

E 202,2

000001

ANEXO G

INFORMES DE LOS ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES-CIMOC

ENSAYO TRIAXIAL CU

Proyecto: RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

Fecha: Noviembre 12 de 1997

Muestra : COBERTURA 2

Dimensiones Muestra

Contenido de Humedad Final

Diametro= 7.39 cm
 Altura= 14.78 cm
 Area= 42.89 cm²
 Volumen= 633.95 cm³
 Anillo (820 - 821) 820

Peso suelo húm.= 1135.26 gr.
 Peso suelo seco = 996.02 gr.
 Peso Agua= 139.24 gr.
 Contenido de Humedad, W%= 13.98 %

Peso Unitario = 1.79 gr/cm³

$\sigma_3 = 0.5 \text{ Kg/cm}^2$

Lectura del Deformimetro Vertical	Deformación unitaria	Presion de poros (Kg/cm ²)	Dial de Carga	Carga (kg)	Esfuerzo desviador (Kg/cm ²)	p' (Kg/cm ²)
0	0.00E+00	0.00E+00	0.00	21.45	0.000	0.500
10	6.77E-04	1.92E-04	11.00	22.43	0.023	0.507
20	1.35E-03	2.88E-04	37.00	24.73	0.076	0.525
30	2.03E-03	5.75E-04	69.00	27.57	0.141	0.547
40	2.71E-03	1.15E-03	94.00	29.79	0.193	0.563
60	4.06E-03	2.20E-03	130.00	32.99	0.266	0.586
80	5.41E-03	3.07E-03	157.00	35.39	0.321	0.604
100	6.77E-03	4.12E-03	178.00	37.27	0.363	0.617
125	8.46E-03	5.37E-03	200.00	39.25	0.407	0.630
150	1.01E-02	6.61E-03	217.00	40.78	0.441	0.640
180	1.22E-02	7.86E-03	237.00	42.59	0.481	0.652
200	1.35E-02	8.53E-03	254.00	44.12	0.515	0.663
250	1.69E-02	1.04E-02	276.00	46.13	0.557	0.675
300	2.03E-02	1.24E-02	293.50	47.75	0.591	0.685
350	2.37E-02	1.41E-02	306.00	48.93	0.614	0.690
400	2.71E-02	1.59E-02	317.50	50.02	0.635	0.696
450	3.04E-02	1.75E-02	326.00	50.84	0.649	0.699
500	3.38E-02	1.92E-02	334.50	51.67	0.664	0.702
550	3.72E-02	2.05E-02	341.50	52.36	0.675	0.705
600	4.06E-02	2.17E-02	342.50	52.53	0.675	0.703
700	4.74E-02	2.40E-02	343.00	52.73	0.671	0.700
800	5.41E-02	2.64E-02	343.00	52.89	0.666	0.696
900	6.09E-02	2.82E-02	344.50	53.19	0.665	0.693
1000	6.77E-02	2.99E-02	346.00	53.49	0.663	0.691
1100	7.44E-02	3.16E-02	348.00	53.83	0.662	0.689
1200	8.12E-02	3.31E-02	348.00	54.00	0.657	0.686
1300	8.80E-02	3.44E-02	348.00	54.17	0.652	0.683



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES-CIMOC

Proyecto: RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

Fecha: Noviembre 12 de 1997

Muestra : COBERTURA 2

Dimensiones Muestra

Diametro= 7.39 cm
 Altura= 14.78 cm
 Area= 42.89 cm²
 Volumen= 633.95 cm³
 Anillo (820 - 821) 821.00
 $\sigma_3 =$ 1.0 Kg/cm²

Contenido de Humedad Final

Peso suelo h um.= 1142.95 gr.
 Peso suelo seco = 994.85 gr.
 Peso Agua= 148.10 gr.
 Contenido de Humedad, W%= 14.89 %
 Peso Unitario = 1.80 gr/cm³

Lectura del Deformimetro Vertical	Deformación unitaria	Presion de poros (Kg/cm ²)	Dial de Carga	Carga (kg)	Esfuerzo desviador (Kg/cm ²)	p' (Kg/cm ²)
0	0.00E+00	0.00E+00	0.00	42.89	0.000	1.000
10	6.77E-04	0.00E+00	5.50	48.12	0.121	1.040
20	1.35E-03	9.58E-04	9.00	51.45	0.198	1.065
30	2.03E-03	9.58E-04	14.50	56.67	0.319	1.105
40	2.71E-03	9.58E-04	20.00	61.90	0.439	1.145
60	4.06E-03	9.58E-04	27.00	68.57	0.592	1.196
80	5.41E-03	2.88E-03	32.30	73.63	0.707	1.233
100	6.77E-03	3.83E-03	37.50	78.60	0.820	1.270
125	8.46E-03	4.79E-03	42.50	83.40	0.928	1.305
150	1.01E-02	4.79E-03	46.50	87.25	1.013	1.333
180	1.22E-02	6.71E-03	51.00	91.59	1.109	1.363
200	1.35E-02	6.71E-03	53.00	93.54	1.151	1.377
250	1.69E-02	9.58E-03	56.30	96.80	1.219	1.397
300	2.03E-02	1.05E-02	59.00	99.50	1.273	1.414
350	2.37E-02	1.25E-02	62.00	102.49	1.333	1.432
400	2.71E-02	1.53E-02	67.50	107.84	1.446	1.467
450	3.04E-02	1.63E-02	73.00	113.18	1.558	1.503
500	3.38E-02	1.82E-02	76.00	116.17	1.617	1.521
550	3.72E-02	2.01E-02	78.00	118.22	1.654	1.531
600	4.06E-02	2.20E-02	80.00	120.26	1.690	1.541
700	4.74E-02	2.49E-02	81.50	122.00	1.710	1.545
800	5.41E-02	2.78E-02	83.50	124.21	1.739	1.552
900	6.09E-02	3.07E-02	85.00	125.95	1.758	1.555
1000	6.77E-02	3.35E-02	89.00	130.06	1.827	1.575
1100	7.44E-02	3.64E-02	90.00	131.34	1.834	1.575
1200	8.12E-02	3.93E-02	91.00	132.63	1.841	1.574
1300	8.80E-02	4.12E-02	92.00	133.92	1.848	1.575
1400	9.47E-02	4.22E-02	93.00	135.21	1.854	1.576
1500	1.01E-01	4.31E-02	93.50	136.04	1.850	1.573
1600	1.08E-01	4.31E-02	93.50	136.40	1.836	1.569



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES-CIMOC

Proyecto: RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

Muestra : COBERTURA 2

Fecha: Noviembre 12 de 1997

Dimensiones Muestra

Contenido de Humedad Final

Diametro= 7.39 cm
 Altura= 14.78 cm
 Area= 42.9 cm²
 Volumen= 633.9 cm³
 Anillo (820 - 821) 821

Peso suelo húm.= 1139.07 gr.
 Peso suelo seco = 996.24 gr.
 Peso Agua= 142.83 gr.
 Contenido de Humedad, W%= 14.3 %

$\sigma_3 =$ 2.0 Kg/cm²

Peso Unitario = 1.80 gr/cm³

Lectura del Deformimetro Vertical	Deformación unitaria	Presion de poros (Kg/cm ²)	Dial de Carga	Carga (kg)	Esfuerzo desviador (Kg/cm ²)	p' (Kg/cm ²)
0	0.00E+00	0.00E+00	0	85.78	0.000	2.000
10	6.77E-04	0.00E+00	11.0	96.23	0.242	2.081
20	1.35E-03	9.58E-03	24.5	109.04	0.539	2.170
30	2.03E-03	9.58E-03	31.5	115.71	0.692	2.221
40	2.71E-03	1.92E-02	37.5	121.43	0.823	2.255
60	4.06E-03	1.92E-02	46.5	130.05	1.020	2.321
80	5.41E-03	1.92E-02	55.0	138.20	1.204	2.382
100	6.77E-03	2.88E-02	62.0	144.92	1.356	2.423
125	8.46E-03	2.88E-02	69.0	151.68	1.506	2.473
150	1.01E-02	3.83E-02	76.5	158.91	1.667	2.517
180	1.22E-02	3.83E-02	85.0	167.12	1.849	2.578
200	1.35E-02	4.79E-02	89.5	171.49	1.944	2.600
250	1.69E-02	4.79E-02	99.5	181.23	2.154	2.670
300	2.03E-02	5.75E-02	108.0	189.56	2.330	2.719
350	2.37E-02	8.63E-02	114.5	196.00	2.461	2.734
400	2.71E-02	1.05E-01	119.0	200.56	2.549	2.744
450	3.04E-02	1.25E-01	123.0	204.65	2.626	2.751
500	3.38E-02	1.44E-01	127.5	209.21	2.712	2.760
550	3.72E-02	1.82E-01	133.0	214.71	2.820	2.758
700	4.74E-02	1.92E-01	147.5	229.36	3.094	2.840
800	5.41E-02	2.40E-01	155.5	237.55	3.239	2.840
900	6.09E-02	2.68E-01	156.5	239.15	3.236	2.810
1000	6.77E-02	2.88E-01	157.5	240.76	3.233	2.790
1100	7.44E-02	3.26E-01	160.0	243.79	3.261	2.761
1200	8.12E-02	3.83E-01	169.5	253.45	3.429	2.760
1300	8.80E-02	3.93E-01	171.5	256.03	3.444	2.755
1400	9.47E-02	4.03E-01	173.0	258.15	3.448	2.747
1500	1.01E-01	4.22E-01	171.0	256.97	3.383	2.706
1600	1.08E-01	4.31E-01	169.0	255.81	3.318	2.675



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES-CIMOC

Proyecto: RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

Fecha: Noviembre 12 de 1997

Muestra : COBERTURA 2

Dimensiones Muestra

Diametro= 7.39 cm
 Altura= 14.78 cm
 Area= 42.9 cm²
 Volumen= 633.9 cm³
 Anillo (820 - 821) 821

Contenido de Humedad Final

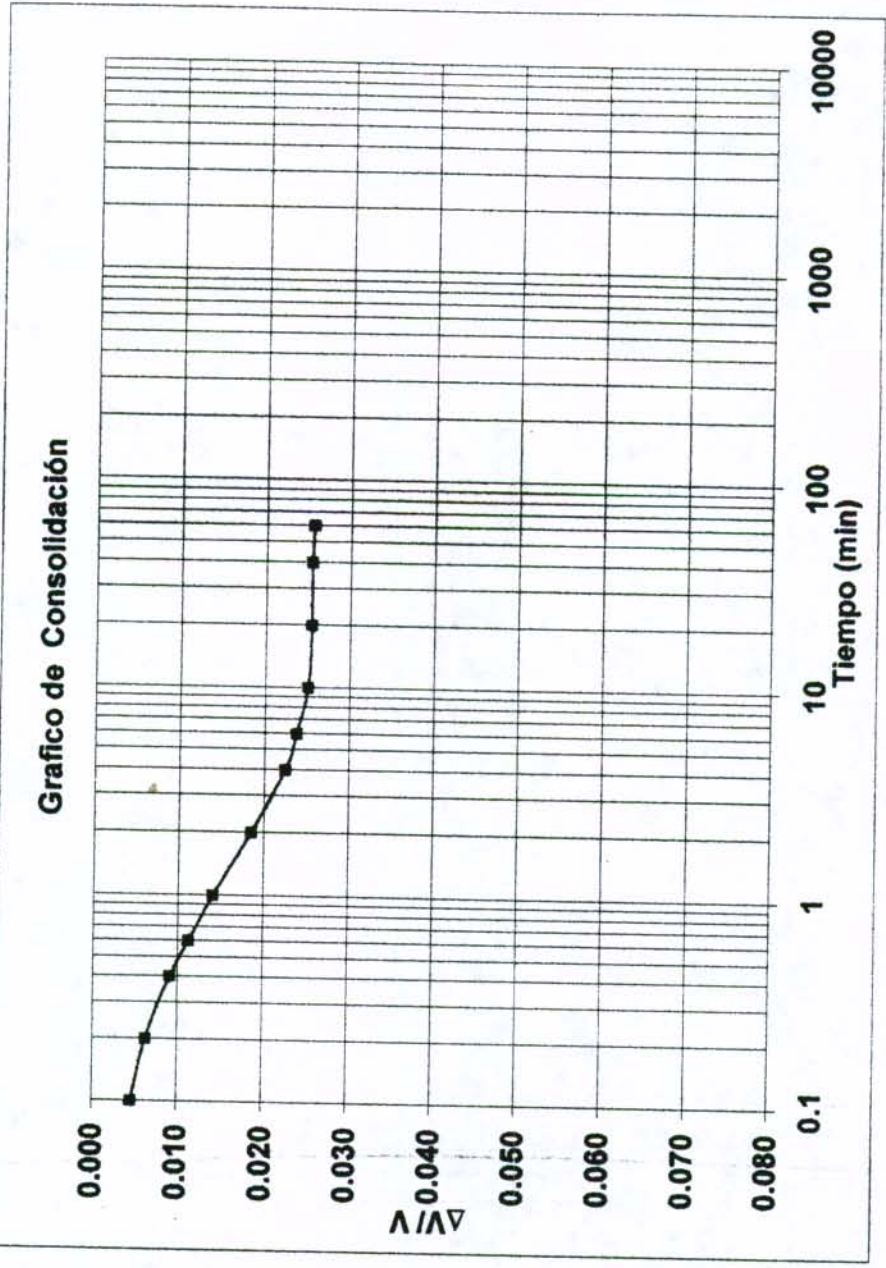
Peso suelo h um.= 1135.26 gr.
 Peso suelo seco = 996.02 gr.
 Peso Agua= 139.24 gr.
 Contenido de Humedad, W%= 14.0 %

$\sigma_3 =$ 3.0 Kg/cm²


Peso Unitario = 1.79 gr/cm³

Lectura del Deformimetro Vertical	Deformación unitaria	Presion de poros (Kg/cm ²)	Dial de Carga	Carga (kg)	Esfuerzo desviador (Kg/cm ²)	p' (Kg/cm ²)
0	0.00E+00	0.00E+00	0	85.78	-1.000	2.667
10	6.77E-04	9.58E-03	20.0	104.73	-0.560	2.804
20	1.35E-03	1.92E-02	31.0	115.18	-0.318	2.875
30	2.03E-03	1.92E-02	40.5	124.21	-0.110	2.944
40	2.71E-03	1.92E-02	48.0	131.35	0.054	2.999
60	4.06E-03	2.88E-02	58.0	140.91	0.272	3.062
80	5.41E-03	4.79E-02	66.0	148.58	0.445	3.101
100	6.77E-03	5.75E-02	75.0	157.20	0.640	3.156
125	8.46E-03	6.71E-02	85.5	167.27	0.867	3.222
150	1.01E-02	7.67E-02	92.5	174.03	1.016	3.262
180	1.22E-02	9.58E-02	104.0	185.06	1.262	3.325
200	1.35E-02	1.05E-01	112.0	192.74	1.433	3.372
250	1.69E-02	1.44E-01	127.5	207.68	1.760	3.443
300	2.03E-02	1.73E-01	141.5	221.20	2.052	3.512
350	2.37E-02	1.92E-01	149.5	229.06	2.214	3.546
400	2.71E-02	2.20E-01	158.5	237.87	2.396	3.578
450	3.04E-02	2.49E-01	165.5	244.78	2.533	3.595
500	3.38E-02	2.78E-01	170.5	249.82	2.627	3.598
550	3.72E-02	2.97E-01	175.5	254.85	2.721	3.610
600	4.06E-02	3.35E-01	185.0	264.14	2.908	3.634
700	4.74E-02	3.93E-01	204.5	283.19	3.290	3.704
800	5.41E-02	4.41E-01	213.0	291.86	3.436	3.705
900	6.09E-02	4.70E-01	221.0	300.07	3.570	3.720
1000	6.77E-02	5.18E-01	224.5	304.04	3.609	3.685
1100	7.44E-02	5.56E-01	230.0	309.90	3.687	3.673
1200	8.12E-02	5.94E-01	242.5	322.39	3.906	3.708
1300	8.80E-02	6.33E-01	248.0	328.28	3.980	3.694
1400	9.47E-02	6.61E-01	250.5	331.34	3.993	3.670
1500	1.01E-01	6.90E-01	254.5	335.84	4.035	3.655
1600	1.08E-01	7.28E-01	259.5	341.28	4.095	3.637
1700	1.15E-01	7.38E-01	263.0	345.32	4.125	3.637
1800	1.22E-01	7.57E-01	265.0	347.96	4.124	3.618
1900	1.29E-01	7.76E-01	265.0	348.72	4.085	3.585
2000	1.35E-01	7.95E-01	265.0	349.49	4.045	3.553

ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 0.5 \text{ kg/cm}^2$

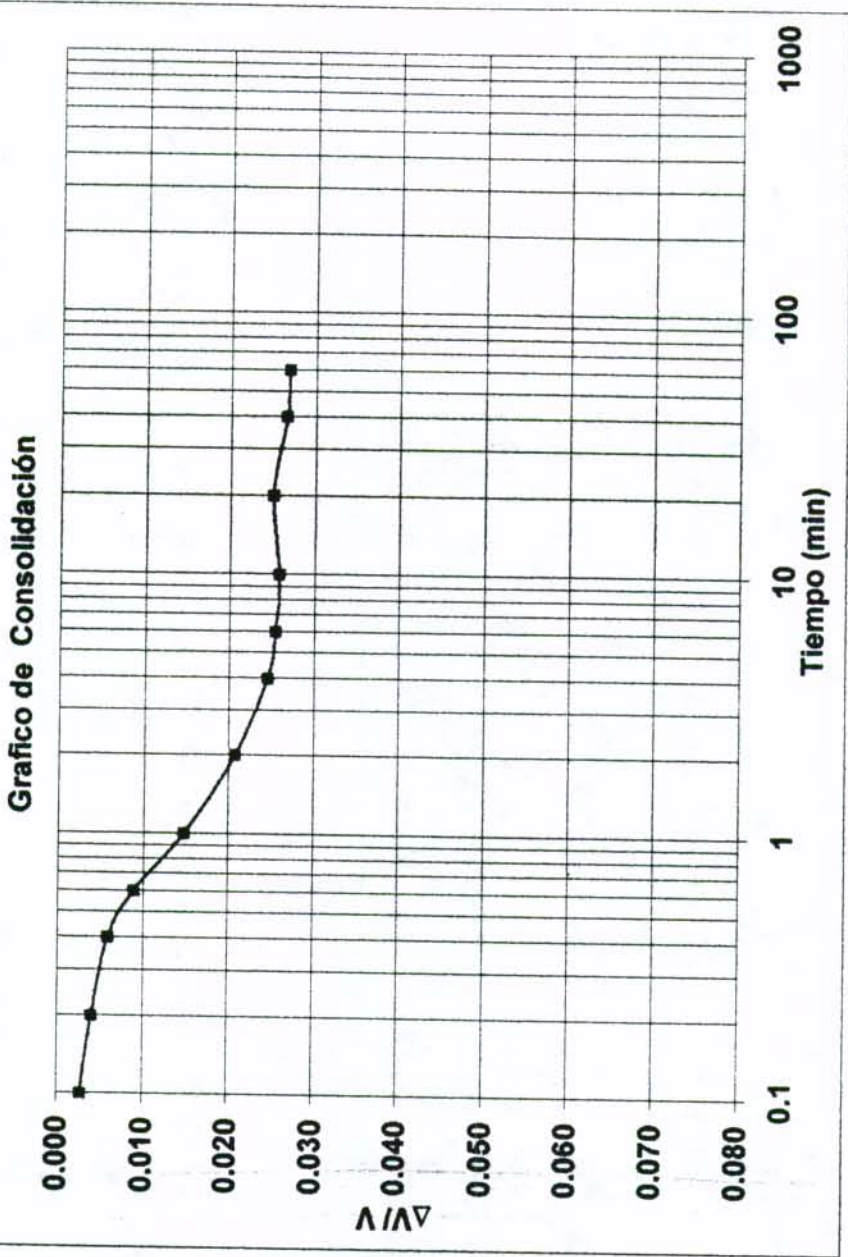


tiempo	lectura	volumen
0	1.2	0.000
0.1	3.6	0.004
0.2	4.5	0.006
0.4	6.0	0.009
0.6	7.2	0.011
1	8.7	0.014
2	11.1	0.018
4	13.2	0.022
6	13.9	0.024
10	14.6	0.025
20	14.8	0.025
40	14.8	0.025
60	14.9	0.026

RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA COBERTURA 2 ORDEN DE TRABAJO CM-SE-97-020	ENSAYO DE CONSOLIDACION $\sigma_3 = 0.5 \text{ kg/cm}^2$	 UNIVERSIDAD DE LOS ANDES DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES CIMOC
	INGENIERO: CARLOS BENAVIDES FECHA DE ENSAYO: 3/1/97	

ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 1.0 \text{ kg/cm}^2$

tiempo	lectura	volumen
0	3.1	0.000
0.1	4.5	0.003
0.2	5.2	0.004
0.4	6.2	0.006
0.6	7.8	0.009
1	11.0	0.015
2	14.2	0.021
4	16.2	0.024
6	16.7	0.025
10	16.9	0.026
20	16.5	0.025
40	17.3	0.026
60	17.5	0.027



RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA
 COBERTURA 2

ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

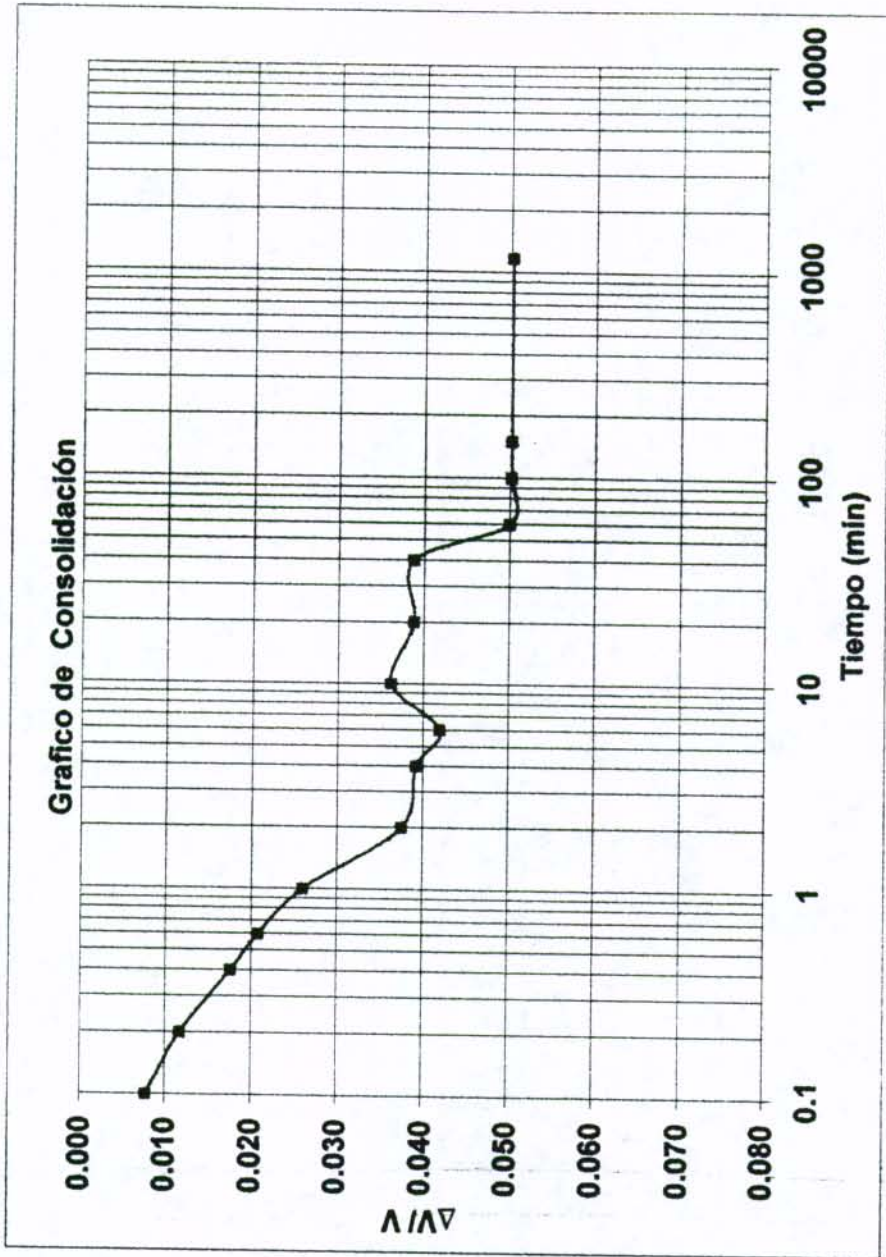
ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 1.0 \text{ kg/cm}^2$

INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 3/11/97



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
 Y OBRAS CIVILES
 CIMOC

ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 2.0 \text{ kg/cm}^2$



tiempo	lectura	volumen
0	3.3	0.000
0.1	7.4	0.008
0.2	9.5	0.012
0.4	12.7	0.017
0.6	14.4	0.021
1	17.2	0.026
2	23.4	0.037
4	24.3	0.039
6	25.8	0.042
10	22.7	0.036
20	24.1	0.039
40	24.1	0.039
60	30.1	0.050
100	30.2	0.050
150	30.2	0.050
1170	30.2	0.050

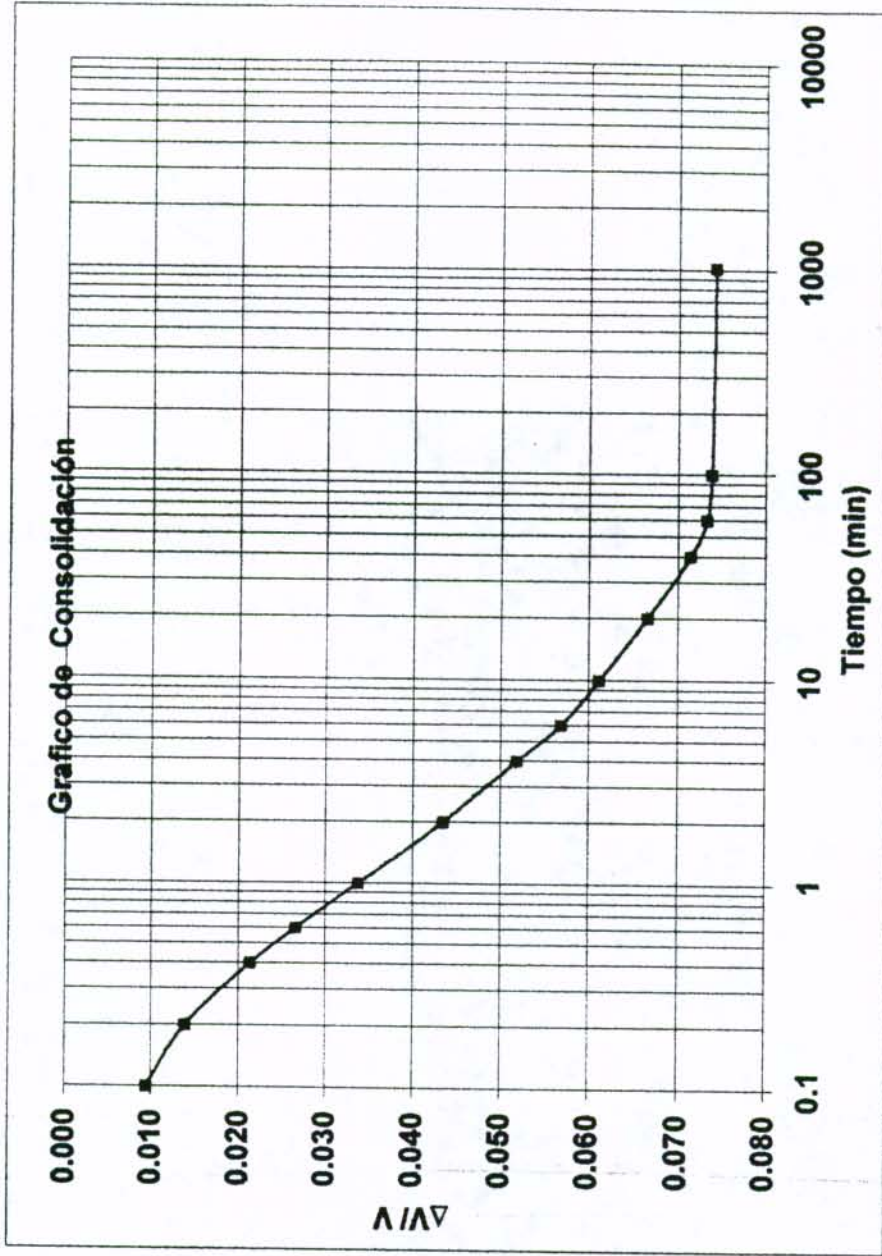
RELLENO SANITARIO
DOÑA JUANA
 COBERTURA 2
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-87-020

ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 2.0 \text{ kg/cm}^2$
 INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 3/11/87



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
Y OBRAS CIVILES
CIMOC

ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 3.0 \text{ kg/cm}^2$



tiempo	lectura	volumen
0	2.5	0.000
0.1	7.5	0.009
0.2	9.9	0.014
0.4	13.9	0.021
0.6	16.7	0.026
1	20.6	0.034
2	25.8	0.043
4	30.3	0.052
6	33.0	0.057
10	35.3	0.061
20	38.2	0.066
40	40.8	0.071
60	41.8	0.073
100	42.1	0.074
1020	42.3	0.074

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA
 COBERTURA 2

ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 3.0 \text{ kg/cm}^2$

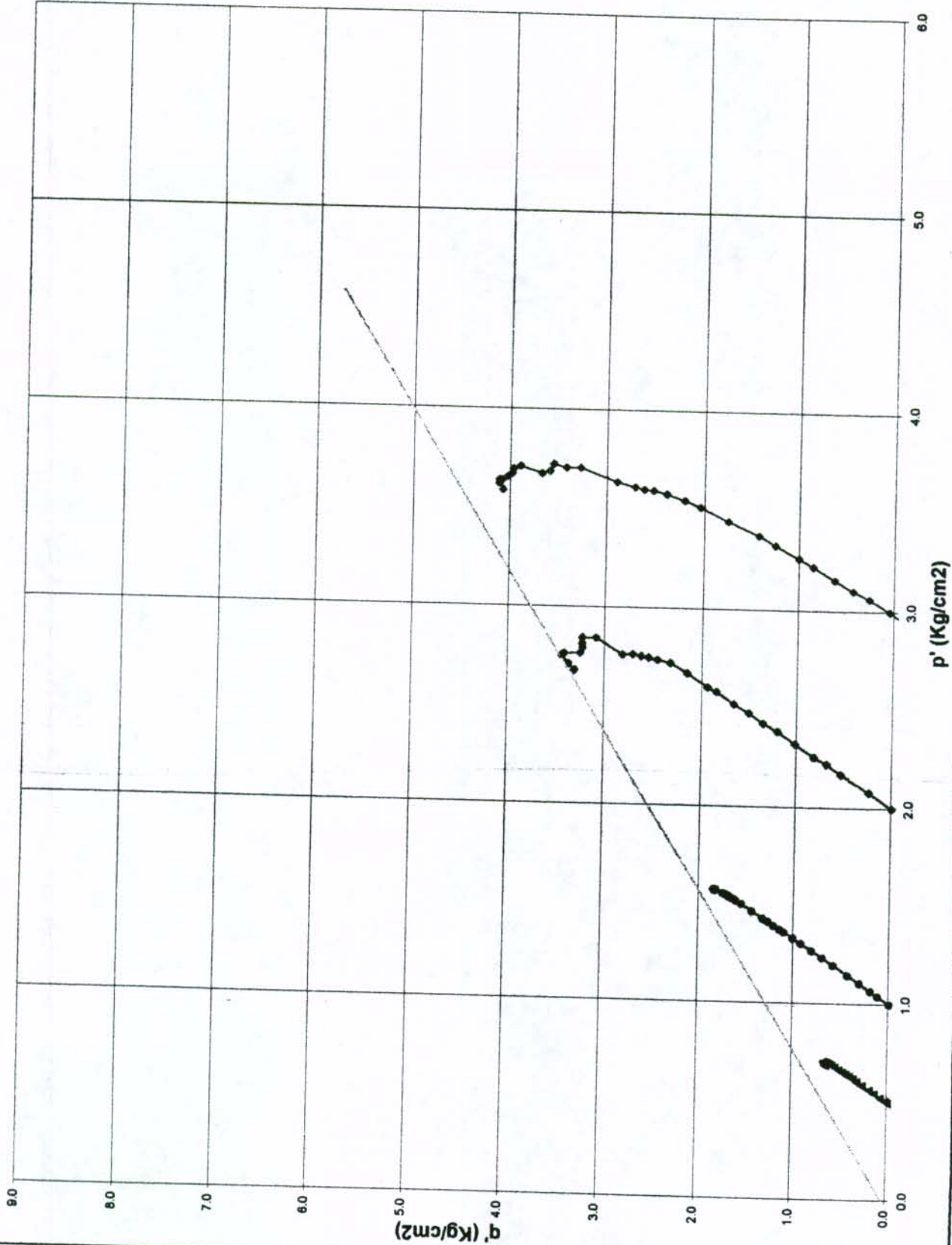
INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 3/11/97



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
 Y OBRAS CIVILES
 CIMOC

000009

ESFUERZO DESVIADOR VS. ESFUERZO ISOTROPICO



RELLENO SANITARIO
DOÑA JUANA

INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYO: 12/11/87

GRAFICA
RELACION DE ESFUERZO q' vs p'
COBERTURA 2



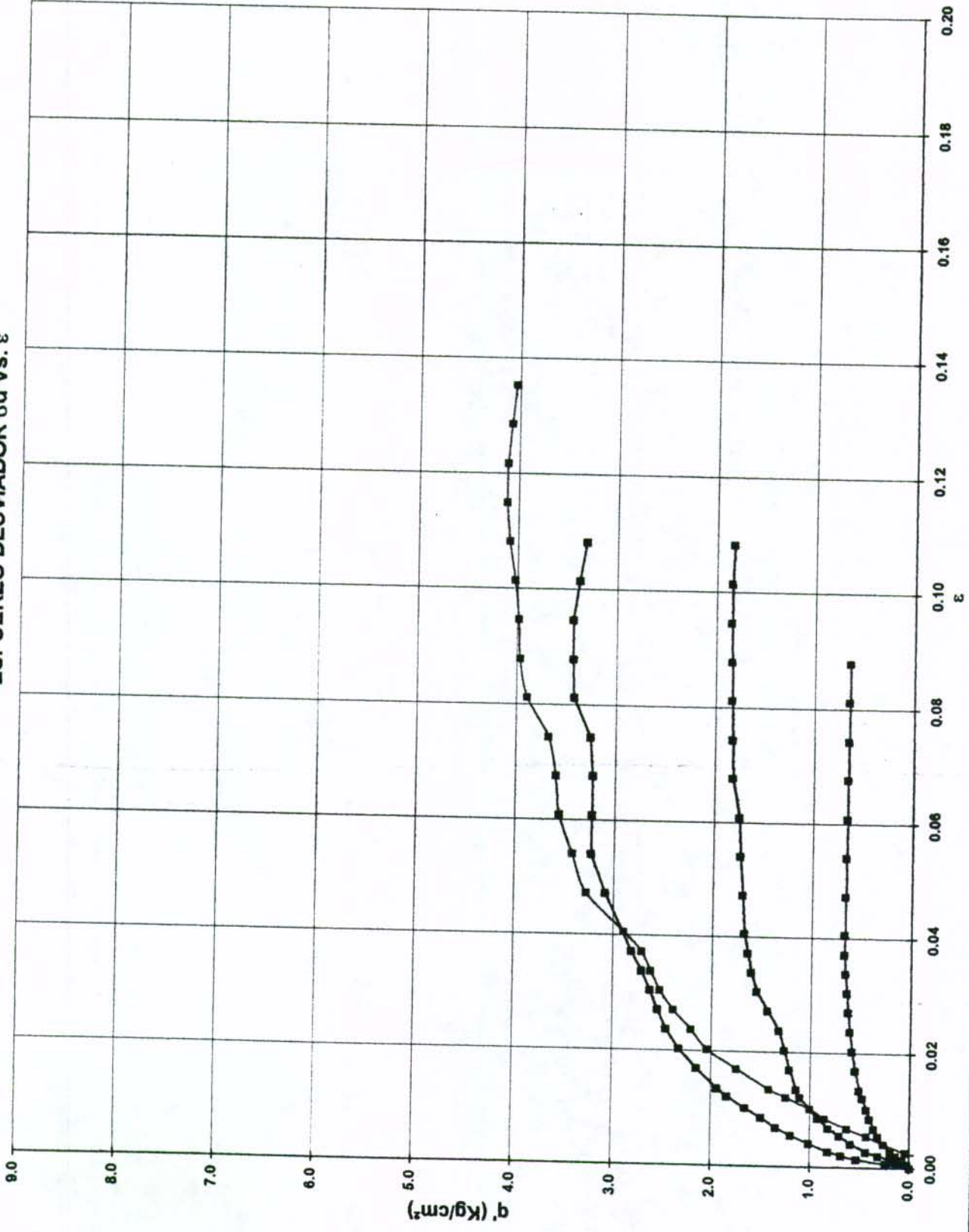
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
Y OBRAS CIVILES
CIMOC

000010

ESFUERZO DESVIADOR σ_d Vs. ϵ

Esfuerzo de Confinamiento kg/cm^2

- 0.5
- 1.0
- 2.0
- 3.0



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
 Y OBRAS CIVILES
 CIMOC



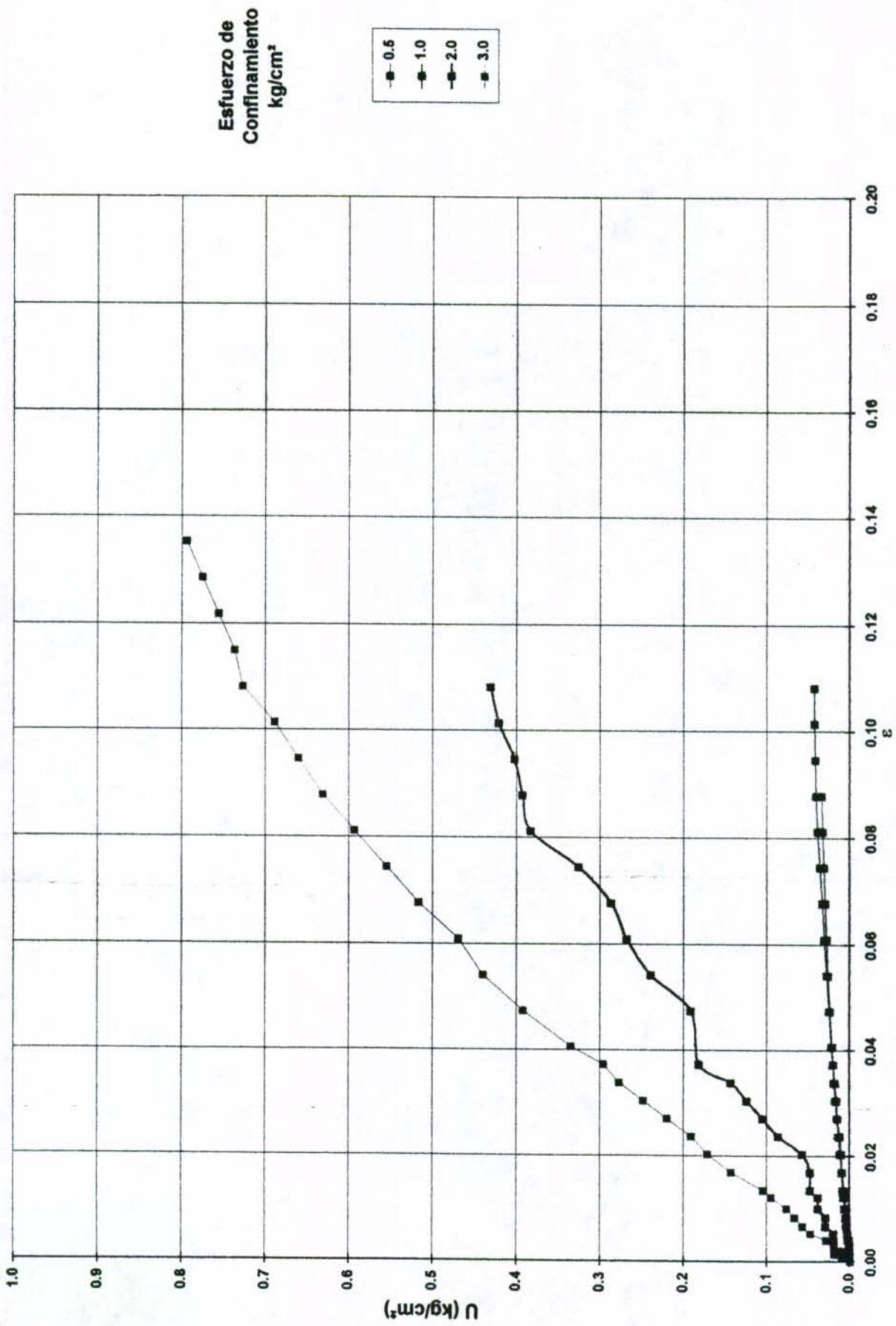
GRAFICA
 ESFUERZO DESVIADOR σ_d Vs. ϵ
 COBERTURA 2

INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 12/1/87

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA

ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-87-020

PRESION DE POROS Vs. ϵ



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
 Y OBRAS CIVILES
 CIMOC



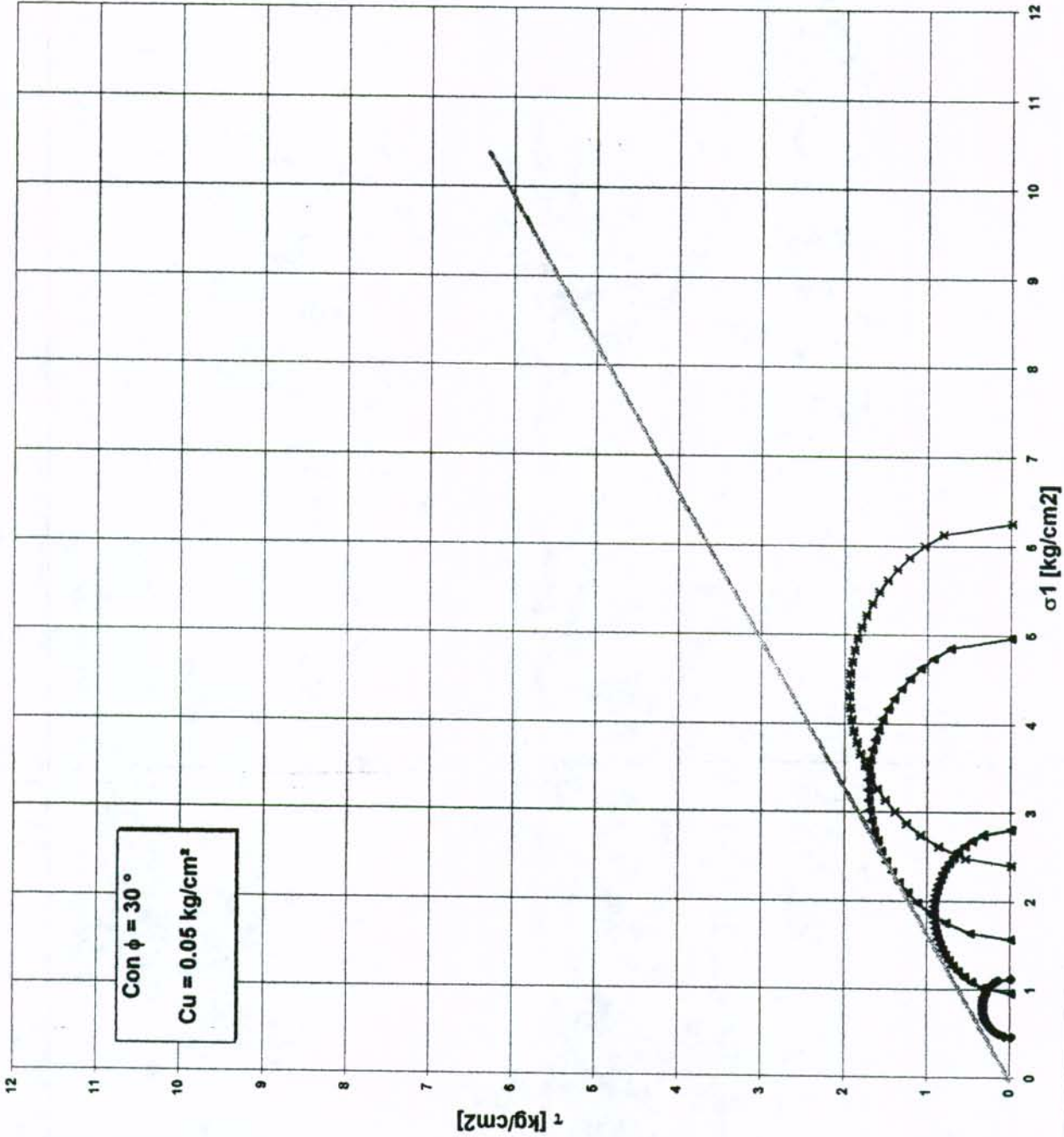
GRAFICA
 PRESION DE POROS Vs. ϵ
 COBERTURAJ

INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 12/11/97

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA

ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-87-020

CIRCULO DE MOHR



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
 Y OBRAS CIVILES
 CIMOC



GRAFICA
 CIRCULO DE MOHR
 COBERTURA 2

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-87-020

INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 12/11/87



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto :
Fecha: Octubre 29 1997
Cliente : CM-SE-97-020

Muestra : Cobertura No. 2

Origen :

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Descripcion :

Peso Suelo Seco+Bandeja (gr)

Peso Bandeja (gr)

Peso Suelo Seco (gr)

1.147

Tamaño Máximo :

Forma de Particulas :

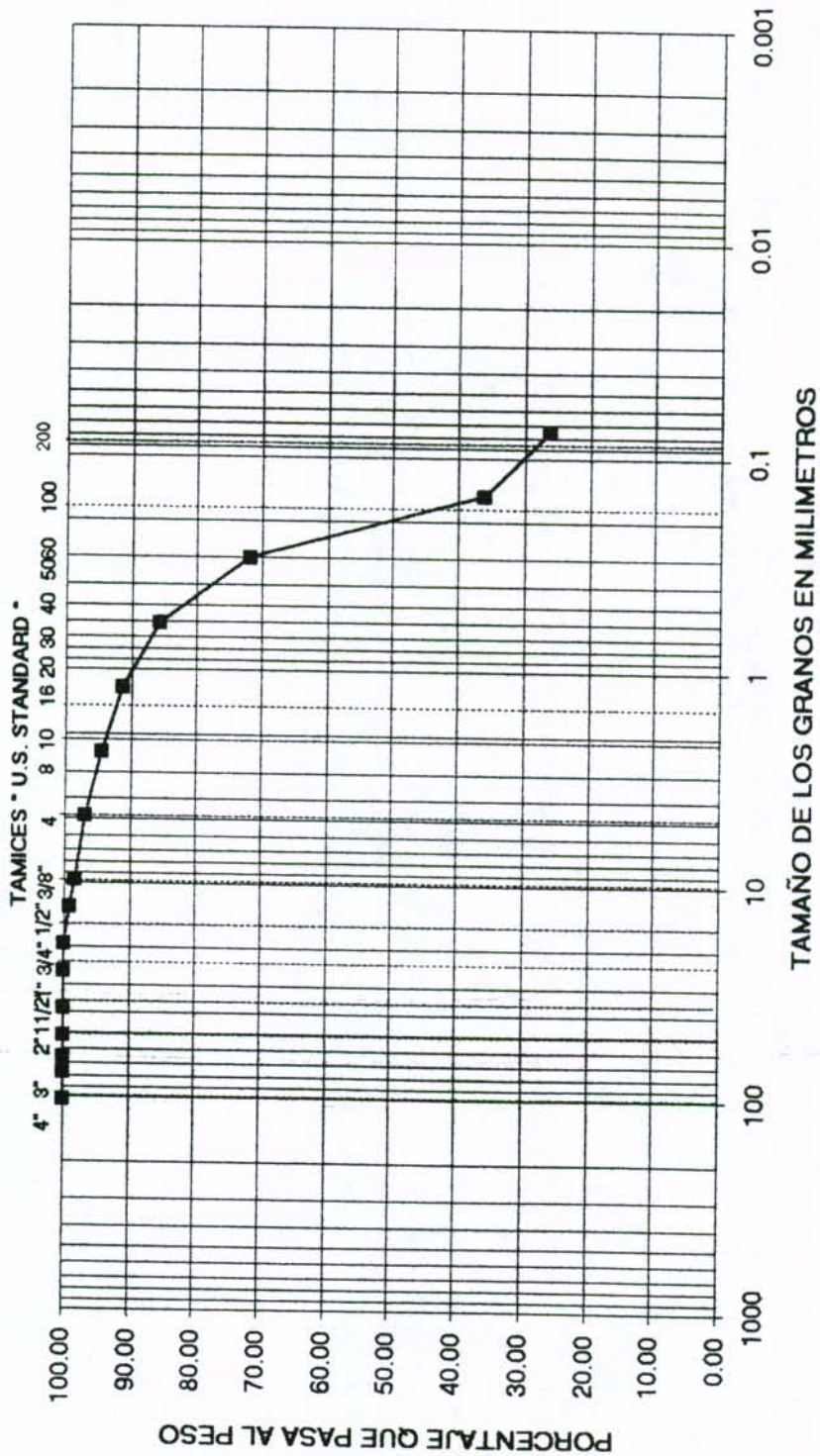
TAMIZ No.	ABERTURA DEL TAMIZ		PESO MAT. RETENIDO	%	% ACUM.	% QUE PASA
	PULGADAS	MILIMETROS				
	4	101.6	0.00	0.00	0.00	100.00
	3	76.1	0.00	0.00	0.00	100.00
	2 1/2	64.0	0.00	0.00	0.00	100.00
*	2	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1 1/2	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
*	3/4	19.0	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1/2	12.7	8.67	0.76	0.76	99.24
*	3/8	9.51	10.90	0.95	1.71	98.29
* 4	0.187	4.76	16.13	1.41	3.11	96.89
* 8	0.0937	2.38	28.42	2.48	5.59	94.41
* 16	0.0469	1.19	35.55	3.10	8.69	91.31
* 30	0.0234	0.595	65.20	5.68	14.37	85.63
* 50	0.0117	0.297	157.50	13.73	28.11	71.89
* 100	0.0059	0.149	410.33	35.77	63.88	36.12
* 200	0.0029	0.074	113.15	9.86	73.74	26.26
SUMA DE PESOS			845.85	PASA TAMIZ No 200		26.26
PESO DEL FONDO			301.15			
PESO TOTAL			1147.00			

* Tamices para granulometría de agregados para concreto.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL

Muestra : Cobertura 2
 Origen
 Cliente : CM-SE-97-020

DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



PIEDRAS	GRAVA	ARENA	LIMO O ARCILLA
	GRUESA	MEDIA	FINA



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE ESTUDIOS EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Orden: CM-SE-97-020

Fecha: Nov. 4 de 1997

Muestra No: CAPA DE COBERTURA 2

ENSAYO DE COMPACTACION

Sondeo No: _____

Caida	12 in	Molde No	
Numero de Capas	3	Diametro =	10.10 cm
Golpes por Capa	25	Altura =	11.65 cm
Peso del Martillo	5.5 LBS	Volumen =	933 cm ³

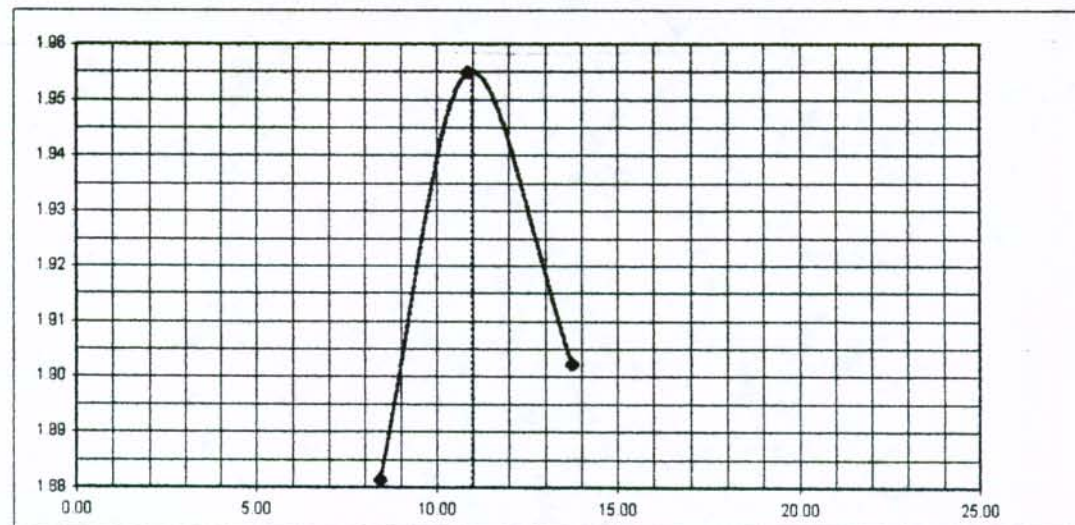
Determinacion de Humedad

Lata No.	236	313	376	318	150	54
Peso suelo humedo + lata. gr	77.0	85.7	83.7	89.5	70.5	89.3
Peso suelo seco +lata. gr	72.1	79.8	58.6	83.8	63.5	80.1
Peso de lata gr	11.6	12.4	12.3	11.8	12.7	13.2
Peso de suelo seco. gr	60.5	67.4	46.3	52.0	50.8	67.0
Peso de agua gr	4.9	5.9	5.0	5.7	7.0	9.2
Humedad w%	8.2	8.7	10.9	10.9	13.8	13.7
	8.4		10.9		13.8	

Lata No.						
Peso suelo humedo + lata. gr						
Peso suelo seco +lata. gr						
Peso de lata gr						
Peso de suelo seco. gr						
Peso de agua gr						
Humedad w%						

Determinacion de la densidad

Humedad medida. w%	8.4	10.9	13.8
Peso de suelo +Molde gr.	6148	6267	6264
Peso de Molde gr	4244	4244	4244
Peso de suelo seco en molde gr	1904	2023	2020
Densidad Humeda. Ton/m ³	2.04	2.17	2.16
Densidad Seca. Ton/m ³	1.88	1.95	1.90



Contenido de Humedad Optimo =
Densidad Seca Maxima =

11.0
1.955



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE ESTUDIOS EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Orden: CM-SE-97-020
Fecha: Nov. 4 de 1997

Muestra No: CAPA DE COBERTURA 2

ENSAYO DE COMPACTACION

Sondeo No: _____

Caída	<u>12 in</u>	Molde No	
Numero de Capas	<u>3</u>	Diametro =	<u>10.10 cm</u>
Golpes por Capa	<u>25</u>	Altura =	<u>11.65 cm</u>
Peso del Martillo	<u>5.5 lb</u>	Volumen =	<u>933 cm³</u>

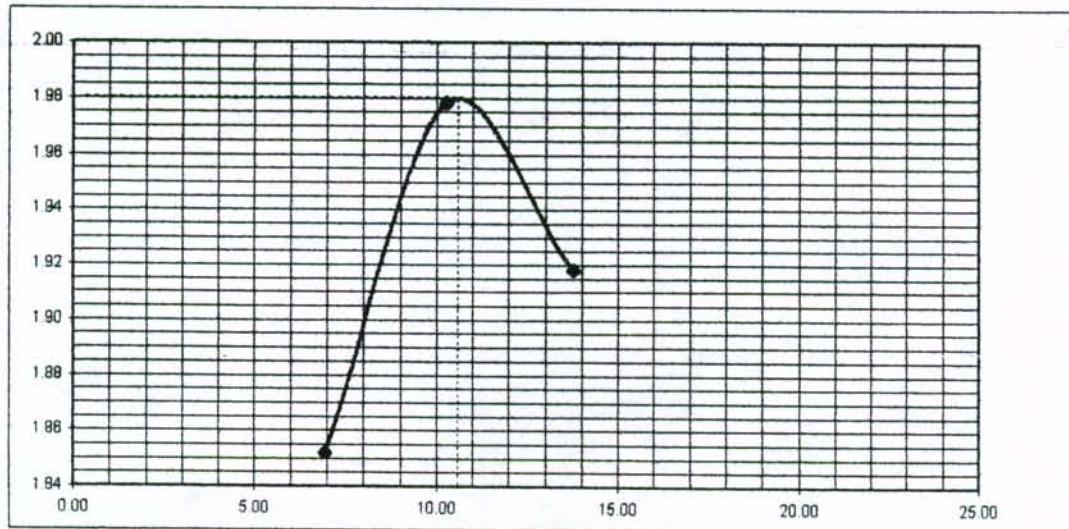
Determinacion de Humedad

Lata No.	317	70	285	175	93	302
Peso suelo humedo + lata. gr	73.3	74.2	71.9	63.6	101.6	90.9
Peso suelo seco +lata. gr	69.1	70.3	68.3	58.8	90.7	81.3
Peso de lata gr	12.1	12.6	12.3	12.9	11.8	11.5
Peso de suelo seco. gr	57.0	57.7	54.1	46.0	78.8	69.9
Peso de agua gr	4.1	3.9	5.6	4.7	11.0	9.5
Humedad w%	7.2	6.7	10.3	10.3	13.9	13.8
	7.0		10.3		13.8	

Lata No.						
Peso suelo humedo + lata. gr						
Peso suelo seco +lata. gr						
Peso de lata gr						
Peso de suelo seco. gr						
Peso de agua gr						
Humedad w%						

Determinacion de la densidad

Humedad medida. w%	7.0	10.3	13.8
Peso de suelo +Molde gr.	6092	6280	6280
Peso de Molde gr	4243	4243	4243
Peso de suelo seco en molde gr	1849	2037	2037
Densidad Humeda. Ton/m ³	1.98	2.18	2.18
Densidad Seca. Ton/m ³	1.85	1.98	1.92



Contenido de Humedad Optimo = **10.5**
Densidad Seca Maxima = **1.98**



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020
Muestra: Cobertura 2
Fecha: Nov. 7 de 1997

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Dimensiones Muestra

Lado= 6 cm
Altura= 2 cm
Area= 36.0 cm²
Volumen= 72.0 cm³

Contenido de Humedad

Peso suelo h m.+ lata= 137.45 gr.
Peso suelo seco+ lata= 118.23 gr.
Peso lata= 9.18 gr.
Peso suelo seco= 109.05 gr.
Peso Agua= 19.22 gr.
Contenido de Humedad, W%= 17.6 %

Densidad de la Muestra

Peso suelo usado= 125.01 gr.
Peso unit. h mido= 1.74 ton/m³
Peso unit. seco= 1.48 ton/m³

Esfuerzo Normal= 0.50 Kg/cm²
Vel. Carga= 0.00254 cm/seg
Cte. Anillo= 0.7583 kg/div

TIEMPO (seg)	Deformación Horizontal (cm)	Dial de Carga	Fuerza de Corte (kg)	τ (Kg/cm ²)
0	0.00E+00	0.0	0.00	0.00
5	1.27E-02	5.0	3.79	0.11
10	2.54E-02	6.5	4.93	0.14
15	3.81E-02	7.0	5.31	0.15
20	5.08E-02	7.0	5.31	0.15
25	6.35E-02	7.5	5.69	0.16
30	7.62E-02	7.5	5.69	0.16
35	8.89E-02	8.0	6.07	0.17
40	1.02E-01	8.0	6.07	0.17
45	1.14E-01	8.0	6.07	0.17
50	1.27E-01	8.0	6.07	0.17
55	1.40E-01	8.0	6.07	0.17
60	1.52E-01	8.5	6.45	0.18
65	1.65E-01	8.5	6.45	0.18
70	1.78E-01	8.5	6.45	0.18
75	1.91E-01	9.0	6.82	0.19
80	2.03E-01	9.0	6.82	0.19
85	2.16E-01	9.0	6.82	0.19
90	2.29E-01	9.5	7.20	0.20
95	2.41E-01	9.5	7.20	0.20
100	2.54E-01	10.0	7.58	0.21
105	2.67E-01	10.0	7.58	0.21
110	2.79E-01	10.0	7.58	0.21
115	2.92E-01	10.5	7.96	0.22
120	3.05E-01	10.5	7.96	0.22
125	3.18E-01	11.0	8.34	0.23
130	3.30E-01	11.0	8.34	0.23
135	3.43E-01	10.5	7.96	0.22
140	3.56E-01	10.0	7.58	0.21



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020
Muestra: Cobertura 2
Fecha: Nov. 7 de 1997

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Dimensiones Muestra

Lado= 6 cm
Altura= 2 cm
Area= 36.0 cm²
Volumen= 72.0 cm³

Contenido de Humedad

Peso suelo h m.+ lata= 135.15 gr.
Peso suelo seco+ lata= 117.26 gr.
Peso lata= 8.45 gr.
Peso suelo seco= 108.81 gr.
Peso Agua= 17.89 gr.
Contenido de Humedad, W%= 16.4 %

Densidad de la Muestra

Peso suelo usado= 125.2 gr.
Peso unit. h medo= 1.74 ton/m³
Peso unit. seco= 1.49 ton/m³

Esfuerzo Normal=

1.0 Kg/cm²

Vel. Carga=

0.00254 cm/seg

Cte. Anillo=

0.7583 kg/div

TIEMPO (seg)	Deformación Horizontal (cm)	Dial de Carga (Kg)	Fuerza de Corte (kg)	τ (Kg/cm ²)
	0	0	0	0
5	1.27E-02	5.5	4.17	0.12
10	2.54E-02	8.0	6.07	0.17
15	3.81E-02	8.5	6.45	0.18
20	5.08E-02	10.0	7.58	0.21
25	6.35E-02	11.0	8.34	0.23
30	7.62E-02	11.0	8.34	0.23
35	8.89E-02	11.5	8.72	0.24
40	1.02E-01	11.5	8.72	0.24
45	1.14E-01	12.0	9.10	0.25
50	1.27E-01	12.0	9.10	0.25
55	1.40E-01	12.0	9.10	0.25
60	1.52E-01	12.0	9.10	0.25
65	1.65E-01	12.5	9.48	0.26
70	1.78E-01	13.0	9.86	0.27
75	1.91E-01	13.0	9.86	0.27
80	2.03E-01	14.0	10.62	0.29
85	2.16E-01	14.0	10.62	0.29
90	2.29E-01	14.5	11.00	0.31
95	2.41E-01	15.0	11.37	0.32
100	2.54E-01	15.0	11.37	0.32
105	2.67E-01	15.5	11.75	0.33
110	2.79E-01	15.5	11.75	0.33
115	2.92E-01	16.0	12.13	0.34
120	3.05E-01	16.0	12.13	0.34
125	3.18E-01	16.0	12.13	0.34
130	3.30E-01	16.5	12.51	0.35
135	3.43E-01	16.5	12.51	0.35
140	3.56E-01	17.0	12.89	0.36
145	3.68E-01	17.0	12.89	0.36
150	3.81E-01	17.5	13.27	0.37
155	3.94E-01	17.5	13.27	0.37
160	4.06E-01	18.0	13.65	0.38
165	4.19E-01	18.0	13.65	0.38
170	4.32E-01	18.5	14.03	0.39
175	4.45E-01	19.0	14.41	0.40
180	4.57E-01	19.5	14.79	0.41
185	4.70E-01	20.0	15.17	0.42
190	4.83E-01	20.5	15.55	0.43
195	4.95E-01	20.5	15.55	0.43
200	5.08E-01	21.0	15.92	0.44
205	5.21E-01	21.5	16.30	0.45
210	5.33E-01	21.5	16.30	0.45



