseta un poco arriba de la orilla de derecha del rio con un bueno sistema de seguro (evitar candados aparentes, *cf.* mala experiencia en el Zongo !).

Un pluviómetro (P4) sera instalado a 4495 m cerca del punto A-6 (sitio ya preparado).

Yanamarey

Sitio a la salida de la Laguna a 4600 m snm (no topografiado). Sección de 10 metros, con poco pendiente (< 10%) y estable. Caudal de estiaje de unos 50 l/s.

Diques de 1 metro de ambos lados de un dique central de 8 metros (ver plano adjunto). Caseta del mismo tipo que en la Artesoncocha. Marcas de pintura verde para la localización colocadas.

Un limnigrafo de tipo Chloé (mismo modelo que aquello instalado en la Artesoncocha) sera entregado por el ORSTOM durante el primero semestre de 1996.

Instalar un pluviómetro (P1) a 4750 m por debajo del punto Y-9 y de la estación meteorológica (sitio con marcas de pintura), un otro (P2) a 4600 m sobre la morrena ubicada entre el refugio y la laguna, un último (P3) a la estación de Querococha (4000 m).

La estación meteorológica del punto Y-9 nos parece mal ubicada : glaciar muy retirado más abajo y calentamiento del aire por la roca cercana ("efecto horno"). Se recomienda bajarla de unos 40 m al nivel del pluviómetro P1.

Uruashraju

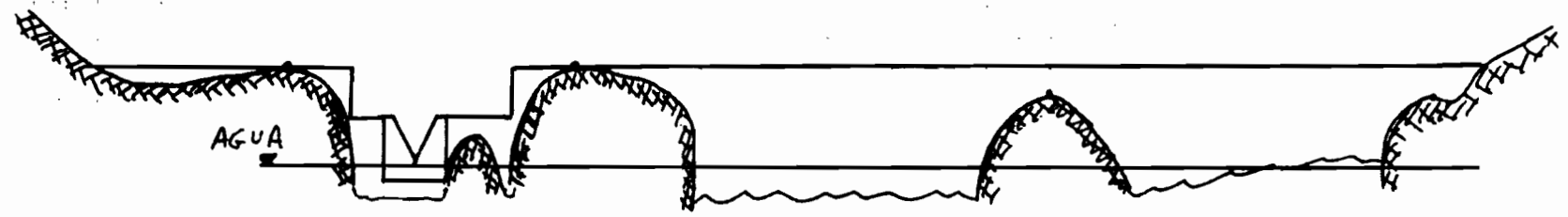
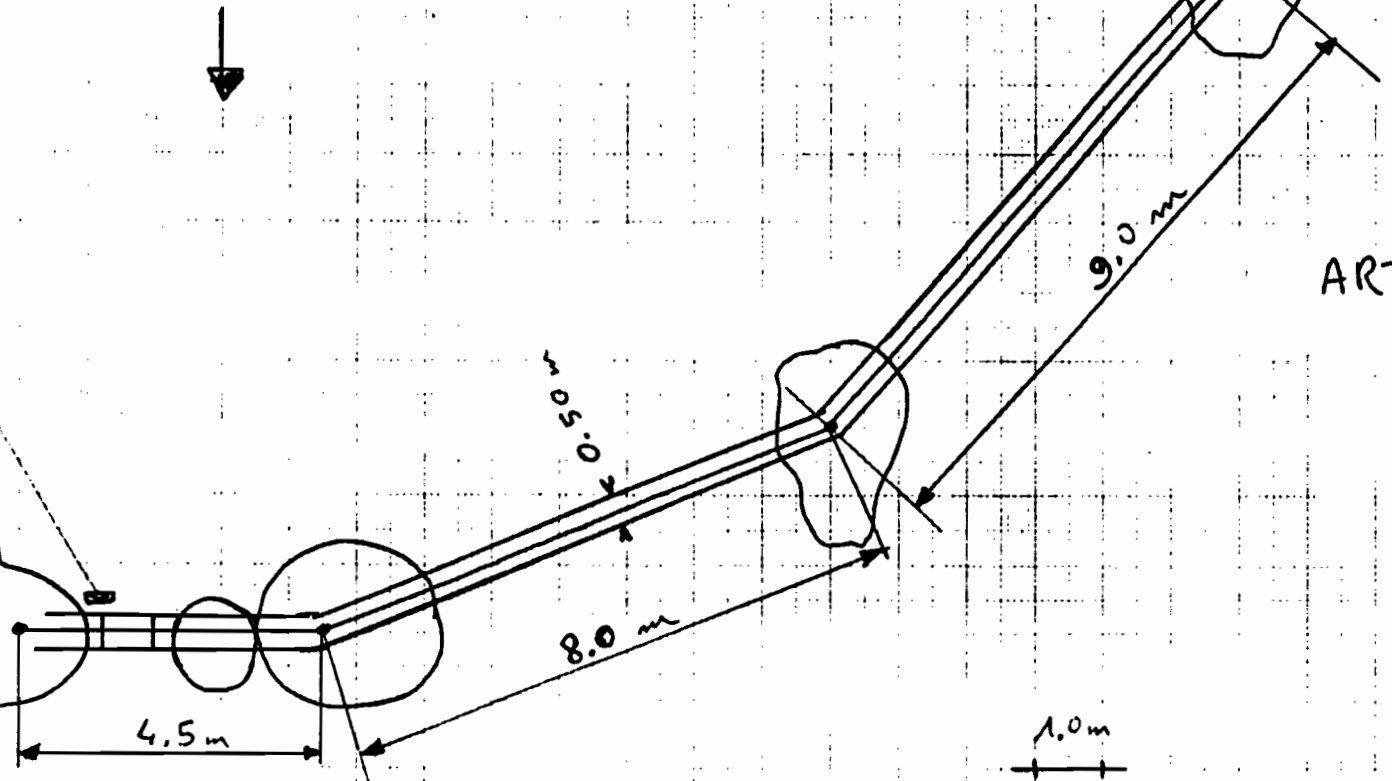
Sitio a la salida de la laguna. Instalación muy parecida a aquella seleccionada en Yanamarey (plano no adjunto).