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto **CM-SE-97-020**
Muestra **Cobertura 2**
Fecha **Nov 7 de 1997**

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Dimensiones Muestra

Lado= 8 cm
Altura= 2 cm
Area= 36.0 cm²
Volumen= 72.0 cm³

Contenido de Humedad

Peso suelo hum + lata= 135.68 gr.
Peso suelo seco+ lata= 118.81 gr.
Peso lata= 8.56 gr.
Peso suelo seco= 110.05 gr.
Peso Agua= 17.07 gr.
Contenido de Humedad, W%= 15.5 %

Densidad de la Muestra

Peso suelo usado= 125.37 gr.
Peso unit. húmedo= 1.74 ton/m³
Peso unit. seco= 1.51 ton/m³

Esfuerzo Normal= 1.5 Kg/cm²
Vel. Carga= 0.00254 cm/seg
Cte. Anillo= 0.7583 kg/div

TIEMPO (seg)	Deformación Horizontal (cm)	Dial de Carga (Kg)	Fuerza de Corte (kg)	τ (Kg/cm ²)
	0			0
5	1.27E-02	7.0	5.31	0.15
10	2.54E-02	9.5	7.20	0.20
15	3.81E-02	10.5	7.96	0.22
20	5.08E-02	12.0	9.10	0.25
25	6.35E-02	13.0	9.86	0.27
30	7.62E-02	14.0	10.62	0.29
35	8.89E-02	15.5	11.75	0.33
40	1.02E-01	16.5	12.51	0.35
45	1.14E-01	17.0	12.89	0.36
50	1.27E-01	17.5	13.27	0.37
55	1.40E-01	18.0	13.65	0.38
60	1.52E-01	19.0	14.41	0.40
65	1.65E-01	20.0	15.17	0.42
70	1.78E-01	20.5	15.55	0.43
75	1.91E-01	21.5	16.30	0.45
80	2.03E-01	22.0	16.68	0.46
85	2.16E-01	22.5	17.06	0.47
90	2.29E-01	23.0	17.44	0.48
95	2.41E-01	24.0	18.20	0.51
100	2.54E-01	24.5	18.58	0.52
105	2.67E-01	25.0	18.96	0.53
110	2.79E-01	26.0	19.72	0.55
115	2.92E-01	26.5	20.09	0.56
120	3.05E-01	27.0	20.47	0.57
125	3.18E-01	27.5	20.85	0.58
130	3.30E-01	28.0	21.23	0.59
135	3.43E-01	28.5	21.61	0.60
140	3.56E-01	29.5	22.37	0.62
145	3.68E-01	30.5	23.13	0.64
150	3.81E-01	31.0	23.51	0.65
155	3.94E-01	31.0	23.51	0.65
160	4.06E-01	31.5	23.89	0.66
165	4.19E-01	32.0	24.27	0.67
170	4.32E-01	32.5	24.64	0.68
175	4.45E-01	32.5	24.64	0.68
180	4.57E-01	33.0	25.02	0.70
185	4.70E-01	33.5	25.40	0.71
190	4.83E-01	34.0	25.78	0.72
195	4.95E-01	35.0	26.54	0.74
200	5.08E-01	35.0	26.54	0.74
205	5.21E-01	35.0	26.54	0.74
210	5.33E-01	35.5	26.92	0.75
215	5.46E-01	35.5	26.92	0.75
220	5.59E-01	35.0	26.54	0.74
225	5.72E-01	34.5	26.16	0.73



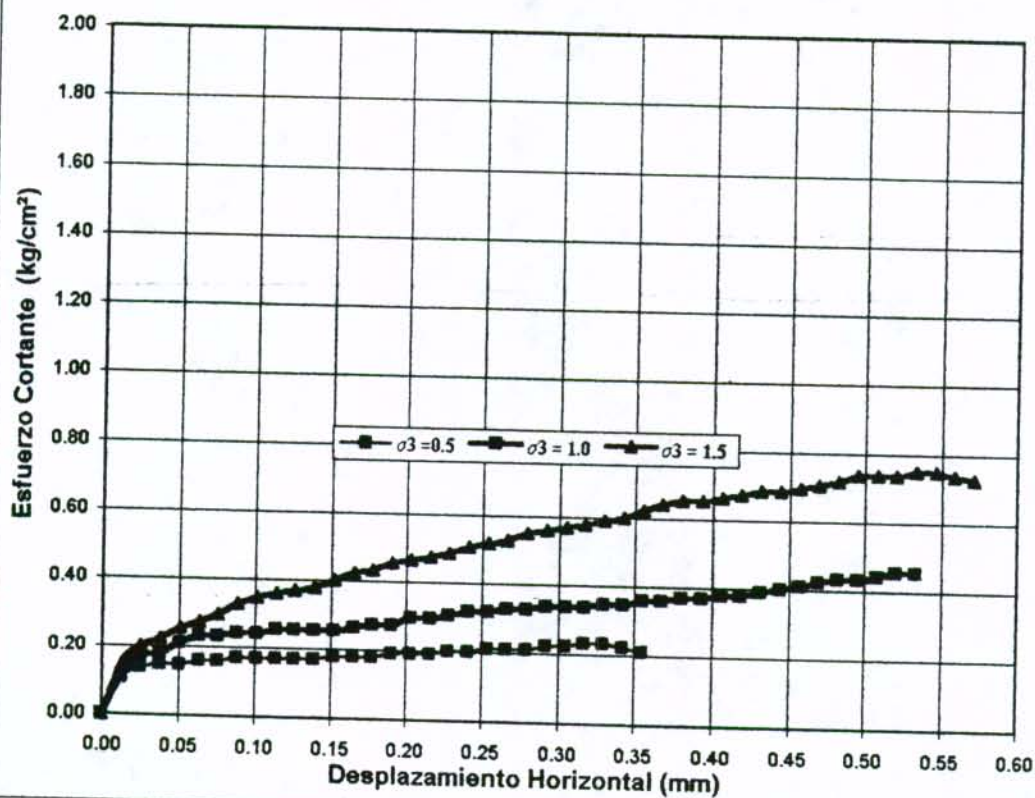
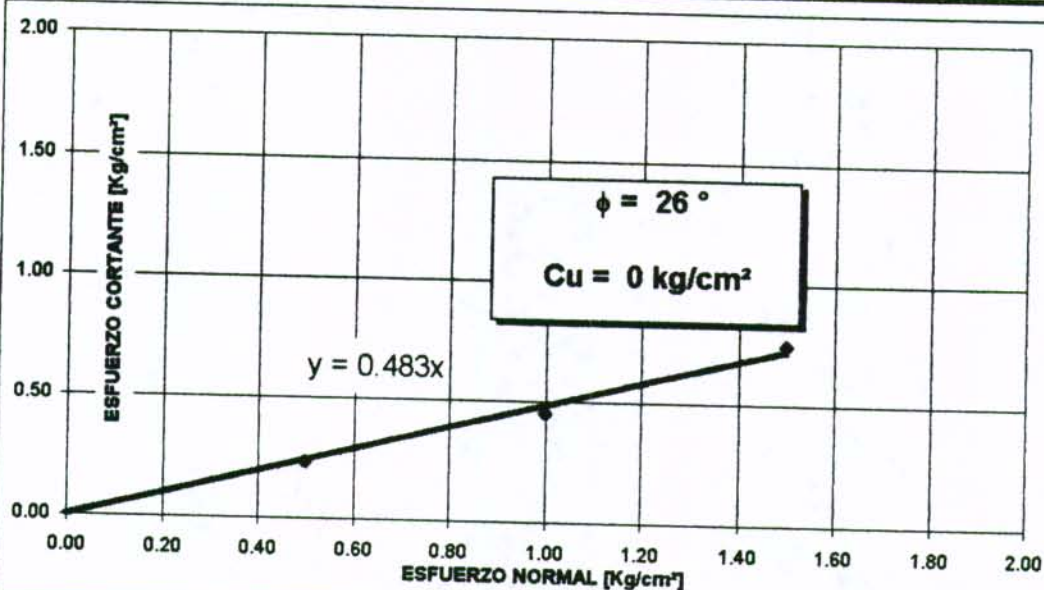
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020

Muestra: Cobertura 2

Fecha: Nov. 7 /97

ENSAYO DE CORTE DIRECTO





UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020
Muestra: Cobertura 2-Geomembrana
Fecha: Nov. 11 de 1997

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Dimensiones Muestra

Lado= 6 cm
Altura= 2 cm
Area= 36.0 cm²
Volumen= 72.0 cm³

Contenido de Humedad

Peso suelo h m.+ lata= 85.31 gr.
Peso suelo seco+ lata= 74.77 gr.
Peso lata= 8.52 gr.
Peso suelo seco= 66.25 gr.
Peso Agua= 10.54 gr.
Contenido de Humedad, W%= 15.9 %

Densidad de la Muestra

Peso suelo usado= 124.74 gr.
Peso unif. h medo= 1.73 ton/m³
Peso unif. seco= 1.49 ton/m³

Esfuerzo Normal=

0.50 Kg/cm²
Vel. Carga= 0.00264 cm/seg
Cte. Anillo= 0.7583 kg/div

TIEMPO (seg)	Deformación Horizontal (cm)	Dial de Carga	Fuerza de Corte (kg)	τ (Kg/cm ²)
0	0.00E+00	0.0	0.00	0.00
5	1.27E-02	4.0	3.03	0.08
10	2.54E-02	5.5	4.17	0.12
15	3.81E-02	6.5	4.93	0.14
20	5.08E-02	7.0	5.31	0.15
25	6.35E-02	8.0	6.07	0.17
30	7.62E-02	8.0	6.07	0.17
35	8.89E-02	8.0	6.07	0.17
40	1.02E-01	8.5	6.45	0.18
45	1.14E-01	8.5	6.45	0.18
50	1.27E-01	8.5	6.45	0.18
55	1.40E-01	8.5	6.45	0.18
60	1.52E-01	8.5	6.45	0.18
65	1.65E-01	8.5	6.45	0.18
70	1.78E-01	8.5	6.45	0.18



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020
Muestra: Cobertura 2-Geomembrana
Fecha: Nov. 11 de 1997

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Dimensiones Muestra

Lado= 6 cm
Altura= 2 cm
Area= 36.0 cm²
Volumen= 72.0 cm³

Contenido de Humedad

Peso suelo h m.+ lata= 87.39 gr.
Peso suelo seco+ lata= 76.85 gr.
Peso lata= 8.46 gr.
Peso suelo seco= 68.39 gr.
Peso Agua= 10.54 gr.
Contenido de Humedad, W%= 15.4 %

Densidad de la Muestra

Peso suelo usado= 124.33 gr.
Peso unil. h mido= 1.73 ton/m³
Peso unil. seco= 1.50 ton/m³

Esfuerzo Normal=

1.0 Kg/cm²
Vel. Carga= 0.00254 cm/seg
Cte. Anillo= 0.7583 kg/div

TIEMPO (seg)	Deformación Horizontal (cm)	Dial de Carga (Kg)	Fuerza de Corte (kg)	τ (Kg/cm ²)
0	0	0	0	0
5	1.27E-02	7.5	5.69	0.16
10	2.54E-02	12.0	9.10	0.25
15	3.81E-02	15.0	11.37	0.32
20	5.08E-02	17.0	12.89	0.36
25	6.35E-02	18.5	14.03	0.39
30	7.62E-02	19.5	14.79	0.41
35	8.89E-02	19.5	14.79	0.41
40	1.02E-01	19.5	14.79	0.41
45	1.14E-01	19.5	14.79	0.41
50	1.27E-01	19.5	14.79	0.41
55	1.40E-01	19.5	14.79	0.41
60	1.52E-01	19.5	14.79	0.41
65	1.65E-01	20.0	15.17	0.42
70	1.78E-01	20.0	15.17	0.42
75	1.91E-01	20.0	15.17	0.42
80	2.03E-01	20.0	15.17	0.42
85	2.16E-01	20.0	15.17	0.42
90	2.29E-01	20.0	15.17	0.42
95	2.41E-01	20.5	15.55	0.43
100	2.54E-01	20.5	15.55	0.43
105	2.67E-01	21.0	15.92	0.44
110	2.79E-01	21.0	15.92	0.44
115	2.92E-01	21.0	15.92	0.44
120	3.05E-01	21.0	15.92	0.44
125	3.18E-01	21.5	16.30	0.45
130	3.30E-01	21.5	16.30	0.45
135	3.43E-01	22.0	16.68	0.46
140	3.56E-01	22.5	17.06	0.47
145	3.68E-01	22.5	17.06	0.47
150	3.81E-01	22.5	17.06	0.47
155	3.94E-01	22.5	17.06	0.47
160	4.06E-01	23.0	17.44	0.48
165	4.19E-01	23.0	17.44	0.48
170	4.32E-01	23.0	17.44	0.48
175	4.45E-01	23.5	17.82	0.50
180	4.57E-01	23.5	17.82	0.50
185	4.70E-01	24.0	18.20	0.51
190	4.83E-01	24.0	18.20	0.51
195	4.95E-01	24.0	18.20	0.51
200	5.08E-01	23.5	17.82	0.50



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020
Muestra: Cobertura 2-Geomembrana
Fecha: Nov. 11 de 1997

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Dimensiones Muestra

Lado= 6 cm
Altura= 2 cm
Area= 36.0 cm²
Volumen= 72.0 cm³

Contenido de Humedad

Peso suelo h m.+ lata= 85.16 gr.
Peso suelo seco+ lata= 74.87 gr.
Peso lata= 8.43 gr.
Peso suelo seco= 66.44 gr.
Peso Agua= 10.29 gr.
Contenido de Humedad, W%= 15.5 %

Densidad de la Muestra

Peso suelo usado= 125.44 gr.
Peso unil. h mido= 1.74 ton/m³
Peso unil. seco= 1.51 ton/m³

Esfuerzo Normal= 1.5 Kg/cm²
Vel. Carga= 0.00254 cm/seg
Cte. Anillo= 0.7583 kg/div

TIEMPO (seg)	Deformación Horizontal (cm)	Dial de Carga (Kg)	Fuerza de Corte (kg)	τ (Kg/cm ²)
0	0	0	0	0
5	1.27E-02	9.0	6.82	0.19
10	2.54E-02	10.0	7.58	0.21
15	3.81E-02	14.0	10.62	0.29
20	5.08E-02	18.0	13.65	0.38
25	6.35E-02	21.0	15.92	0.44
30	7.62E-02	24.5	18.58	0.52
35	8.89E-02	26.5	20.09	0.56
40	1.02E-01	28.5	21.61	0.60
45	1.14E-01	29.5	22.37	0.62
50	1.27E-01	29.5	22.37	0.62
55	1.40E-01	29.0	21.99	0.61
60	1.52E-01	28.5	21.61	0.60
65	1.65E-01	28.0	21.23	0.59



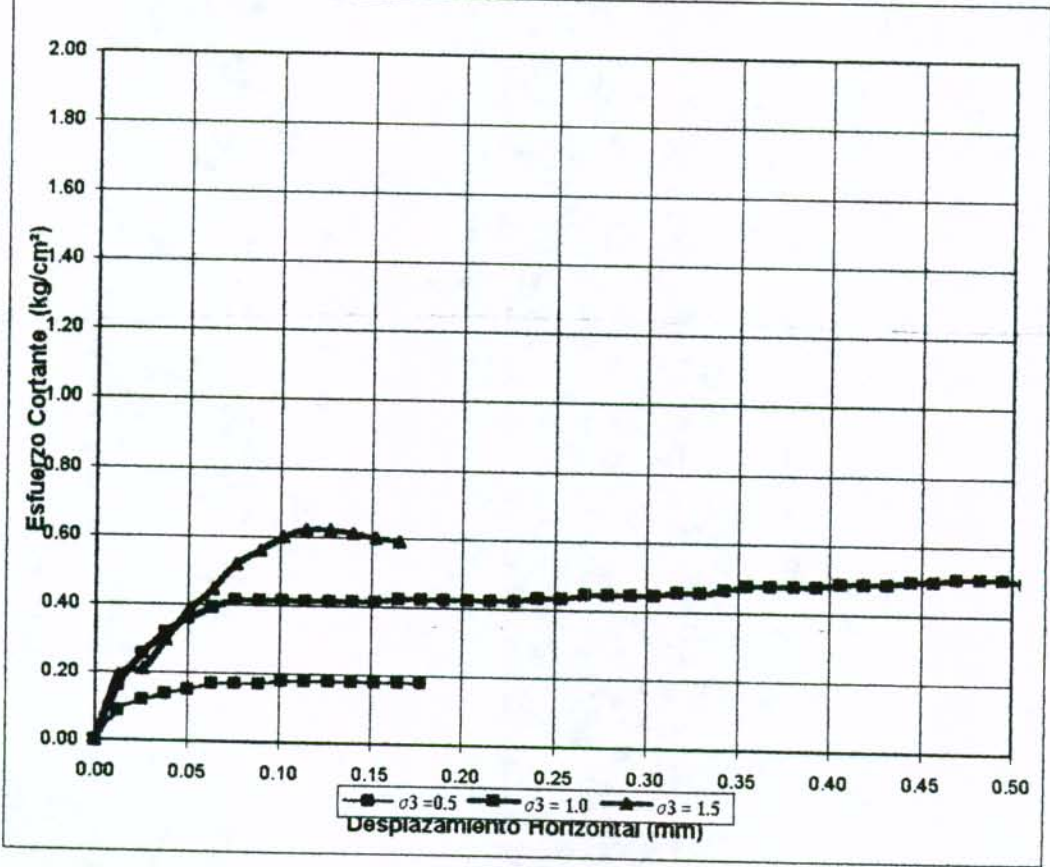
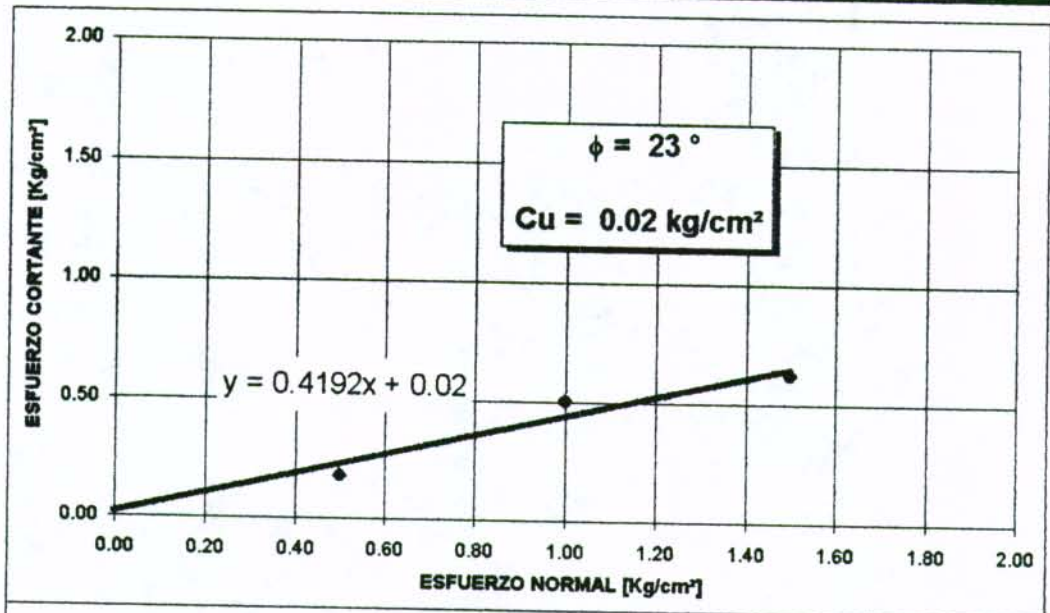
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020

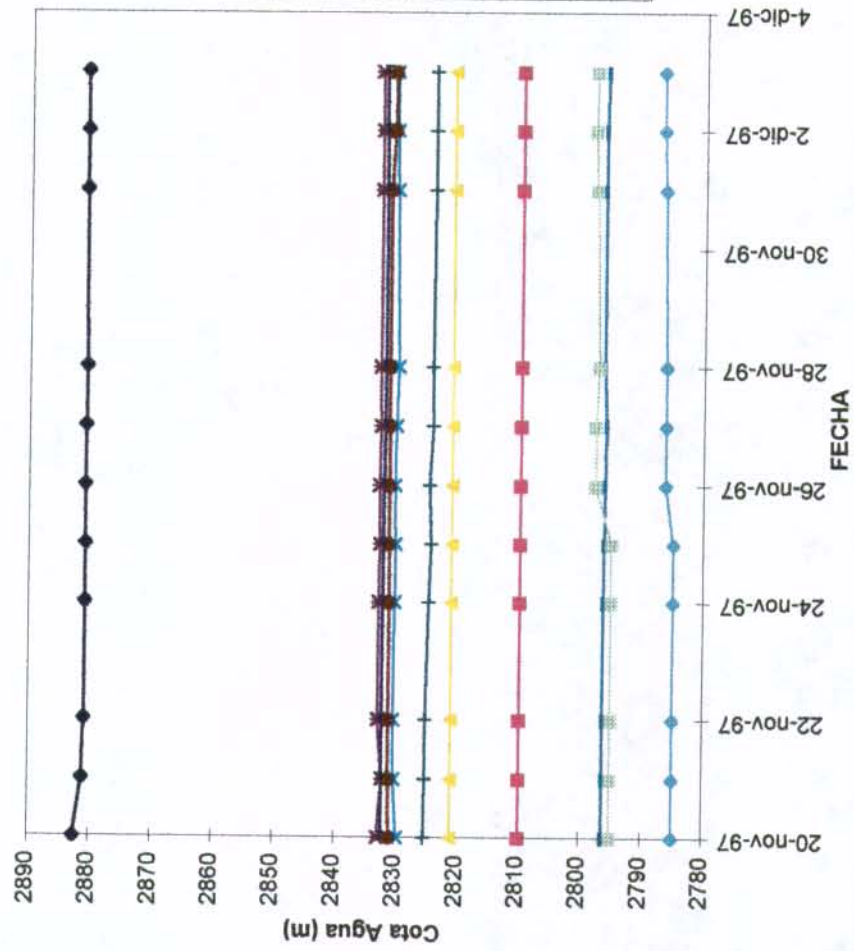
Muestra: Cobertura2-Geomembrana

Fecha: Nov. 11 /97

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



PIEZOMETROS



Sensor	Cota del terreno (m)	Cota sensor (m)
Ar1	2836	2810
Ar2	2836	2821
Ar3	2838	2812
BI	2885	2876
B2	2837.1	2819.1
B3	2837.1	2828.1
B4	2837.5	2826.5
B5	2837.5	2828.5
C1	2800	2790
C2	2800	2785
C3	2800	2795