Un limnigrafo podria ser disponible en 1996. Prever 3 pluviómetros para Uruashraju.

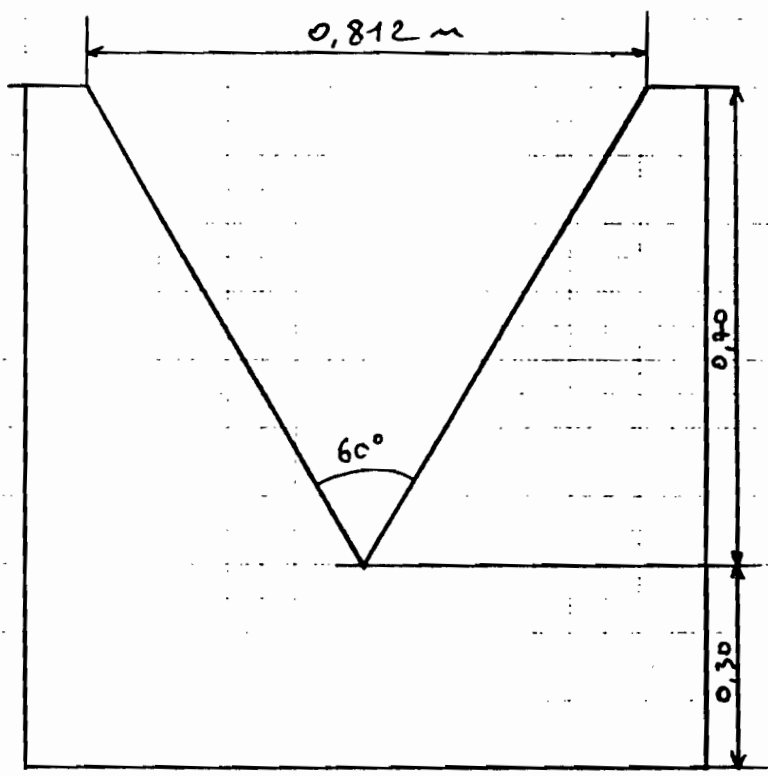
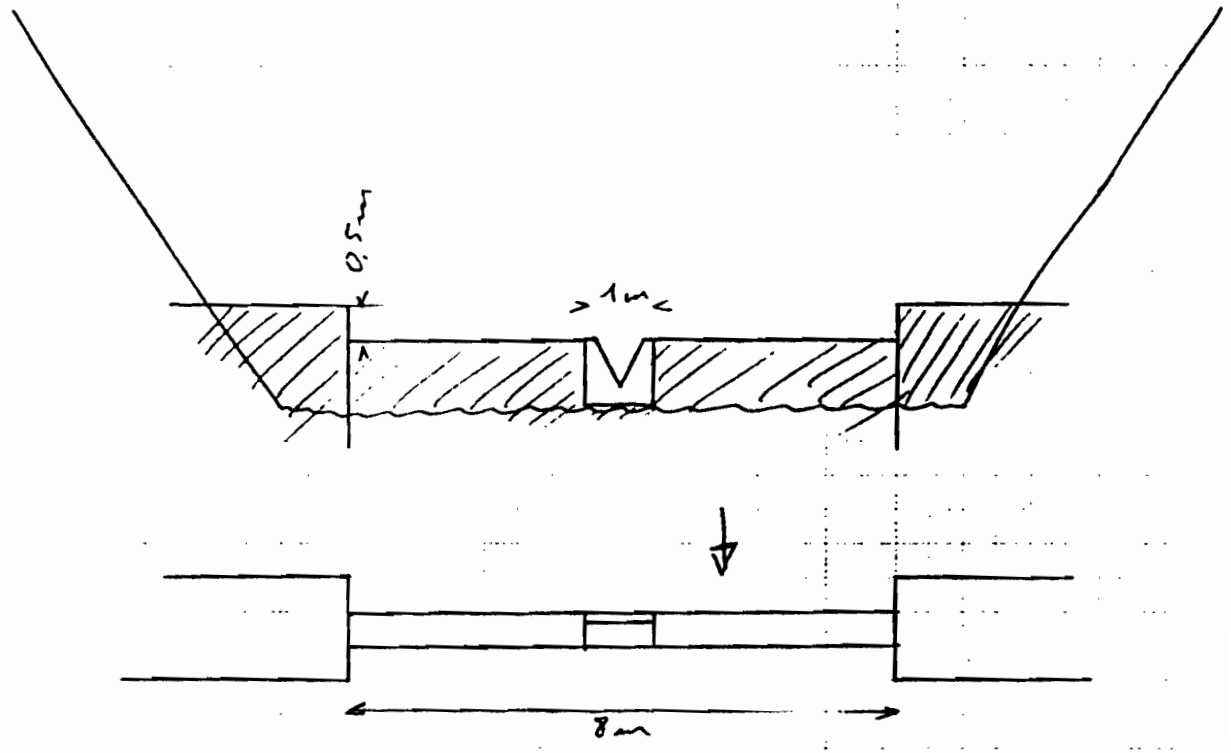
Se recomienda estimar el balance de masa por el método hidrológico (limnimetría y pluviometría), ya que la morfología del Glaciar Uruash es desfavorable a mediciones directas de la acumulación en la parte superior del glaciar. La cuenca es perfectamente delimitada y el flujo de agua concentrado. Por supuesto, conservar la red de balizas en la zona de ablación como en Yanamarey.

SPI

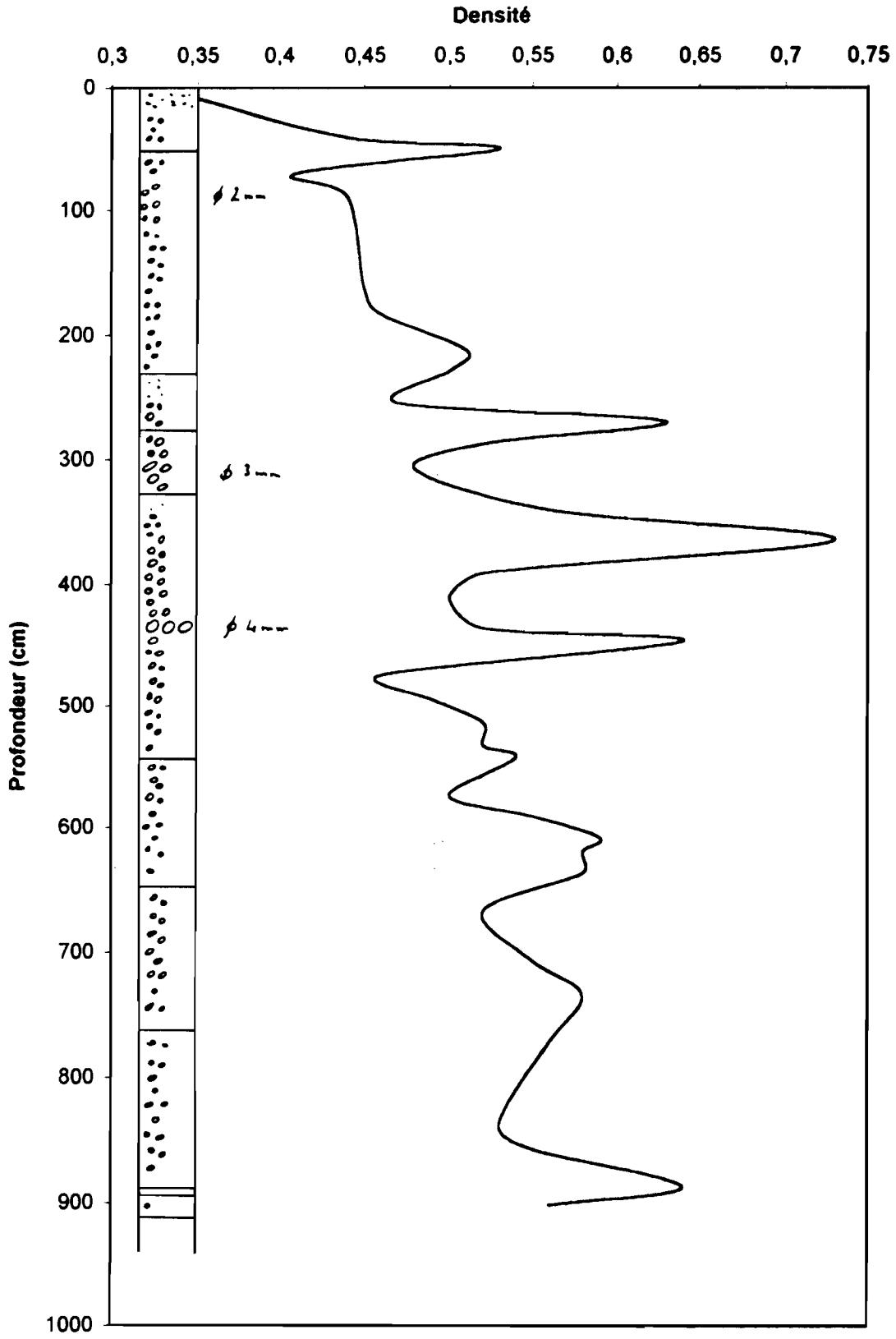
ARTESON



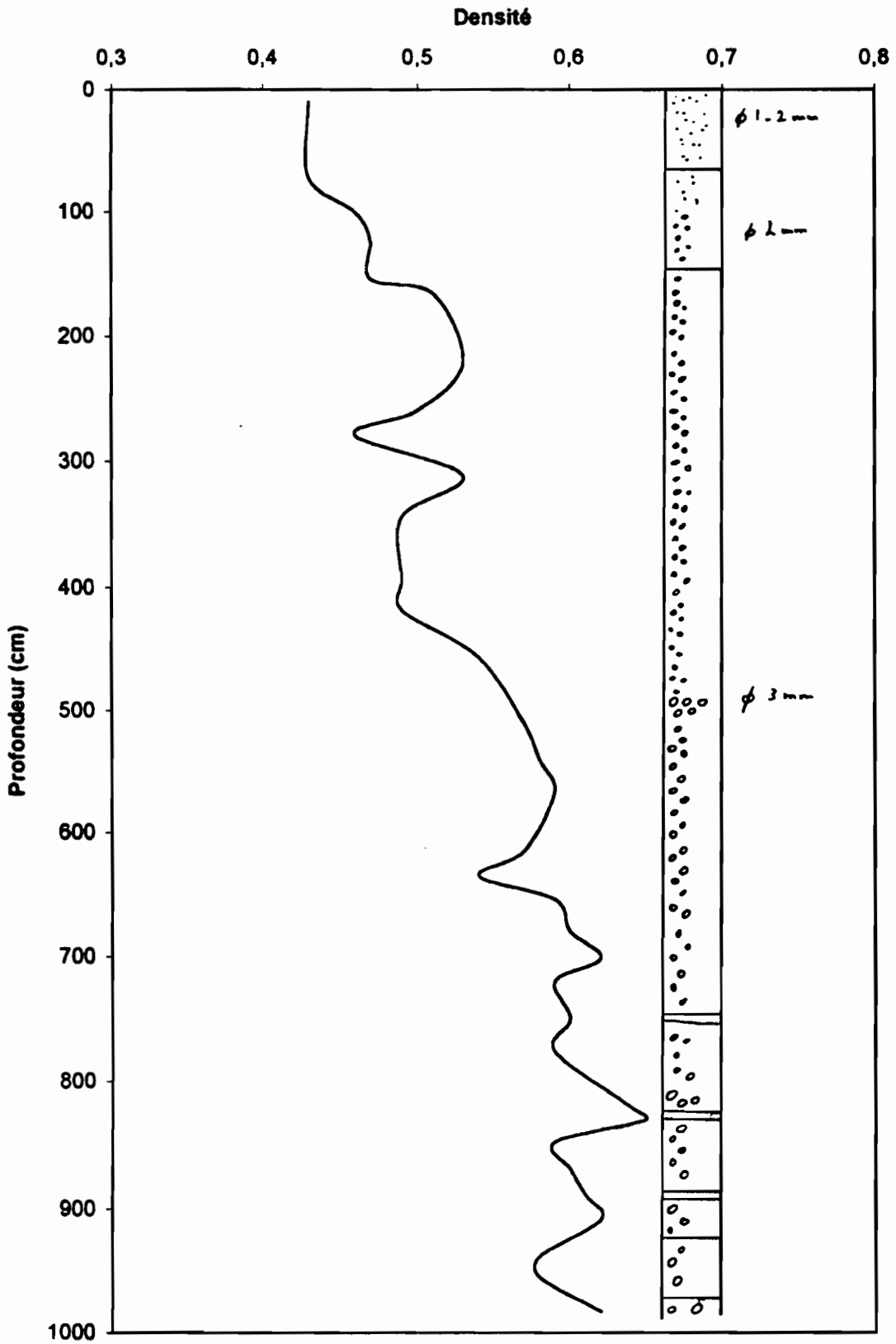
YANA MAREY



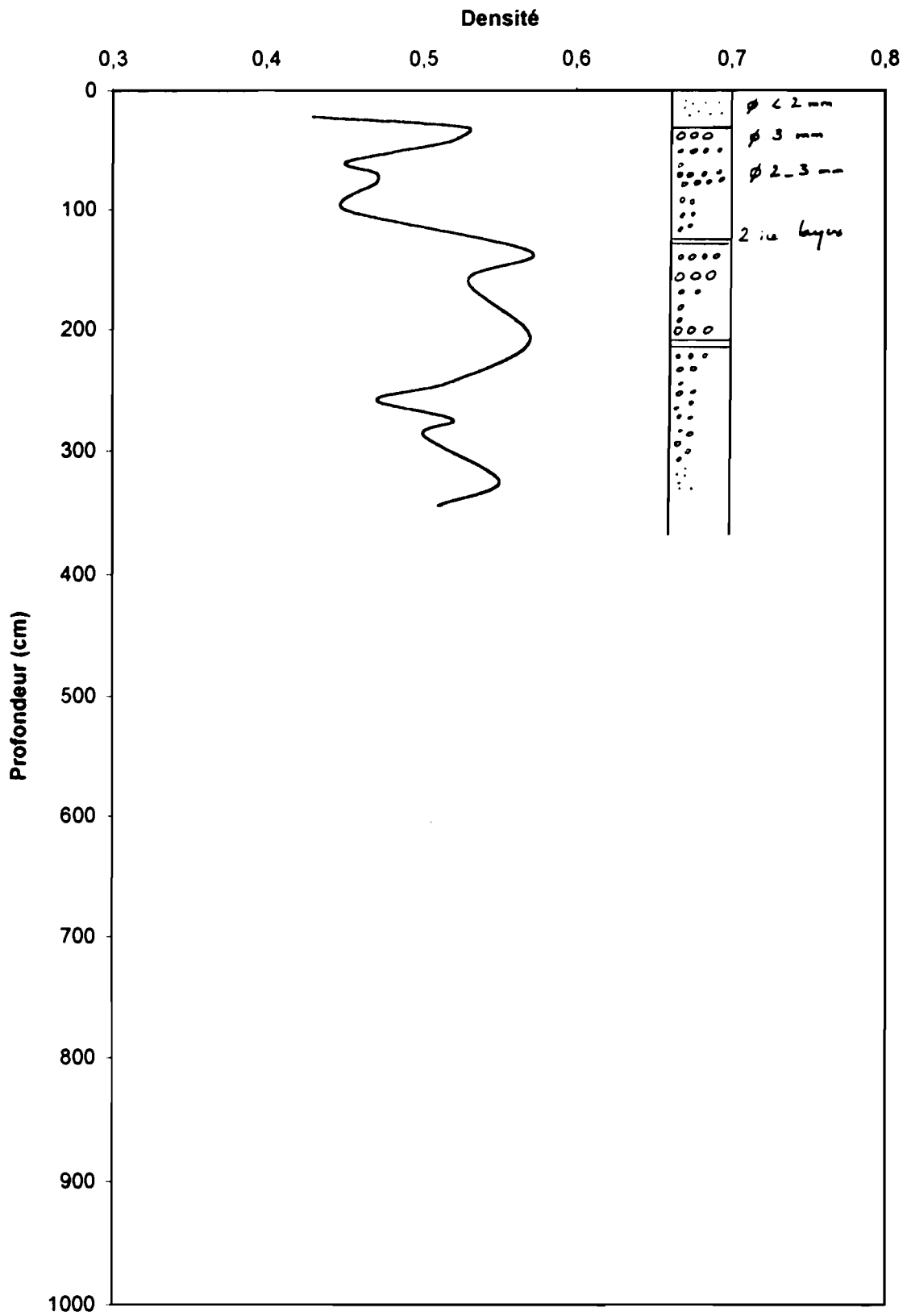
Artesonraju, 5350m, 6/7/95



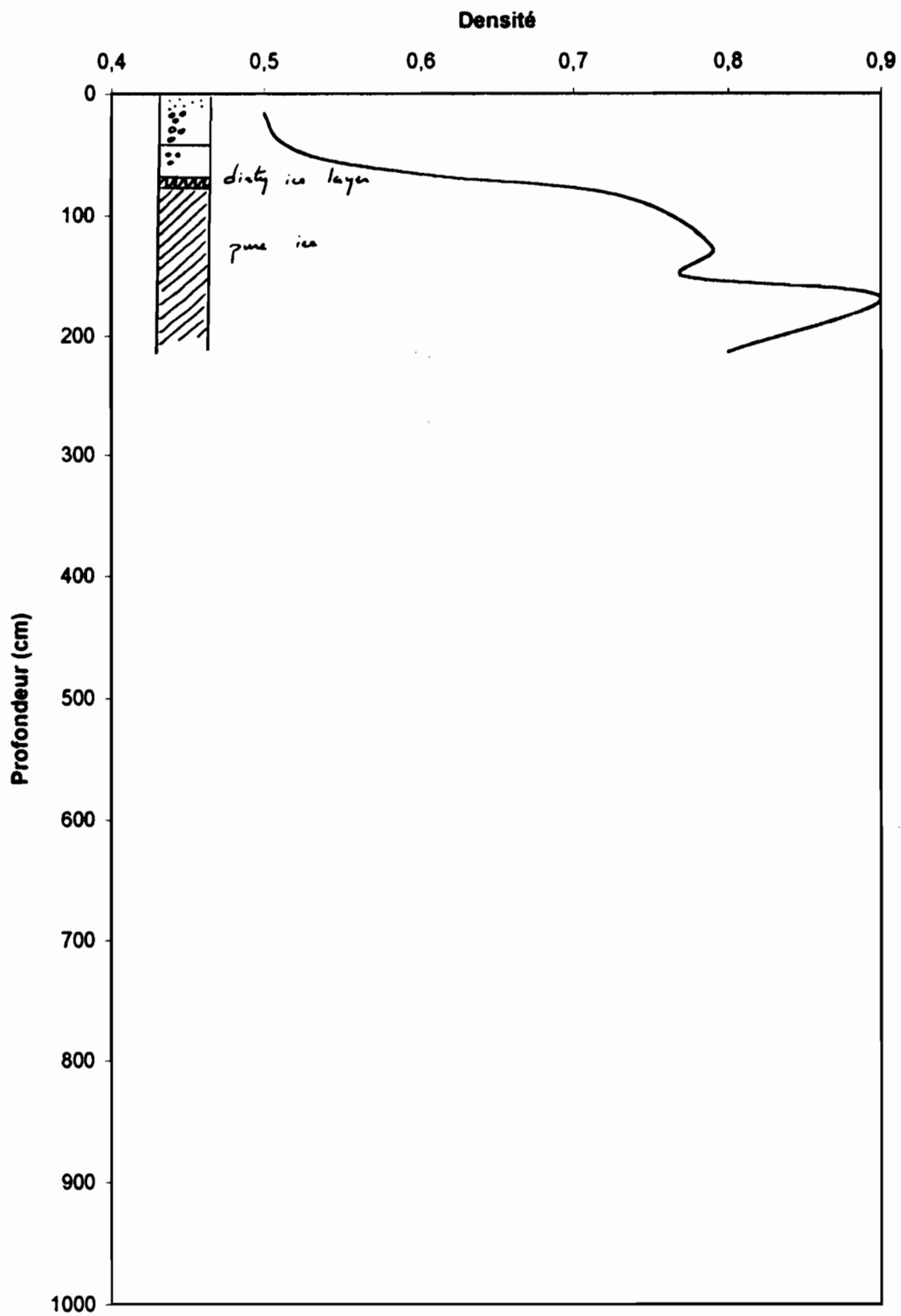
Artesonraju, 5200m, 5/7/95



Artesonraju, 5100m, 7/7/95



Artesonraju, 4950m, 8/7/95



Artesonraju, 5350m.

Le 6 juillet 95

5350m

Densité	Profondeur	Hauteur eau
0,35	9	3,15
0,44	41	14,08
0,53	50	4,77
0,41	70	8,2
0,44	89	8,36
0,45	162	32,85
0,46	183	9,66
0,51	212	14,79
0,5	229	8,5
0,47	254	11,75
0,63	269	9,45
0,52	287	9,36
0,48	307	9,6