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y
 OBRAS CIVILES - CIMOC

RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

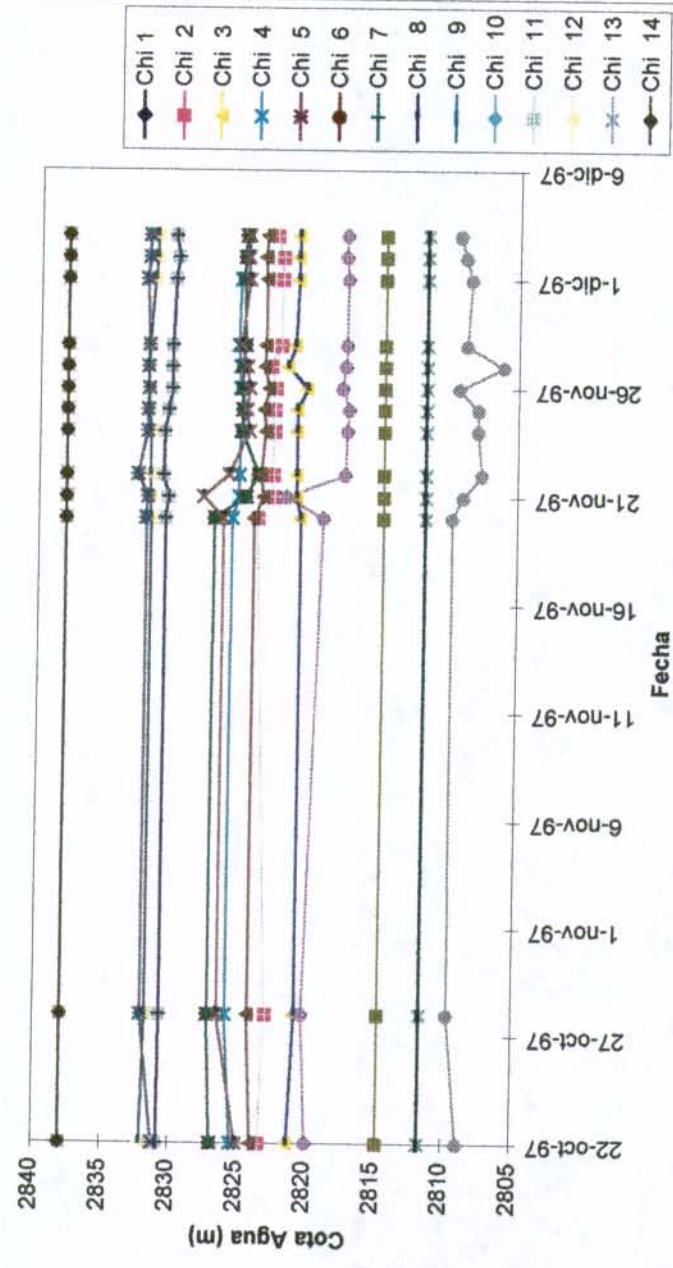
NIVELES DE AGUA EN PIEZOMETROS
 ARENISCA-ZONA II Y MANSION

FECHA DE ENSAYO :
 Nov 20 -Dic 4 de 1997

FIGURA 5.14



CHIMENEAS



Chimenea No	Cota Terreno (m)
1	2825
2	2828
3	2826
4	2830
5	2830
6	2830
7	2829
8	2829
9	2837
10	2819
11	2836
12	2836
13	2829
14	2838



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y
 OBRAS CIVILES - CIMOC

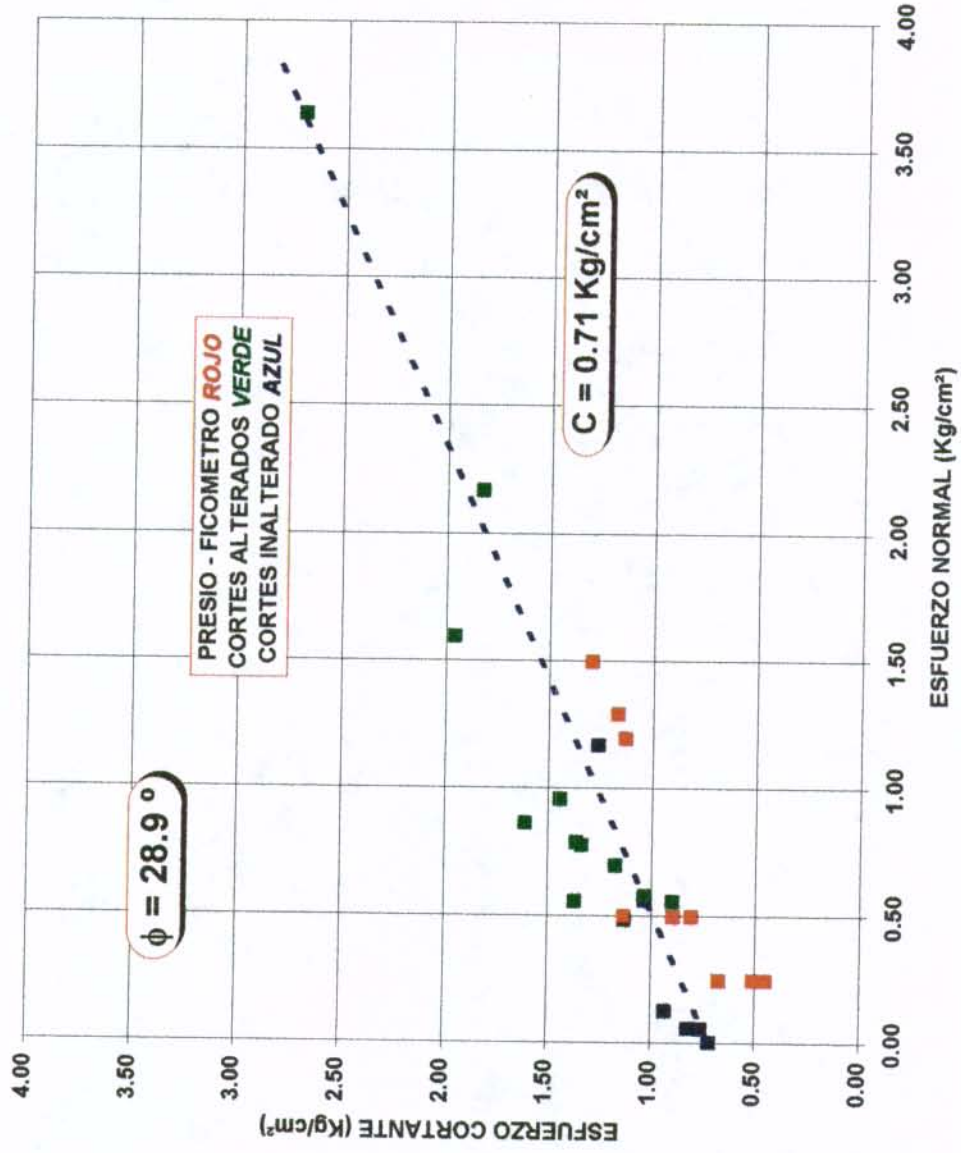
RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

CHIMENEAS
 NIVELES DE LIXIVIADO
 ZONA II

FECHA DE ENSAYO :
 Oct 22 -Dic 6 de 1997

FIGURA 5.15

GRAFICO DE ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO CORTANTE



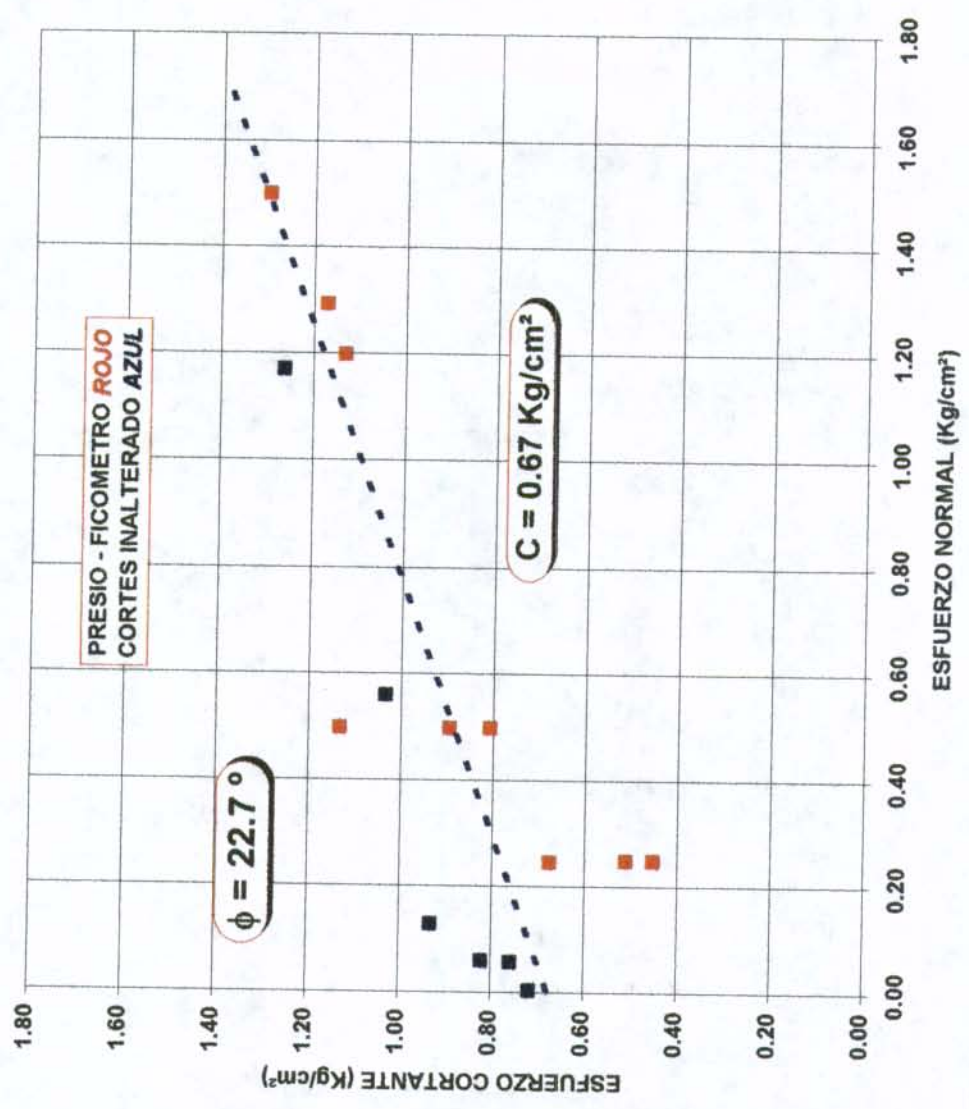
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y
OBRAS CIVILES - CIMOC

RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA
ENSAYO DE CORTE MUESTRAS ALTERADAS
ENSAYO DE CORTE A GRAN ESCALA
PRESIO-FICOMETRO
ZONA II

FECHA DE ENSAYO :
Nov 15 -Dic 1 de 1997

FIGURA 5.16

GRAFICO DE ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO CORTANTE



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y
OBRAS CIVILES - CIMOC

RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

ENSAYO DE CORTE A GRAN ESCALA
PRESIO-FICOMETRO
ZONA II

FECHA DE ENSAYO :
Oct 15 -Dic 1 de 1997

FIGURA 5.17

ANEXO G-4
ENSAYOS DE LABORATORIO
DE LA ARENA DEL GUAMO

**FORMATO DE ENSAYOS
DE LABORATORIO**

HOJA DE RESUMEN

**DIÁGNOSTICO GEOTÉCNICO Y AMBIENTAL
DE LAS CAUSAS DEL DESLIZAMIENTO EN EL RELLENO
SANITARIO DE DOÑA JUANA**

ARENA DEL GUAMO

Contiene :

Límites de consistencia
Análisis Granulométrico
Gravedad Específica
Próctor Modificado
Corte directo suelo-suelo
Corte directo suelo-geomembrana
Permeabilidad
Triaxial CUPP



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto :
Fecha: Octubre 29 1997
Cliente : CM-SE-97-020

Muestra : Arena de Guamo

Origen :

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Descripcion : Arena

Peso Suelo Seco+Bandeja (gr)

Peso Bandeja (gr)

Peso Suelo Seco (gr)

879

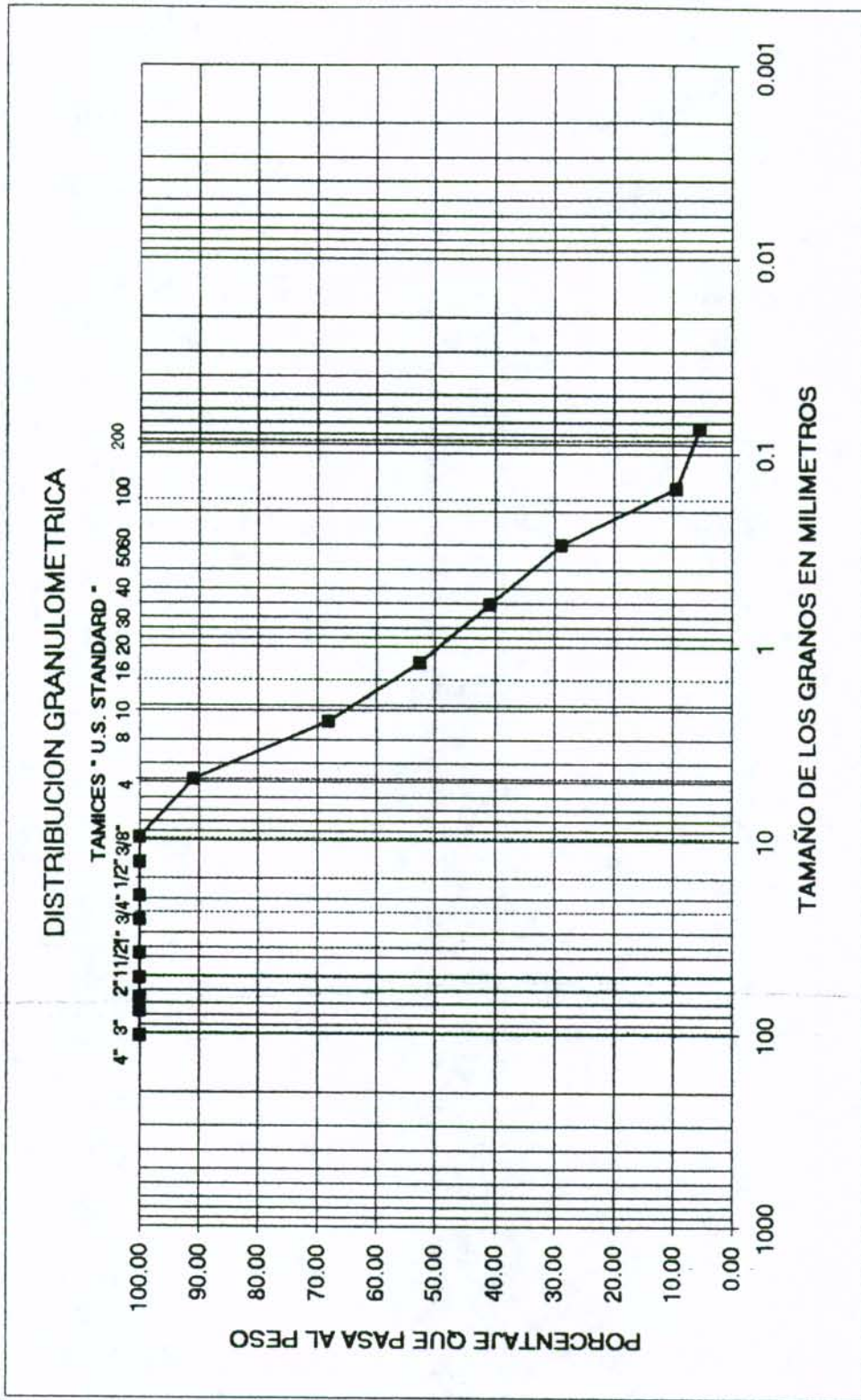
Tamaño Máximo :

Forma de Particulas :

TAMIZ No.	ABERTURA DEL TAMIZ		PESO MAT. RETENIDO	%	% ACUM.	% QUE PASA
	PULGADAS	MILIMETROS				
	4	101.6	0.00	0.00	0.00	100.00
	3	76.1	0.00	0.00	0.00	100.00
	2 1/2	64.0	0.00	0.00	0.00	100.00
*	2	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1 1/2	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
*	3/4	19.0	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1/2	12.7	0.00	0.00	0.00	100.00
*	3/8	9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
* 4	0.187	4.76	80.45	9.15	9.15	90.85
* 8	0.0937	2.38	200.10	22.76	31.92	68.08
* 16	0.0469	1.19	136.65	15.55	47.46	52.54
* 30	0.0234	0.595	103.35	11.76	59.22	40.78
* 50	0.0117	0.297	104.40	11.88	71.10	28.90
* 100	0.0059	0.149	170.85	19.44	90.53	9.47
* 200	0.0029	0.074	34.95	3.98	94.51	5.49
SUMA DE PESOS			830.75	PASA TAMIZ No 200		5.49
PESO DEL FONDO			48.25			
PESO TOTAL			879.00			

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL

Muestra : Arena del Guamo
 Origen
 Cliente : CM-SE-97-020



PIEDRAS	GRAVA		ARENA		LIMO O ARCILLA
		GRUESA	MEDIA	FINA	



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto :
Fecha: Octubre 29 1997
Cliente : CM-SE-97-020

Muestra : Arena de Guamo

Origen :

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Descripcion : Arena

Peso Suelo Seco+Bandeja (gr)

Peso Bandeja (gr)

Peso Suelo Seco (gr)

2.154

Tamaño Máximo :

Forma de Particulas :

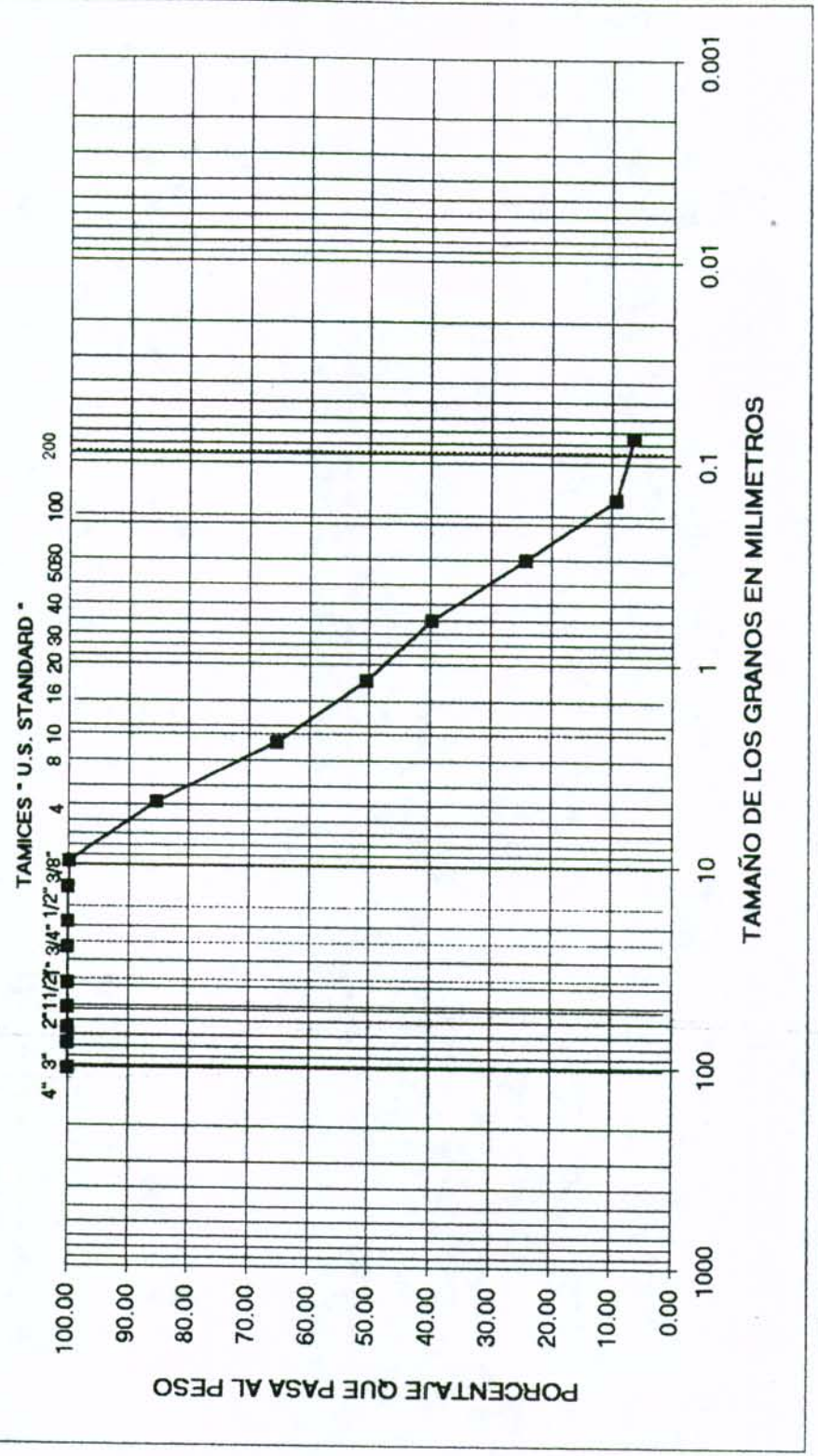
TAMIZ No.	ABERTURA DEL TAMIZ		PESO MAT. RETENIDO	%	% ACUM.	% QUE PASA
	PULGADAS	MILIMETROS				
	4	101.6	0.00	0.00	0.00	100.00
	3	76.1	0.00	0.00	0.00	100.00
	2 1/2	64.0	0.00	0.00	0.00	100.00
*	2	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1 1/2	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
*	3/4	19.0	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1/2	12.7	0.00	0.00	0.00	100.00
*	3/8	9.51	5.00	0.23	0.23	99.77
* 4	0.187	4.76	313.00	14.53	14.76	85.24
* 8	0.0937	2.38	429.00	19.92	34.68	65.32
* 16	0.0469	1.19	320.00	14.86	49.54	50.46
* 30	0.0234	0.595	231.00	10.72	60.26	39.74
* 50	0.0117	0.297	335.00	15.55	75.81	24.19
* 100	0.0059	0.149	323.00	15.00	90.81	9.19
* 200	0.0029	0.074	60.00	2.79	93.59	6.41
SUMA DE PESOS			2016.00	PASA TAMIZ No 200		6.41
PESO DEL FONDO			138			
PESO TOTAL			2154.00			

* Tamices para granulometría de agregados para concreto.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL

Muestra : Arena de Guamo
Origen
Cliente : CM-SE-97-020

DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



PIEDRAS	GRAVA	ARENA		LIMO O ARCILLA
		GRUESA	MEDIA FINA	



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
AGREGADO FINO
NORMA NTC 237

PROYECTO :
 CLIENTE : CM-SE-97-020
 AGREGADO PROVENIENTE DE:
 MUESTRA No. :
 REFERENCIA : Arena de Guamo

FECHA : Octubre 29 1997
 OBRA :

MUESTRA No.	1	2	3
A, GMS.	493.2		
V, C.C.	500.0		
W, C.C.	303.9		
V - W	196.1		
500 - A	6.8		
(V - W) - (500 - A)	189.3		
GS. APARENTE SECA	2.52		
GS. APARENTE SATURADA SSS	2.55		
$GS_s = A / ((V - W) - (500 - A))$	2.61		
$ABSORCION = (500 - A) / A \times 100$	1.38		

A = Peso en aire de muestra seca, GMS.
 V = Volumen del pignómetro, ML.
 W = Peso o volumen de agua para llenar el pignómetro con la muestra.
 GS = Peso específico.
 500 = Peso de la muestra saturada, superficie seca.

NOTA : Las pruebas no deben variar mas de 0.02 en peso específico y no mas de 0.05 en absorcion.

OBSERVACIONES :

 Ingeniero



 Laboratorista

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
AGREGADO FINO
NORMA NTC 237

PROYECTO :
 CLIENTE : CM-SE-9-020
 AGREGADO PROVENIENTE DE:
 MUESTRA No. :
 REFERENCIA : Arena de Guamo

FECHA : Octubre 31 1997
 OBRA :


MUESTRA No.	1	2	3
A, GMS.	494.8		
V, C.C.	500.0		
W, C.C.	304.5		
V - W	195.5		
500 - A	5.2		
(V - W) - (500 - A)	190.3		
GS. APARENTE SECA	2.53		
GS. APARENTE SATURADA SSS	2.56		
GS, = $A / ((V-W) - (500 - A))$	2.60		
ABSORCION = $(500 - A) / A \times 100$	1.05		

A = Peso en aire de muestra seca, GMS.
 V = Volumen del pignómetro, ML.
 W = Peso o volumen de agua para llenar el pignómetro con la muestra.
 GS = Peso especifico.
 500 = Peso de la muestra saturada, superficie seca.

NOTA : Las pruebas no deben variar mas de 0.02 en peso especifico y no mas de 0.05 en absorcion.

OBSERVACIONES :

 Ingeniero



 Laboratorista



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE ESTUDIOS EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Orden: CM-SE-97-020
Fecha: Nov. 4 de 1997

Muestra No: ARENA DE GUAMO

ENSAYO DE COMPACTACION

Sondeo No: _____

Caída	12 IN	Molde No	
Numero de Capas	3	Diametro =	10.10 cm
Golpes por Capa	25	Altura =	11.65 cm
Peso del Martillo	5.5 LBS	Volumen =	983 cm ³

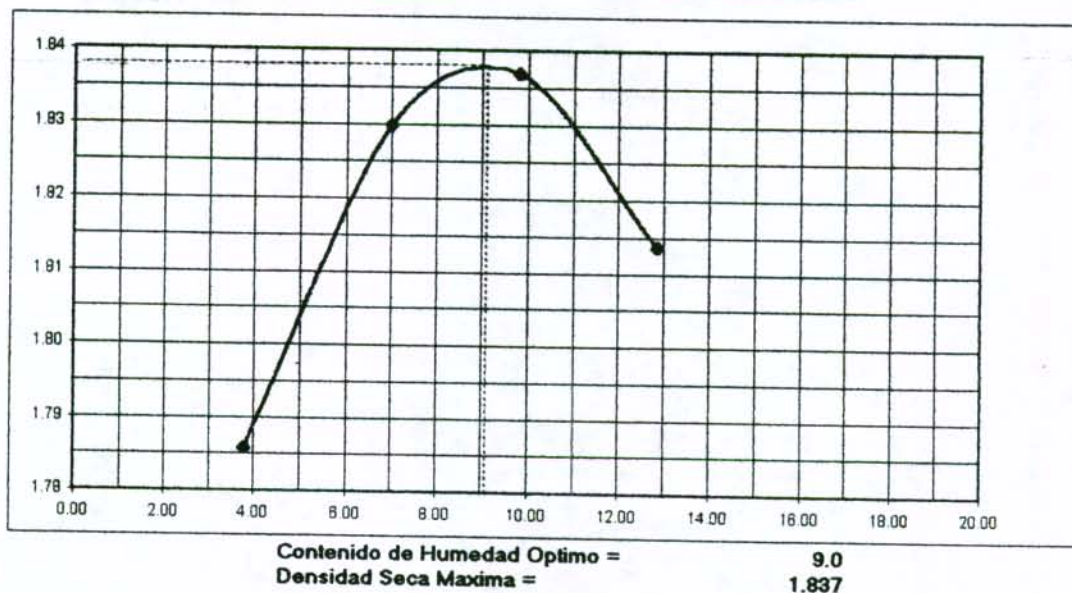
Determinacion de Humedad

Lata No.	231	80	270	214	43	53
Peso suelo humedo + lata. gr	79.0	72.4	88.9	98.3	99.5	103.7
Peso suelo seco +lata. gr	76.5	70.3	83.8	92.8	91.7	95.5
Peso de lata gr	11.3	12.5	12.0	11.9	12.8	12.5
Peso de suelo seco. gr	65.2	57.8	71.8	80.7	79.0	83.0
Peso de agua gr	2.6	2.1	5.0	5.7	7.7	8.2
Humedad w%	3.9	3.7	7.0	7.0	9.8	9.9
	3.8		7.0		9.8	

Lata No.	192	201	52	38	11	12
Peso suelo humedo + lata. gr	99.1	104.1				
Peso suelo seco +lata. gr	89.2	93.6				
Peso de lata gr	12.2	12.0				
Peso de suelo seco. gr	77.0	81.6				
Peso de agua gr	9.9	10.5				
Humedad w%	12.9	12.9				
	12.9					

Determinacion de la densidad

Humedad medida. w%	3.8	7.0	9.8	12.9
Peso de suelo + Molde gr.	5974	6072	6127	6155
Peso de Molde gr	4244	4244	4244	4244
Peso de suelo seco en molde gr	1730	1828	1883	1911
Densidad Humeda. Ton/m ³	1.85	1.96	2.02	2.05
Densidad Seca. Ton/m ³	1.79	1.83	1.84	1.81





UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020
Muestra: Arena del Guamo
Fecha: Nov. 7 de 1997

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Dimensiones Muestra

Lado= 6 cm
Altura= 2 cm
Area= 36.0 cm²
Volumen= 72.0 cm³

Contenido de Humedad

Peso suelo h m.+ lata= 149.16 gr.
Peso suelo seco+ lata= 125.94 gr.
Peso lata= 9.49 gr.
Peso suelo seco= 116.45 gr.
Peso Agua= 23.22 gr.
Contenido de Humedad, W%= 19.9 %

Densidad de la Muestra

Peso suelo usado= 144.51 gr.
Peso unit. h medo= 2.01 ton/m³
Peso unit. seco= 1.67 ton/m³

Esfuerzo Normal= 0.50 Kg/cm²
Vel. Carga= 0.00254 cm/seg
Cte. Anillo= 0.7583 kg/div

TIEMPO (seg)	Deformación Horizontal (cm)	Dial de Carga (Kg)	Fuerza de Corte (kg)	τ (Kg/cm ²)
0	0.00E+00	0.0	0.00	0.00
5	1.27E-02	4.0	3.03	0.08
10	2.54E-02	7.0	5.31	0.15
15	3.81E-02	8.5	6.45	0.18
20	5.08E-02	9.5	7.20	0.20
25	6.35E-02	10.0	7.58	0.21
30	7.62E-02	10.5	7.96	0.22
35	8.89E-02	10.5	7.96	0.22
40	1.02E-01	11.0	8.34	0.23
45	1.14E-01	11.0	8.34	0.23
50	1.27E-01	11.0	8.34	0.23
55	1.40E-01	11.0	8.34	0.23
60	1.52E-01	11.0	8.34	0.23
65	1.65E-01	11.0	8.34	0.23
70	1.78E-01	11.0	8.34	0.23
75	1.91E-01	11.0	8.34	0.23
80	2.03E-01	11.0	8.34	0.23
85	2.16E-01	11.0	8.34	0.23
90	2.29E-01	11.0	8.34	0.23
95	2.41E-01	11.5	8.72	0.24
100	2.54E-01	11.5	8.72	0.24
105	2.67E-01	12.0	9.10	0.25
110	2.79E-01	12.0	9.10	0.25
115	2.92E-01	12.0	9.10	0.25
120	3.05E-01	12.0	9.10	0.25
125	3.18E-01	12.5	9.48	0.26
130	3.30E-01	12.5	9.48	0.26
135	3.43E-01	12.5	9.48	0.26
140	3.56E-01	13.0	9.86	0.27



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020
Muestra: Arena del Guamo
Fecha: Nov. 7 de 1997

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Dimensiones Muestra

Lado= 6 cm
Altura= 2 cm
Area= 36.0 cm²
Volumen= 72.0 cm³

Contenido de Humedad

Peso suelo h m. + lata= 146.03 gr.
Peso suelo seco + lata= 124.8 gr.
Peso lata= 8.26 gr.
Peso suelo seco= 116.54 gr.
Peso Agua= 21.23 gr.
Contenido de Humedad, W%= 18.2 %

Densidad de la Muestra

Peso suelo usado= 144.55 gr.
Peso unit. h mido= 2.01 ton/m³
Peso unit. seco= 1.70 ton/m³

Esfuerzo Normal= 1.0 Kg/cm²
Vel. Carga= 0.00254 cm/seg
Cte. Anillo= 0.7583 kg/div

TIEMPO (seg)	Deformación Horizontal (cm)	Dial de Carga (Kg)	Fuerza de Corte (kg)	τ (Kg/cm ²)
	0	0	0	0
5	1.27E-02	10.0	7.58	0.21
10	2.54E-02	14.0	10.62	0.29
15	3.81E-02	17.5	13.27	0.37
20	5.08E-02	21.0	15.92	0.44
25	6.35E-02	22.5	17.06	0.47
30	7.62E-02	24.0	18.20	0.51
35	8.89E-02	26.0	19.72	0.55
40	1.02E-01	27.5	20.85	0.58
45	1.14E-01	29.5	22.37	0.62
50	1.27E-01	31.5	23.89	0.66
55	1.40E-01	32.5	24.64	0.68
60	1.52E-01	34.0	25.78	0.72
65	1.65E-01	35.0	26.54	0.74
70	1.78E-01	35.0	26.54	0.74
75	1.91E-01	35.5	26.92	0.75
80	2.03E-01	36.5	27.68	0.77
85	2.16E-01	37.5	28.44	0.79
90	2.29E-01	37.5	28.44	0.79
95	2.41E-01	38.0	28.82	0.80
100	2.54E-01	38.5	29.19	0.81
105	2.67E-01	38.5	29.19	0.81
110	2.79E-01	38.5	29.19	0.81
115	2.92E-01	38.5	29.19	0.81
120	3.05E-01	38.5	29.19	0.81
125	3.18E-01	38.5	29.19	0.81
130	3.30E-01	38.5	29.19	0.81
135	3.43E-01	38.0	28.82	0.80
140	3.56E-01	38.0	28.82	0.80



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020
Muestra: Arena del Guamo
Fecha: Nov. 7 de 1997

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Dimensiones Muestra

Lado= 6 cm
Altura= 2 cm
Area= 36.0 cm²
Volumen= 72.0 cm³

Contenido de Humedad

Peso suelo h m.+ lata= 147.94 gr.
Peso suelo seco+ lata= 126.62 gr.
Peso lata= 8.9 gr.
Peso suelo seco= 117.72 gr.
Peso Agua= 21.32 gr.
Contenido de Humedad, W%= 18.1 %

Densidad de la Muestra

Peso suelo usado= 144.65 gr.
Peso unit. h mido= 2.01 ton/m³
Peso unit. seco= 1.70 ton/m³

Esfuerzo Normal=

2.0 Kg/cm²
Vel. Carga= 0.00254 cm/seg
Cte. Anillo= 0.7583 kg/div

TIEMPO (seg)	Deformación Horizontal (cm)	Dial de Carga (Kg)	Fuerza de Corte (kg)	τ (Kg/cm ²)
	0			0
5	1.27E-02	10.0	7.58	0.21
10	2.54E-02	15.0	11.37	0.32
15	3.81E-02	19.5	14.79	0.41
20	5.08E-02	23.0	17.44	0.48
25	6.35E-02	27.5	20.85	0.58
30	7.62E-02	30.5	23.13	0.64
35	8.89E-02	33.0	25.02	0.70
40	1.02E-01	36.5	27.68	0.77
45	1.14E-01	39.0	29.57	0.82
50	1.27E-01	40.5	30.71	0.85
55	1.40E-01	42.5	32.23	0.90
60	1.52E-01	44.5	33.74	0.94
65	1.65E-01	46.0	34.88	0.97
70	1.78E-01	47.5	36.02	1.00
75	1.91E-01	49.0	37.16	1.03
80	2.03E-01	50.0	37.92	1.05
85	2.16E-01	51.0	38.67	1.07
90	2.29E-01	51.5	39.05	1.08
95	2.41E-01	52.5	39.81	1.11
100	2.54E-01	53.0	40.19	1.12
105	2.67E-01	55.0	41.71	1.16
110	2.79E-01	56.0	42.46	1.18
115	2.92E-01	56.0	42.46	1.18
120	3.05E-01	57.0	43.22	1.20
125	3.18E-01	57.5	43.60	1.21
130	3.30E-01	57.0	43.22	1.20
135	3.43E-01	57.0	43.22	1.20
140	3.56E-01	56.5	42.84	1.19



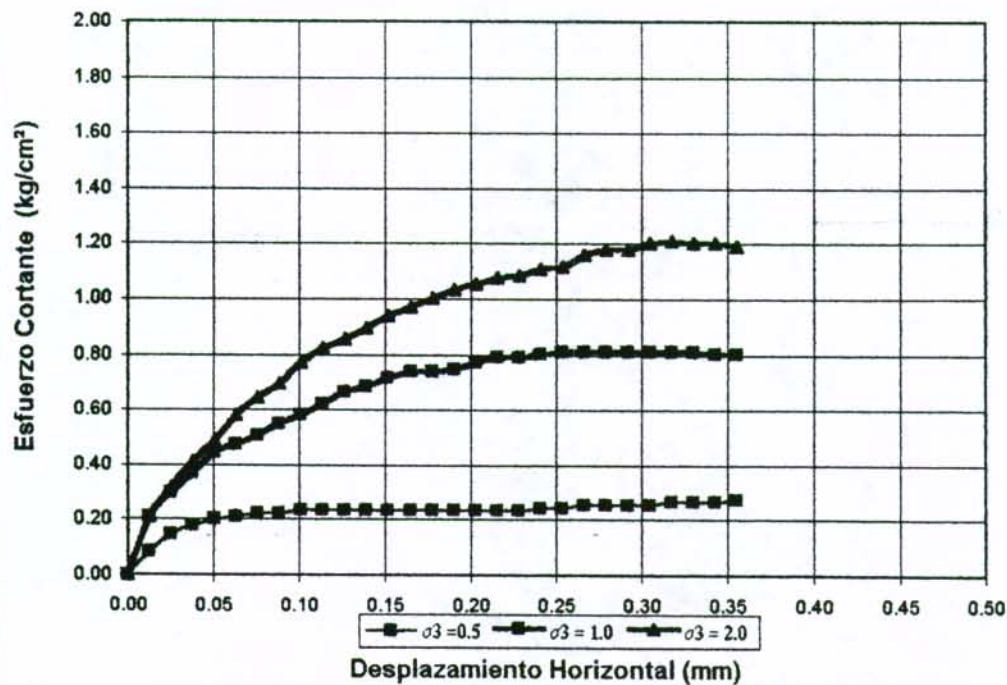
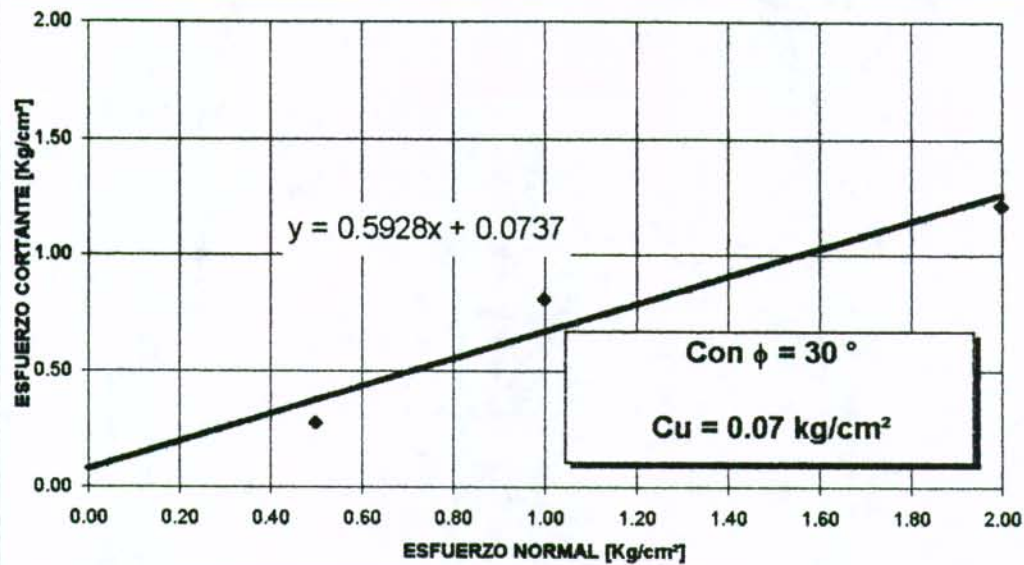
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020

Muestra: Arena del Guamo

Fecha: Nov. 7 /97

ENSAYO DE CORTE DIRECTO





UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-026
Muestra: Ar. Guano-Geomembrana
Fecha: Nov. 11 de 1997

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Dimensiones Muestra

Lado= 6 cm
Altura= 2 cm
Area= 36.0 cm²
Volumen= 72.0 cm³

Contenido de Humedad

Peso suelo h m.+ lata= 80.79 gr.
Peso suelo seco+ lata= 70.4 gr.
Peso lata= 8.46 gr.
Peso suelo seco= 61.94 gr.
Peso Agua= 10.39 gr.
Contenido de Humedad, W%= 16.8 %