0,56	340	18,48
0,73	364	17,52
0,52	391	14,04
0,5	411	10
0,52	436	13
0,64	447	7,04
0,46	475	12,88
0,49	495	9,8
0,52	514	9,88
0,52	533	9,88
0,54	543	5,4
0,5	574	15,5
0,55	591	9,35
0,59	608	10,03
0,58	620	6,96
0,58	637	9,86
0,52	667	15,8
0,55	707	22
0,58	734	15,66
0,56	772	21,28
0,53	837	34,45
0,55	857	11
0,64	887	19,2
0,56	902	8,4

5200m

Densité	Profondeur	Hauteur eau
0,43	10	4,3
0,43	72	26,66
0,46	100	12,88
0,47	122	10,34
0,47	154	15,04
0,51	166	6,12
0,53	221	29,15
0,5	259	19
0,46	279	9,2
0,53	311	16,96
0,49	343	15,68
0,49	393	24,5
0,49	418	12,25
0,54	456	20,52
0,57	510	30,78
0,58	540	17,4
0,59	567	15,93
0,57	615	27,36
0,54	635	10,8
0,59	654	11,21
0,6	680	15,6
0,62	701	13,02
0,59	720	11,21
0,6	750	18
0,59	776	15,34
0,64	820	28,16
0,65	830	6,5
0,59	847	10,03
0,6	868	12,6
0,81	889	12,81
0,62	908	11,78
0,58	938	17,4
0,58	955	9,86
0,62	983	17,36

5100m

Densité	Profondeur	Hauteur eau
0,43	22	9,46
0,53	31	4,77
0,52	42	5,72
0,48	52	4,8
0,45	61	4,05
0,47	69	3,76
0,47	77	3,76
0,45	100	10,35
0,57	135	19,95
0,53	159	12,72
0,57	208	27,93
0,52	243	18,2
0,47	258	7,05
0,52	274	8,32
0,5	287	6,5
0,55	324	20,35
0,51	344	10,2