Densidad de la Muestra

Peso suelo usado= 144.7 gr.
Peso unil. h medo= 2.01 ton/m³
Peso unil. seco= 1.72 ton/m³

Esfuerzo Normal= 0.50 Kg/cm²
Vel. Carga= 0.00254 cm/seg
Cte. Anillo= 0.7583 kg/dlv

TIEMPO (seg)	Deformación Horizontal (cm)	Dial de Carga	Fuerza de Corte (kg)	τ (Kg/cm ²)
0	0.00E+00	0.0	0.00	0.00
5	1.27E-02	5.0	3.79	0.11
10	2.54E-02	7.0	5.31	0.15
15	3.81E-02	8.0	6.07	0.17
20	5.08E-02	9.0	6.82	0.19
25	6.35E-02	9.0	6.82	0.19
30	7.62E-02	9.5	7.20	0.20
35	8.89E-02	9.5	7.20	0.20
40	1.02E-01	9.5	7.20	0.20
45	1.14E-01	9.5	7.20	0.20
50	1.27E-01	10.0	7.58	0.21
55	1.40E-01	10.0	7.58	0.21
60	1.52E-01	10.0	7.58	0.21
65	1.65E-01	10.0	7.58	0.21
70	1.78E-01	10.0	7.58	0.21



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020
Muestra: Ar. Guano-Geomembrana
Fecha: Nov. 11 de 1997

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Dimensiones Muestra

Lado= 6 cm
Altura= 2 cm
Area= 36.0 cm²
Volumen= 72.0 cm³

Contenido de Humedad

Peso suelo h um. + lata= 89.95 gr.
Peso suelo seco+ lata= 78.16 gr.
Peso lata= 8.28 gr.
Peso suelo seco= 69.88 gr.
Peso Agua= 11.79 gr.
Contenido de Humedad, W%= 16.9 %

Densidad de la Muestra

Peso suelo usado= 144.88 gr.
Peso unif. h umedo= 2.01 ton/m³
Peso unif. seco= 1.72 ton/m³

Esfuerzo Normal= 1.0 Kg/cm²
Vel. Carga= 0.00254 cm/seg
Cte. Anillo= 0.7583 kg/div

TIEMPO (seg)	Deformación Horizontal (cm)	Dial de Carga (Kg)	Fuerza de Corte (kg)	τ (Kg/cm ²)
	0	0	0	0
5	1.27E-02	6.0	4.55	0.13
10	2.54E-02	10.0	7.58	0.21
15	3.81E-02	13.0	9.86	0.27
20	5.08E-02	16.5	12.51	0.35
25	6.35E-02	17.5	13.27	0.37
30	7.62E-02	18.5	14.03	0.39
35	8.89E-02	19.0	14.41	0.40
40	1.02E-01	20.0	15.17	0.42
45	1.14E-01	20.5	15.55	0.43
50	1.27E-01	21.0	15.92	0.44
55	1.40E-01	21.0	15.92	0.44
60	1.52E-01	21.0	15.92	0.44
65	1.65E-01	21.0	15.92	0.44
70	1.78E-01	21.0	15.92	0.44
75	1.91E-01	21.0	15.92	0.44
80	2.03E-01	21.5	16.30	0.45
85	2.16E-01	21.5	16.30	0.45
90	2.29E-01	21.5	16.30	0.45
95	2.41E-01	22.0	16.68	0.46
100	2.54E-01	22.0	16.68	0.46
105	2.67E-01	22.5	17.06	0.47
110	2.79E-01	22.5	17.06	0.47
115	2.92E-01	23.0	17.44	0.48
120	3.05E-01	23.0	17.44	0.48
125	3.18E-01	24.0	18.20	0.51
130	3.30E-01	24.0	18.20	0.51
135	3.43E-01	24.5	18.58	0.52
140	3.56E-01	25.0	18.96	0.53
145	3.68E-01	26.0	19.72	0.55
150	3.81E-01	26.0	19.72	0.55
155	3.94E-01	26.5	20.09	0.56
160	4.06E-01	26.5	20.09	0.56
165	4.19E-01	26.5	20.09	0.56
170	4.32E-01	26.5	20.09	0.56



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: **CM-SE-97-020**
Muestra: **Ar. Guamo-Geomembrana**
Fecha: **Nov. 11 de 1997**

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Dimensiones Muestra

Lado= 6 cm
Altura= 2 cm
Area= 36.0 cm²
Volumen= 72.0 cm³

Contenido de Humedad

Peso suelo h m.+ lata= 82.9 gr.
Peso suelo seco+ lata= 71.8 gr.
Peso lata= 8.51 gr.
Peso suelo seco= 63.29 gr.
Peso Agua= 11.1 gr.
Contenido de Humedad, W%= 17.5 %

Densidad de la Muestra

Peso suelo usado= 144.58 gr.
Peso unit. h medo= 2.01 ton/m³
Peso unit. seco= 1.71 ton/m³

Esfuerzo Normal= 2.0 Kg/cm²
Vel. Carga= 0.00254 cm/seg
Cte. Anillo= 0.7583 kg/div

TIEMPO (seg)	Deformación Horizontal (cm)	Dial de Carga (Kg)	Fuerza de Corte (kg)	τ (Kg/cm ²)
	0			0
5	1.27E-02	4.0	3.03	0.08
10	2.54E-02	11.0	8.34	0.23
15	3.81E-02	18.0	13.65	0.38
20	5.08E-02	25.0	18.96	0.53
25	6.35E-02	30.0	22.75	0.63
30	7.62E-02	36.0	27.30	0.76
35	8.89E-02	40.0	30.33	0.84
40	1.02E-01	44.0	33.37	0.93
45	1.14E-01	45.0	34.12	0.95
50	1.27E-01	46.0	34.88	0.97
55	1.40E-01	47.0	35.64	0.99
60	1.52E-01	47.0	35.64	0.99
65	1.65E-01	47.0	35.64	0.99
70	1.78E-01	46.5	35.26	0.98
75	1.91E-01	46.0	34.88	0.97



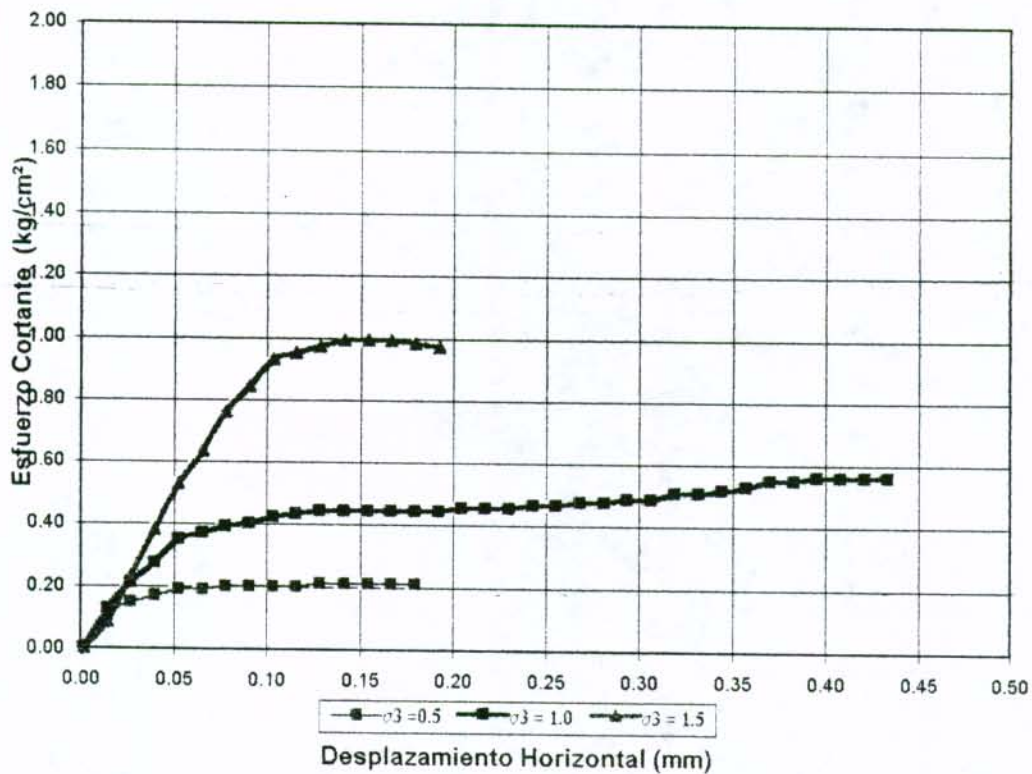
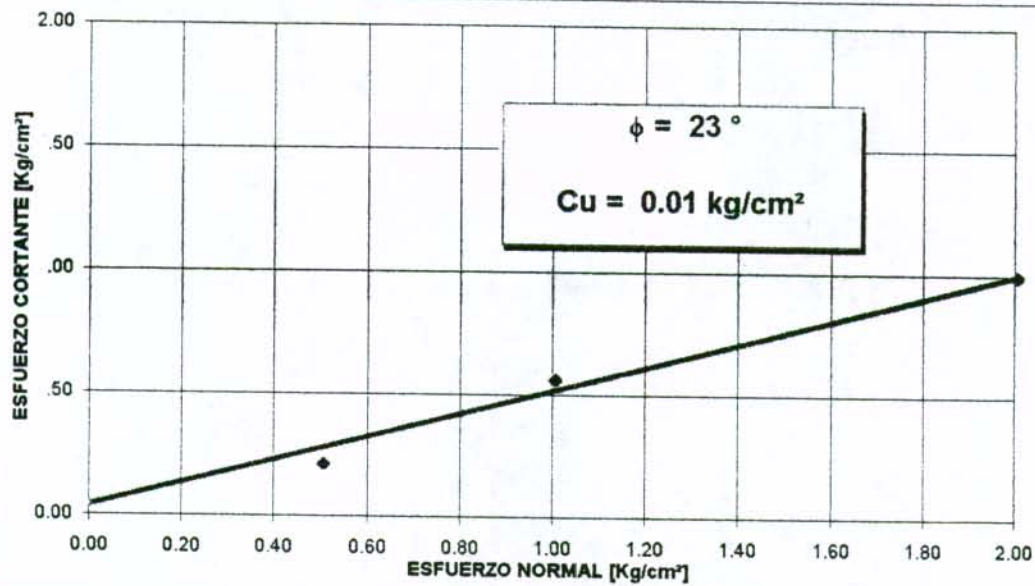
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Proyecto: CM-SE-97-020

Muestra: Ar. Guamo-Geomembrana

Fecha: Nov. 11 /97

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



ANEXO G-5
ENSAYOS DE LABORATORIO
DE LA ARENISCA

**FORMATO DE ENSAYOS
DE LABORATORIO**

HOJA DE RESUMEN

**DIAGNOSTICO GEOTÉCNICO Y AMBIENTAL
DE LAS CAUSAS DEL DESLIZAMIENTO EN EL RELLENO
SANITARIO DE DOÑA JUANA**

ARENISCA

Contiene :

Límites de consistencia
Análisis Granulométrico
Gravedad Específica
Próctor Modificado
Corte directo suelo-suelo
Corte directo suelo-geomembrana
Permeabilidad
Triaxial CUPP



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Orden: CM-SE-97-020
Fecha: Nov. 4 de 1997CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Apique No: NATURAL

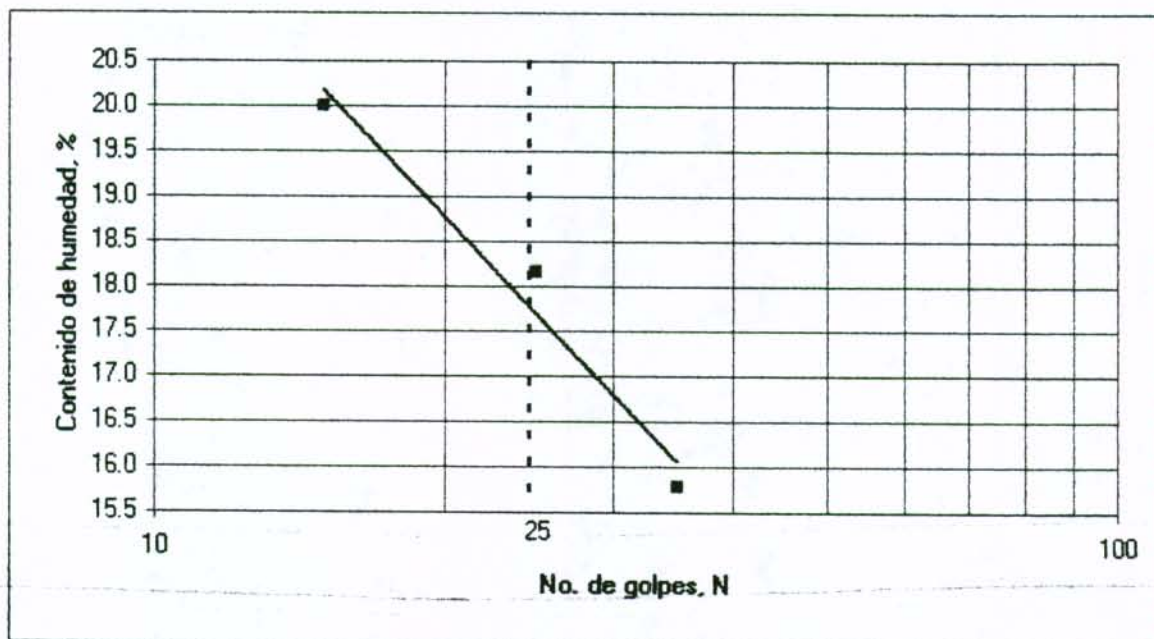
Muestra No:

DETERMINACION DE LIMITES DE ATTERBERG

Profundidad:

Determinación del límite líquido

Ensayo No	1	2	3	4	5
Lata No	270	80	363		
Peso suelo húmedo + lata (gr)	33.3	34.0	35.8		
Peso suelo seco + lata (gr)	30.4	30.7	31.9		
Peso de lata (gr)	12.0	12.5	12.4		
Contenido de humedad, %	15.8	18.2	20.0		
Número de golpes, N	35	25	15		



Determinación del límite plástico

Ensayo No				Humedad Natural	
	1	2	3	1	2
Lata No	369	304			
Peso suelo húmedo + lata (gr)	24.1	22.2			
Peso suelo seco + lata (gr)	23.0	21.2			
Peso de lata (gr)	12.4	11.2			
Contenido de humedad, %	9.6	9.8			

Humedad Natural =

Límite Líquido = 17.8 %

Límite Plástico = 9.7 %

Índice de plasticidad = 8.1 %

Clasific fracción fina



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Orden: CM-SE-97-020
Fecha: Nov. 4 de 1997CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Apique No : NATURAL

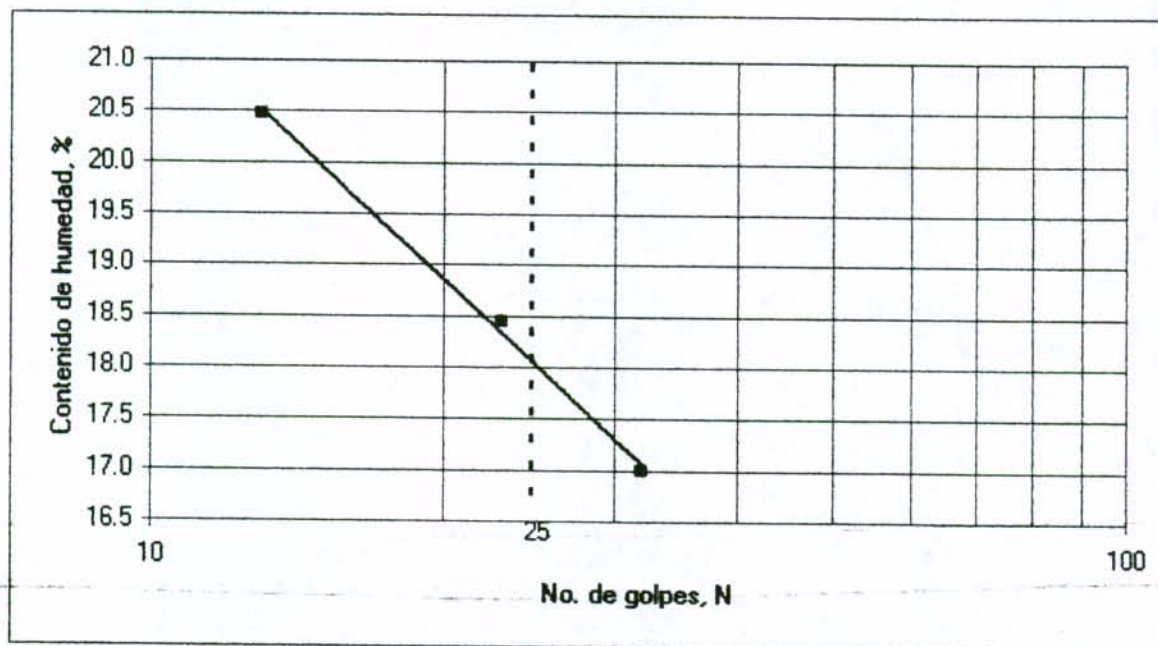
Muestra No :

DETERMINACION DE LIMITES DE ATTERBERG

Profundidad:

Determinación del límite líquido

Ensayo No	1	2	3	4	5
Lata No	71	68	234		
Peso suelo húmedo + lata (gr)	35.3	37.1	36.2		
Peso suelo seco + lata (gr)	32.0	33.3	32.0		
Peso de lata (gr)	12.6	12.4	11.7		
Contenido de humedad, %	17.0	18.4	20.5		
Número de golpes, N	32	23	13		



Determinación del límite plástico

Ensayo No	Determinación del límite plástico			Humedad Natural	
	1	2	3	1	2
Lata No	103	376			
Peso suelo húmedo + lata (gr)	22.3	21.3			
Peso suelo seco + lata (gr)	21.5	20.6			
Peso de lata (gr)	12.4	12.3			
Contenido de humedad, %	8.5	9.1			

Humedad Natural =

Límite Líquido = 18.1 %

Límite Plástico = 8.8 %

Índice de plasticidad = 9.3 %

Clasific fracción fina



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto :
Fecha: Octubre 29 1997
Cliente : CM-SE-97-020

Muestra : Arenisca Natural

Origen :

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Descripcion : Arena

Peso Suelo Seco+Bandeja (gr)

Peso Bandeja (gr)

Peso Suelo Seco (gr)

1.901

Tamaño Máximo :

Forma de Particulas :

TAMIZ No.	ABERTURA DEL TAMIZ		PESO MAT. RETENIDO	%	% ACUM.	% QUE PASA
	PULGADAS	MILIMETROS				
	4	101.6	0.00	0.00	0.00	100.00
	3	76.1	0.00	0.00	0.00	100.00
	2 1/2	64.0	0.00	0.00	0.00	100.00
*	2	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1 1/2	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
*	3/4	19.0	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1/2	12.7	5.00	0.26	0.26	99.74
*	3/8	9.51	0.00	0.00	0.26	99.74
* 4	0.187	4.76	6.00	0.32	0.58	99.42
* 8	0.0937	2.38	7.00	0.37	0.95	99.05
* 16	0.0469	1.19	7.00	0.37	1.32	98.68
* 30	0.0234	0.595	48.00	2.52	3.84	96.16
* 50	0.0117	0.297	844.00	44.40	48.24	51.76
* 100	0.0059	0.149	390.00	20.52	68.75	31.25
* 200	0.0029	0.074	74.00	3.89	72.65	27.35
SUMA DE PESOS			1381.00	PASA TAMIZ No 200		27.35
PESO DEL FONDO			520			
PESO TOTAL			1901.00			

* Tamices para granulometría de agregados para concreto.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto :
Fecha: Octubre 30 1997
Cliente : CM-SE-97-020

Muestra : Arenisca Natural

Origen :

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Descripcion : Arena

Peso Suelo Seco+Bandeja (gr)

Peso Bandeja (gr)

Peso Suelo Seco (gr)

797

Tamaño Máximo :

Forma de Particulas :

TAMIZ No.	ABERTURA DEL TAMIZ		PESO MAT. RETENIDO	%	% ACUM.	% QUE PASA
	PULGADAS	MILIMETROS				
	4	101.6	0.00	0.00	0.00	100.00
	3	76.1	0.00	0.00	0.00	100.00
	2 1/2	64.0	0.00	0.00	0.00	100.00
*	2	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1 1/2	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
*	3/4	19.0	0.00	0.00	0.00	100.00
*	1/2	12.7	0.00	0.00	0.00	100.00
*	3/8	9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
* 4	0.187	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
* 8	0.0937	2.38	1.40	0.18	0.18	99.82
* 16	0.0469	1.19	3.90	0.49	0.66	99.34
* 30	0.0234	0.595	17.15	2.15	2.82	97.18
* 50	0.0117	0.297	129.85	16.29	19.11	80.89
* 100	0.0059	0.149	370.15	46.44	65.55	34.45
* 200	0.0029	0.074	83.19	10.44	75.99	24.01
SUMA DE PESOS			605.64	PASA TAMIZ No 200		24.01
PESO DEL FONDO			191.36			
PESO TOTAL			797.00			

* Tamices para granulometría de agregados para concreto.