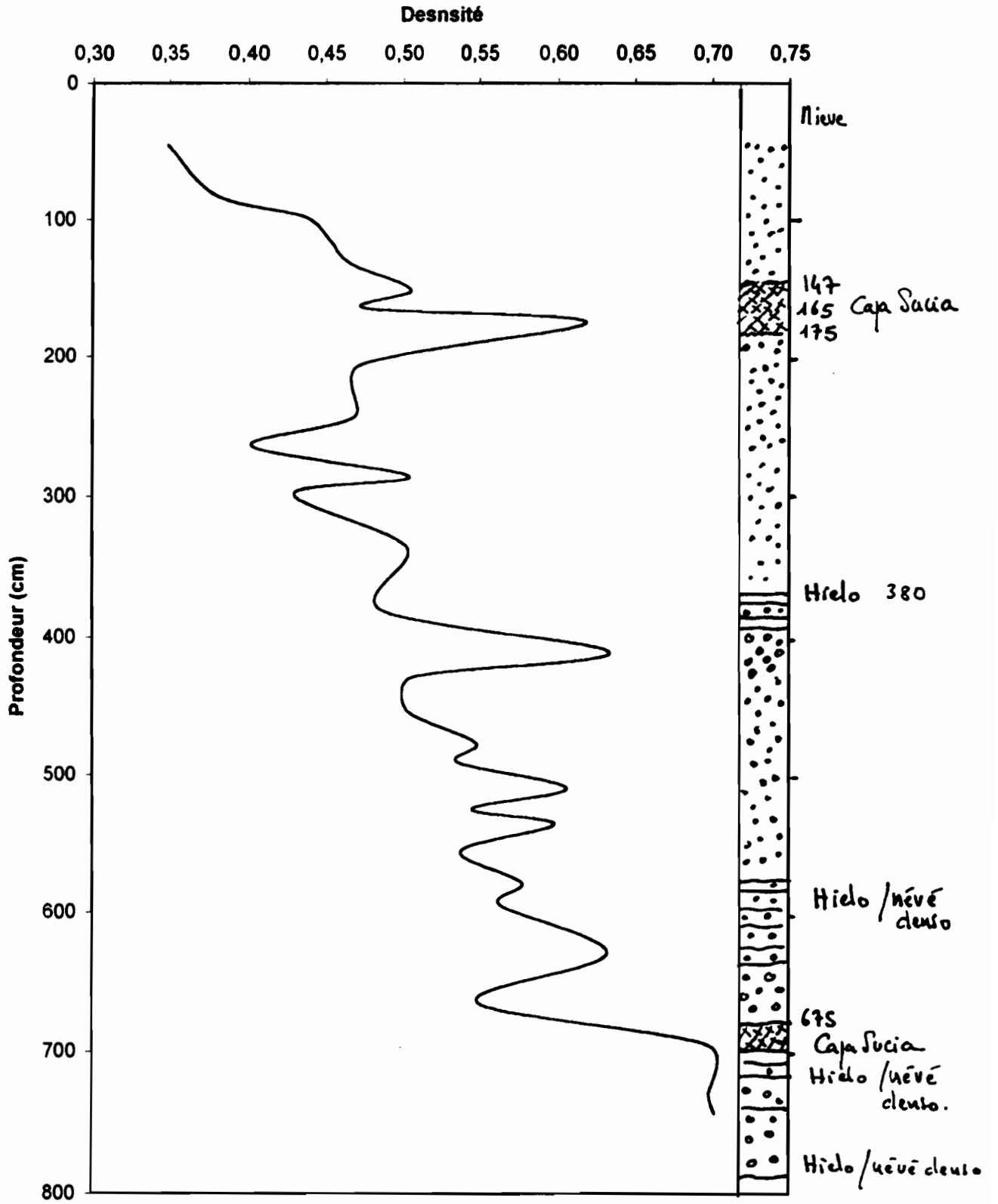
5050m

Densité	Profondeur	Hauteur eau
0,46	7	3,22
0,68	15	5,28
0,55	23	4,4
0,5	41	9
0,49	77	17,64
0,49	101	11,76
0,55	143	23,1
0,53	175	16,96
0,53	187	6,36
0,52	208	10,92
0,53	221	6,89
0,53	237	8,48
0,54	262	13,5
0,55	300	20,9
0,58	324	13,92
0,56	344	11,2
0,58	372	16,24
0,61	383	6,71
0,58	397	8,12
0,57	428	17,67
0,61	439	6,71
0,6	448	5,4
0,72	464	11,52
0,58	480	9,28
0,54	495	8,1
0,58	505	5,8
0,58	536	17,36

4950m

Densité	Profondeur	Hauteur eau
0,5	16	8
0,51	38	11,22
0,54	54	8,64
0,61	67	7,93
0,73	83	11,68
0,79	127	34,76
0,77	150	17,71
0,9	168	16,2
0,8	214	36,8

Yanamarey, 4975m, 13/7/93



Yanamarey, 4975m.

13/07/95

Profondeur	Longueur	Circonférence	Masse	Densité	Profondeur	Hauteur eau
45	9	24,5	150	0,35	45	15,75
83	10	25	190	0,38	83	14,52
98	13,5	24	270	0,44	98	6,54
114	13,5	24	280	0,45	114	7,24
132	11	24,5	245	0,47	132	8,39
152	19	24	440	0,51	152	10,10
165	11	24	240	0,48	165	6,19
175	5	25,5	160	0,62	175	6,18
206	17	25	400	0,47	206	14,67
243	14,5	24,5	325	0,47	243	17,36
264	8	25	160	0,40	264	8,44
286	11,5	25,5	300	0,50	286	11,09
298	9	25,5	200	0,43	298	5,15
336	13	25	325	0,50	336	19,10
381	19	25	460	0,49	381	21,91
411	21	24	610	0,63	411	19,01
429	18	24,5	435	0,51	429	9,11
453	18	25	450	0,50	453	12,06
477	11	25	300	0,55	477	13,16
491	12	25	320	0,54	491	7,51
510	18	24	500	0,61	510	11,51
525	14	24	350	0,55	525	8,18
536	7	24,5	200	0,60	536	6,58
556	7	24,5	180	0,54	556	10,77
579	17	24	450	0,58	579	13,28
595	13	24,5	350	0,56	595	9,02
630	20	24	580	0,63	630	22,14
665	7,5	25	205	0,55	665	19,23
695	24	24,5	800	0,70	695	20,94
730	10	24	320	0,70	730	24,43
744	11,5	24	370	0,70	744	9,83

CONCLUSIÓN

Esta misión nos ha permitido de avanzar en la meta principal definida por el convenio ORSTOM/ORH-Electroperú : tener dos glaciares equipados en la Cordillera Blanca que puedan proporcionar informaciones a largo plazo en los campos de la glaciología y de la hidrología.

Uno ubicado en una cuenca con coberturas de glaciares extensas, representativa del sector Norte de la Cordillera, el Glaciar Artesonraju. Un otro, el Glaciar Yanamarey, en una cuenca del sector Sur, con un porcentaje de superficies glaciares inferiores a 10% ; esas superficies registrando desde unos 20 años una notable disminución.

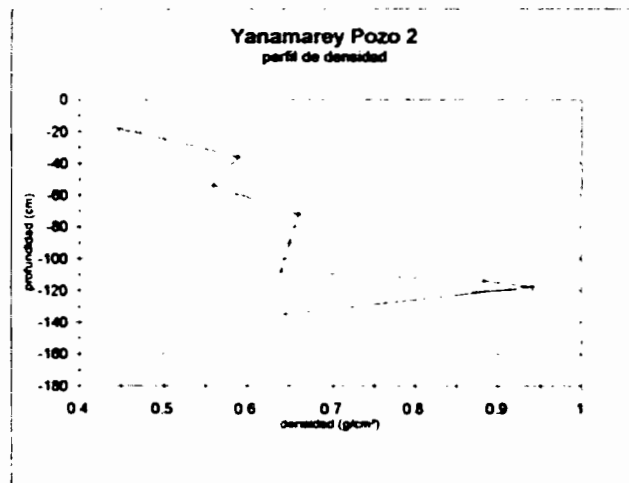
Una red de baliza bastante densa existe ahora sobre los dos glaciares, incluso en las zonas de acumulación, con mediciones de acumulación adicionales puntuales en las zonas altas. Esto va a permitir en el futuro una buena estimación del balance de masa. Este tipo de equipamiento es conforme a las recomendaciones del *World Glacier Monitoring Service (ICSI IAHS)*.

La instalación complementaria de un red de pluviómetros y de estaciones limnimétricas debrian proporcionar datos para establecer el balance hidrológico de las cuencas correspondientes. Esto a partir del próximo ciclo hidrológico en Parón, y a partir del ciclo 1996-97 en Yanamarey. En Uruashraju, debido a la dificultad de hacer mediciones de acumulación regularmente en la parte alta del glaciar, inclinada y peligrosa, el programa de monitoreo puede limitarse a la evaluación del balance glaciológico en la parte baja, y a la determinación del balance hidrológico al nivel de la cuanca a partir del dispositivo correspondiente. Esta meta es conforme a la orientación reciente del ORH-Electroperú de Huaraz, buscando una mejor evaluación de los recursos hídricos relacionados a los glaciares.

En el futuro, el bueno funcionamiento de este *dispositivo de base* no impedirá de desarrollar otras operaciones en otras cuencas, en función de los intereses científicos generales y de las aplicaciones locales.

AGRADECIMIENTOS

Dirigidos principalmente a nuestros colegas, el Dr. G.Kaser y el Ing. B.Noggler, de la Universidad de Innsbruck (Austria) para su participación en los trabajos de campo y sus interesantes sugerencias ; y naturalmente a todos los miembros de la ORH-Electroperú que nos han facilitado el trabajo durante esta misión.

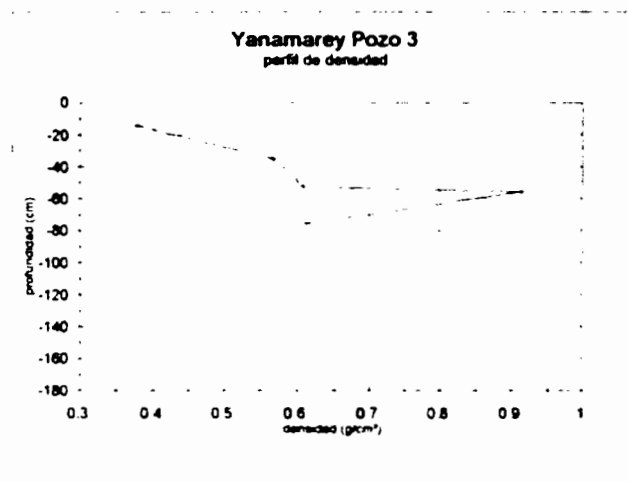


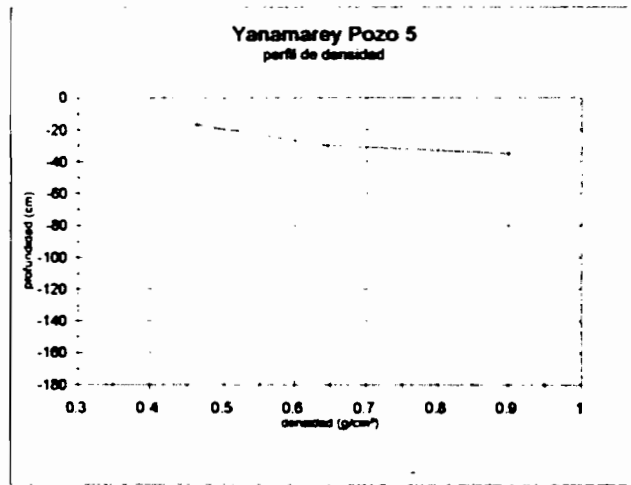
Pozo 3 (#4870 m: ~200 m más abajo de 2)
densidad y equivalente/agua

Tubo : L=20.1 cm Diámetro = 5.9 cm Vol. = 549.5 cm³ Peso = 490 g

Alt.cum [cm]	Alt. [cm]	P.bruto [g]	P.neto [g]	Volum. [cm³]	Densidad [g/cm³]	wat. equ. [mm]	Observaciones
-14.5	14.5	640	150	396.4	0.38	54.9	nieve blanca
-34.5	20	800	310	546.8	0.57	113.4	névé blanco
-52.5	18	790	300	492.1	0.61	109.7	névé blanco
-55.5	3	565	75	82.0	0.91	27.4	capa sucia (hielo)
-75.5	20	825	335	546.8	0.61	122.5	névé un poco sucio con granul. > 1mm

1994-95		
Σ	52.5	278.0



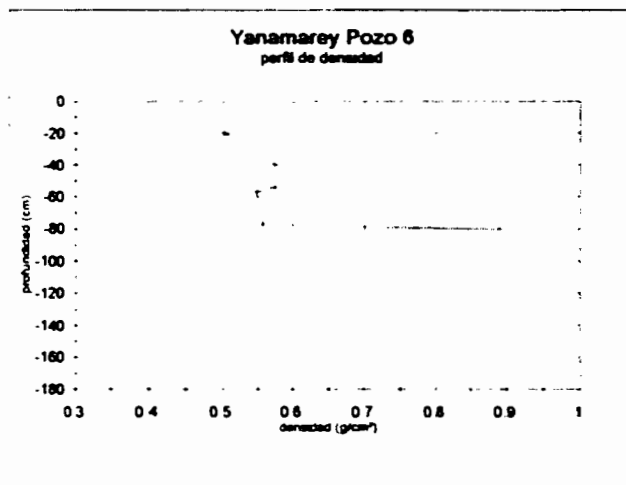


Pozo 6 (# 4990 m: en la extremidad E del glaciar, 20 m arriba de la baliza)
densidad y equivalente/agua

Tubo : L=20.1 cm Diametro = 5.9 cm Vol. = 549.5 cm³ Peso = 490 g

Alt.cum [cm]	Alt. [cm]	P.bruto [g]	P.neto [g]	Volum. [cm ³]	Densidad [g/cm ³]	wat. equ. [mm]	Observaciones
-20	20	765	275	546.8	0.50	100.6	névé limpio
-40	20	805	315	546.8	0.58	115.2	névé limpio
-54	14	710	220	382.8	0.57	80.5	capa sucia (# hielo)
-57	3	535	45	82.0	0.55	16.5	névé bastante limpio
-77	20	795	305	546.8	0.56	111.6	névé bastante limpio
-80	3	563	73	82.0	0.89	26.7	hielo por debajo de - 77 cm

1994-95		
Σ	77	424.3



Balizas de acumulación (colocación)

<i>nombre</i>	<i>emerg.(1)</i>	<i>sitio</i>
Ba1	154	plateau norte ~5000 m
Ba2	167	plateau norte ~4975 m pozo 1
Ba3	151	plateau norte ~4950 m
Ba4	165	cuenca norte ~4900 m pozo 2
Ba5	160	cuenca norte pozo 3 ~4870 m

(1) al 14 julio 1995 (en cm)

Observación sobre la estratigrafía de la grieta (~5000 m) del plateau norte

(espesores variables, a tit. indicativo)

Capa alta : delgada (~1/2 de la 2 siguientes) -> 1994-95

2da capa : névé/hielo -> probable ciclo 1993-94

3era capa : névé pasando al hielo -> probable ciclo 1992-93

4ta capa : hielo puro, capa delgada (~1/2 de las 2 siguientes) : probable ciclo 1990-91

(comparación con Uruashraju 1994))

ANNEXO 1 : método de excavación horizontal

Pozo 1' (# 4975 m)

densidad y equivalente/agua

Tubo : L=20.1 cm Diametro = 5.9 cm Vol. = 549.5 cm³ Peso = 490 g

Alt.cum [cm]	Alt. [cm]	P.bruto [g]	P.neto [g]	Volum. [cm ³]	Densidad [g/cm ³]	wat. equ. [mm]	Observaciones
-5	5	715	225	549.5	0.41	20.5	nieve/névé blanco
-10	5	705	215	549.5	0.39	19.6	nieve/névé blanco
-15	5	785	295	549.5	0.54	26.8	nieve/névé blanco
-25	10	780	290	549.5	0.53	52.8	nieve/névé blanco
-30	5	770	280	549.5	0.51	25.5	nieve/névé blanco
-35	5	775	285	549.5	0.52	25.9	nieve/névé blanco
-40	5	755	265	549.5	0.48	24.1	nieve/névé blanco
-45	5	755	265	549.5	0.48	24.1	nieve/névé blanco
-50	5	755	265	549.5	0.48	24.1	nieve/névé blanco
-55	5	750	260	549.5	0.47	23.7	nieve/névé blanco
-60	5	770	280	549.5	0.51	25.5	nieve/névé blanco
-70	10	780	290	549.5	0.53	52.8	nieve/névé blanco
-75	5	780	290	549.5	0.53	26.4	nieve/névé blanco
-80	5	780	290	549.5	0.53	26.4	nieve/névé blanco
-85	5	780	290	549.5	0.53	26.4	nieve/névé blanco
-90	5	760	270	549.5	0.49	24.6	nieve/névé blanco
-95	5	780	290	549.5	0.53	26.4	nieve/névé blanco
-105	10	775	285	549.5	0.52	51.9	nieve/névé blanco
-110	5	775	285	549.5	0.52	25.9	nieve/névé blanco
-115	5	785	295	549.5	0.54	26.8	nieve/névé blanco
-125	10	785	295	549.5	0.54	53.7	nieve/névé blanco
-130	5	770	280	549.5	0.51	25.5	nieve/névé blanco
-135	5	818	328	549.5	0.60	29.8	nieve/névé blanco
-140	5	805	315	549.5	0.57	28.7	nieve/névé blanco
-145	5	810	320	549.5	0.58	29.1	capa sucia
-150	5	796	306	549.5	0.56	27.8	capa sucia
-155	5	790	300	549.5	0.55	27.3	capa sucia
-160	5	790	300	549.5	0.55	27.3	capa sucia

1994-95

140

717.7

Estimación de la acumulación 1993/94 :

> 4900 m : ~ 00-1000 mm de agua
4800 m : ~400 mm de agua
'4700 m : 0 mm

Ciclos precedentes : 1992-93 -> menos de acumulación
1991-92 -> muy poco de acumulación o ac. = 0 cm