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL**

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
AGREGADO FINO
NORMA NTC 237**

PROYECTO :
 CLIENTE : CM-SE-97-020
 AGREGADO PROVENIENTE DE:
 MUESTRA No. :
 REFERENCIA : Arenisca Natural

FECHA : Octubre 29 1997
 OBRA :

MUESTRA No.	1	2	3
A, GMS.	483.0		
V, C.C.	500.0		
W, C.C.	299.8		
V - W	200.2		
500 - A	17.0		
(V - W) - (500 - A)	183.2		
GS. APARENTE SECA	2.41		
GS. APARENTE SATURADA SSS	2.50		
$GS_s = A / ((V-W) - (500 - A))$	2.64		
$ABSORCION = (500 - A) / A \times 100$	3.52		

A = Peso en aire de muestra seca, GMS.
 V = Volumen del pignómetro, ML.
 W = Peso o volumen de agua para llenar el pignómetro con la muestra.
 GS = Peso específico.
 500 = Peso de la muestra saturada, superficie seca.

NOTA : Las pruebas no deben variar mas de 0.02 en peso específico y no mas de 0.05 en absorcion.

OBSERVACIONES :

 Ingeniero



 Laboratorista

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL**

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
AGREGADO FINO
NORMA NTC 237**

PROYECTO :
 CLIENTE : CM-SE-9-020
 AGREGADO PROVENIENTE DE:
 MUESTRA No. :
 REFERENCIA : Arenisca Natural

FECHA : Octubre 31 1997
 OBRA :

MUESTRA No.	1	2	3
A, GMS.	486.0		
V, C.C.	500.0		
W, C.C.	300.0		
V - W	200.0		
500 - A	14.0		
(V - W) - (500 - A)	186.0		
GS. APARENTE SECA	2.43		
GS. APARENTE SATURADA SSS	2.50		
$GS_s = A / ((V-W) - (500 - A))$	2.61		
$ABSORCION = (500 - A) / A \times 100$	2.88		

A = Peso en aire de muestra seca, GMS.
 V = Volumen del pignómetro, ML.
 W = Peso o volumen de agua para llenar el pignómetro con la muestra.
 GS = Peso específico.
 500 = Peso de la muestra saturada, superficie seca.

NOTA : Las pruebas no deben variar mas de 0.02 en peso específico y no mas de 0.05 en absorcion.

OBSERVACIONES :

 Ingeniero



 Laboratorista



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE ESTUDIOS EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Orden: CM-SE-97-020
Fecha: Nov. 4 de 1997

Muestra No: NATURAL
Sondeo No: _____

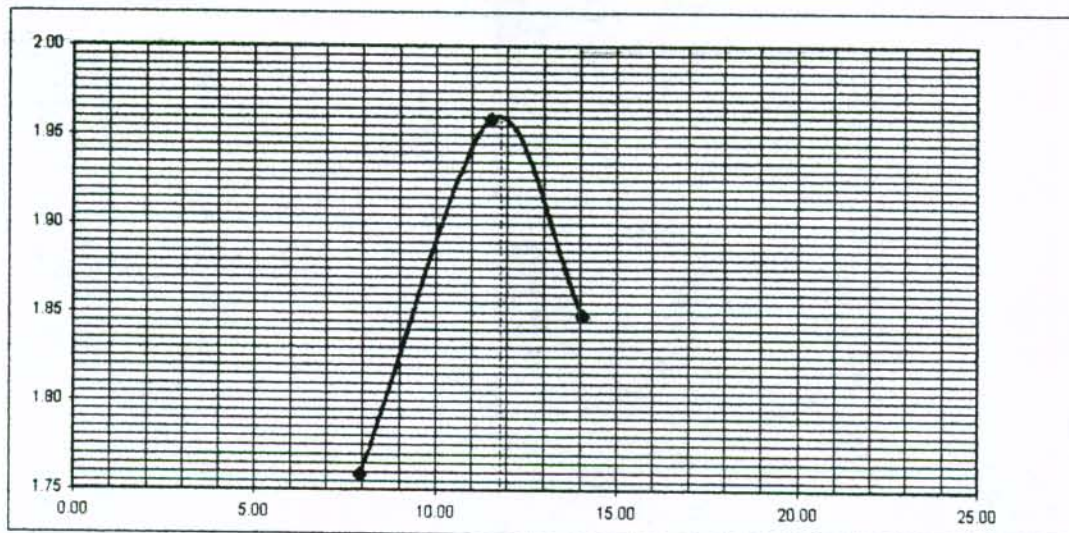
ENSAYO DE COMPACTACION

Caida	<u>12 in</u>	Molde No	
Numero de Capas	<u>3</u>	Diametro =	<u>10.10 cm</u>
Golpes por Capa	<u>25</u>	Altura =	<u>11.65 cm</u>
Peso del Martillo	<u>5.5 lbs</u>	Volumen =	<u>933 cm³</u>

Determinacion de Humedad						
Lata No.	91	355	63	121	212	39
Peso suelo humedo + lata. gr	78.2	72.5	71.7	88.3	88.3	81.2
Peso suelo seco +lata. gr	71.3	68.2	65.7	75.9	77.1	72.8
Peso de lata gr	12.2	12.3	12.7	13.2	12.0	13.2
Peso de suelo seco. gr	59.2	55.9	53.0	62.7	65.1	59.7
Peso de agua gr	4.8	4.4	6.1	7.3	9.2	8.4
Humedad w%	8.1	7.8	11.4	11.7	14.1	14.1
	8.0		11.6		14.1	

Lata No.						
Peso suelo humedo + lata. gr						
Peso suelo seco +lata. gr						
Peso de lata gr						
Peso de suelo seco. gr						
Peso de agua gr						
Humedad w%						

Determinacion de la densidad			
Humedad medida. w%	8.0	11.6	14.1
Peso de suelo +Molde gr.	6016	6284	6212
Peso de Molde gr	4244	4244	4244
Peso de suelo seco en molde gr	1772	2040	1968
Densidad Humeda. Ton/m ³	1.90	2.19	2.11
Densidad Seca. Ton/m ³	1.76	1.96	1.85



Contenido de Humedad Optimo = 11.8
Densidad Seca Maxima = 1.96



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE ESTUDIOS EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Orden: CM-SE-97-020
Fecha: Nov. 4 de 1997

Muestra No: NATURAL 1

ENSAYO DE COMPACTACION

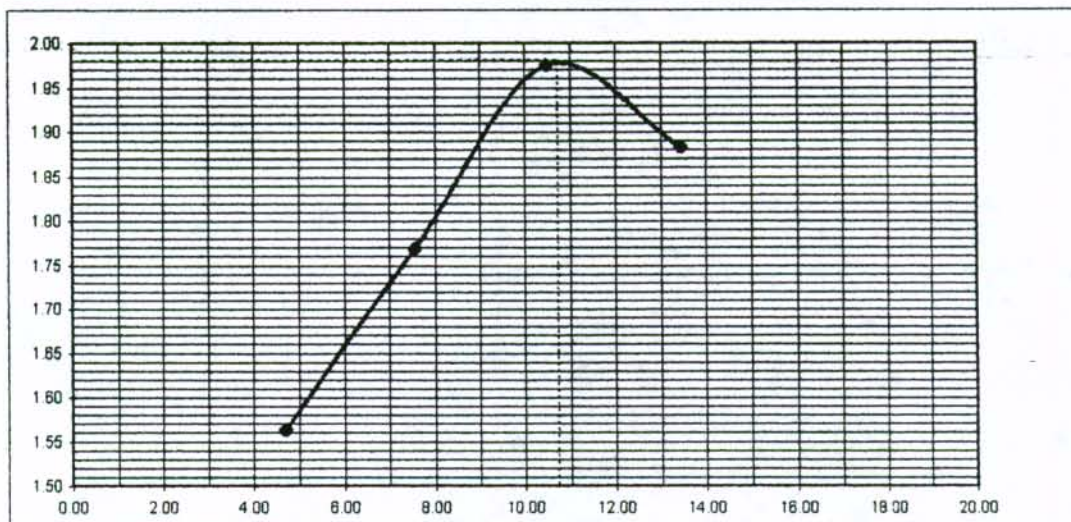
Sondeo No: _____

Caida	12 in	Molde No	
Numero de Capas	3	Diametro =	10.10 cm
Golpes por Capa	25	Altura =	11.85 cm
Peso del Martillo	5.5 lb	Volumen =	933 cm ³

Determinacion de Humedad						
Lata No.	135	344	154	190	301	58
Peso suelo humedo + lata. gr	80.8	88.3	77.6	77.8	82.9	77.9
Peso suelo seco +lata. gr	77.8	84.9	73.0	73.2	78.1	71.6
Peso de lata gr	12.4	12.6	13.1	11.5	11.7	12.2
Peso de suelo seco. gr	65.4	72.3	59.9	61.7	64.5	59.5
Peso de agua gr	3.1	3.4	4.6	4.6	6.8	6.3
Humedad w%	4.7	4.8	7.7	7.4	10.5	10.5
	4.7		7.6		10.5	

Lata No.	203	315	52	38	11	12
Peso suelo humedo + lata. gr	74.9	78.0				
Peso suelo seco +lata. gr	67.4	68.4				
Peso de lata gr	11.9	11.5				
Peso de suelo seco. gr	55.5	56.8				
Peso de agua gr	7.5	7.7				
Humedad w%	13.4	13.5				
	13.5					

Determinacion de la densidad				
Humedad medida. w%	4.7	7.6	10.5	13.5
Peso de suelo + Molde gr.	5771	6020	6282	6238
Peso de Molde gr	4244	4244	4244	4244
Peso de suelo seco en molde gr	1527	1776	2038	1994
Densidad Humeda. Ton/m ³	1.64	1.90	2.18	2.14
Densidad Seca. Ton/m ³	1.56	1.77	1.98	1.88



Contenido de Humedad Optimo = 10.7
Densidad Seca Maxima = 1.98



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES-CIMOC

ENSAYO TRIAXIAL CU

Proyecto: RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

Fecha: Noviembre 12 de 1997

Muestra : ARENISCA NATURAL

Dimensiones Muestra

Diametro= 5.02 cm
 Altura= 9.99 cm
 Area= 19.79 cm²
 Volumen= 197.73 cm³
 Anillo (820 - 821) 821

Contenido de Humedad Final

Peso suelo h m.= 388.62 gr.
 Peso suelo seco = 351.91 gr.
 Peso Agua= 36.71 gr.
 Contenido de Humedad, W%= 10.43 %

Peso Unitario = 1.97 gr/cm³

0.5 Kg/cm²

Lectura del Deformimetro Vertical	Deformaci3n unitaria	Presion de poros (Kg/cm ²)	Dial de Carga	Carga (kg)	Esfuerzo desviador (Kg/cm ²)	p' (Kg/cm ²)
0	0.00E+00	0.00E+00	0.00	9.90	0.000	0.500
10	1.00E-03	0.00E+00	7.00	16.52	0.334	0.611
20	2.00E-03	0.00E+00	10.00	19.36	0.476	0.659
30	3.00E-03	9.58E-04	13.00	22.20	0.618	0.705
40	4.00E-03	9.58E-04	15.00	24.10	0.713	0.737
60	6.01E-03	0.00E+00	20.00	28.84	0.949	0.816
80	8.01E-03	0.00E+00	22.00	30.75	1.041	0.847
100	1.00E-02	-2.88E-03	22.00	30.77	1.039	0.849
125	1.25E-02	-4.79E-03	24.00	32.69	1.131	0.882
150	1.50E-02	-5.75E-03	27.00	35.55	1.269	0.929
180	1.80E-02	-6.71E-03	28.00	36.52	1.312	0.944
200	2.00E-02	-7.67E-03	29.00	37.49	1.356	0.960
250	2.50E-02	-8.63E-03	33.00	41.32	1.535	1.020
300	3.00E-02	-8.63E-03	36.00	44.20	1.666	1.064
350	3.50E-02	-8.63E-03	37.00	45.20	1.704	1.077
400	4.00E-02	-8.63E-03	39.00	47.14	1.786	1.104
450	4.50E-02	-9.58E-03	40.00	48.14	1.823	1.117
500	5.01E-02	-9.58E-03	41.00	49.14	1.859	1.129
550	5.51E-02	-9.58E-03	40.00	48.25	1.804	1.111
600	6.01E-02	-1.05E-02	39.00	47.36	1.749	1.094



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES-CIMOC

Proyecto: RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

Fecha: Noviembre 12 de 1997

Muestra : ARENISCA NATURAL

Dimensiones Muestra

Diametro= 5.15 cm
 Altura= 10.09 cm
 Area= 20.83 cm²
 Volumen= 210.18 cm³
 Anillo (820 - 821) 821.00
 $\sigma_3 = 1.0 \text{ Kg/cm}^2$

Contenido de Humedad Final

Peso suelo húm.= 437.95 gr.
 Peso suelo seco = 393.39 gr.
 Peso Agua= 44.56 gr.
 Contenido de Humedad, W%= 11.33 %
 Peso Unitario = 2.08 gr/cm³

Lectura del Deformimetro Vertical	Deformación unitaria	Presion de poros (Kg/cm ²)	Dial de Carga	Carga (kg)	Esfuerzo desviador (Kg/cm ²)	p' (Kg/cm ²)
0	0.00E+00	0.00E+00	0.00	20.83	0.000	1.000
10	9.91E-04	0.00E+00	9.00	29.35	0.408	1.136
20	1.98E-03	0.00E+00	18.00	37.87	0.814	1.271
30	2.97E-03	9.58E-03	27.00	46.39	1.221	1.397
40	3.96E-03	9.58E-03	40.00	58.69	1.806	1.593
60	5.95E-03	3.83E-02	55.00	72.90	2.479	1.788
80	7.93E-03	3.83E-02	65.00	82.39	2.924	1.936
100	9.91E-03	2.88E-02	75.00	91.87	3.367	2.093
125	1.24E-02	2.88E-02	80.00	96.65	3.582	2.165
150	1.49E-02	2.88E-02	86.00	102.37	3.841	2.252
180	1.78E-02	2.88E-02	88.00	104.32	3.919	2.277
200	1.98E-02	2.88E-02	90.00	106.25	4.000	2.304
250	2.48E-02	1.92E-02	93.50	109.67	4.134	2.359
300	2.97E-02	0.00E+00	93.50	109.77	4.113	2.371
350	3.47E-02	-9.58E-03	93.50	109.88	4.092	2.374
400	3.96E-02	-1.92E-02	92.50	109.05	4.028	2.362
450	4.46E-02	-2.88E-02	92.50	109.16	4.007	2.364
500	4.96E-02	-3.83E-02	92.50	109.28	3.986	2.367



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES-CIMOC

Proyecto: RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

Fecha: Noviembre 12 de 1997

Muestra : ARENISCA NATURAL

Dimensiones Muestra

Diametro= 5.21 cm
 Altura= 10.05 cm
 Area= 21.3 cm²
 Volumen= 214.3 cm³
 Anillo (820 - 821) 821

Contenido de Humedad Final

Peso suelo húm.= 439.51 gr.
 Peso suelo seco = 398.52 gr.
 Peso Agua= 40.99 gr.
 Contenido de Humedad, W%= 10.3 %

$\sigma_3 = 2.0 \text{ Kg/cm}^2$

Peso Unitario = 2.05 gr/cm³

Lectura del Deformimetro Vertical	Deformación unitaria	Presion de poros (Kg/cm ²)	Dial de Carga	Carga (kg)	Esfuerzo desviador (Kg/cm ²)	p' (Kg/cm ²)
0	0.00E+00	0.00E+00	0	42.64	0.000	2.000
10	9.95E-04	0.00E+00	10.0	52.12	0.443	2.148
20	1.99E-03	0.00E+00	13.0	55.00	0.575	2.192
30	2.99E-03	9.58E-04	16.0	57.88	0.707	2.235
40	3.98E-03	9.58E-04	18.0	59.81	0.794	2.264
60	5.97E-03	9.58E-04	22.0	63.67	0.969	2.322
80	7.96E-03	1.92E-03	25.0	66.59	1.099	2.364
100	9.95E-03	1.92E-03	30.0	71.40	1.316	2.437
120	1.19E-02	1.92E-03	42.0	82.82	1.838	2.611
125	1.24E-02	1.92E-03	42.0	82.84	1.837	2.611
150	1.49E-02	5.75E-03	75.0	114.12	3.273	3.085
180	1.79E-02	8.63E-03	94.0	132.19	4.090	3.355
200	1.99E-02	8.63E-03	103.0	140.78	4.472	3.482
250	2.49E-02	9.58E-03	130.0	166.50	5.616	3.862
300	2.99E-02	1.15E-02	149.0	184.67	6.404	4.123
350	3.48E-02	1.15E-02	160.0	195.29	6.841	4.269
400	3.98E-02	1.05E-02	169.0	204.02	7.189	4.386
450	4.48E-02	8.63E-03	177.0	211.80	7.490	4.488
500	4.98E-02	7.67E-03	184.0	218.65	7.746	4.574
550	5.47E-02	6.71E-03	191.0	225.50	7.998	4.659
600	5.97E-02	5.75E-03	196.0	230.46	8.165	4.716
700	6.97E-02	4.79E-03	198.5	233.30	8.181	4.722
800	7.96E-02	3.83E-03	193.0	228.60	7.869	4.619



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES-CIMOC

Proyecto: RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

Fecha: Noviembre 12 de 1997

Muestra : ARENISCA NATURAL

Dimensiones Muestra

Diametro= 4.9 cm
 Altura= 10.2 cm
 Area= 21.3 cm²
 Volumen= 217.5 cm³
 Anillo (820 - 821) 821

Contenido de Humedad Final

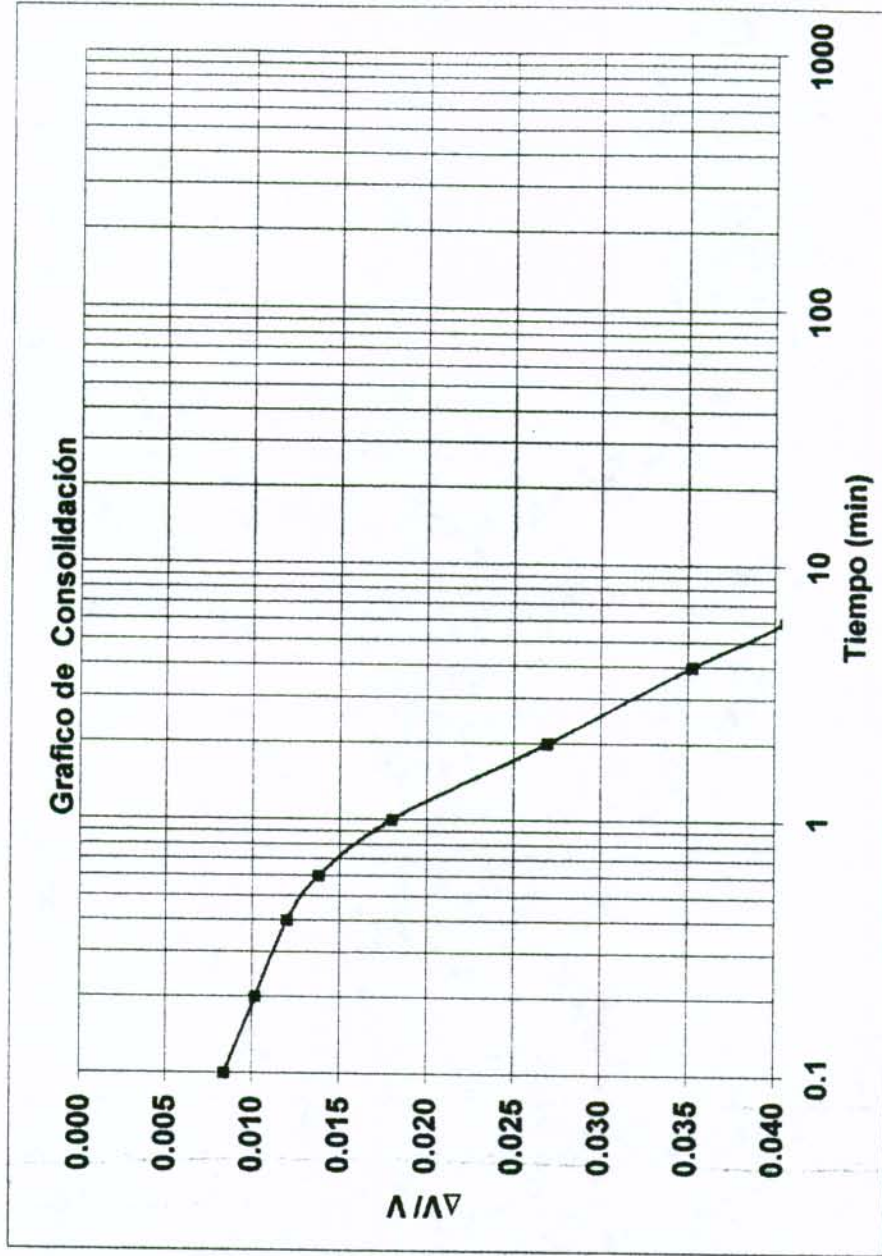
Peso suelo h um.= 399.38 gr.
 Peso suelo seco = 359 gr.
 Peso Agua= 40.38 gr.
 Contenido de Humedad, W%= 11.2 %

$\sigma_3 =$ 3.0 Kg/cm²

Peso Unitario = 1.84 gr/cm³

Lectura del Deformimetro Vertical	Deformación unitaria	Presion de poros (Kg/cm ²)	Dial de Carga	Carga (kg)	Esfuerzo desviador (Kg/cm ²)	p' (Kg/cm ²)
0	0.00E+00	0.00E+00	0	42.64	-1.000	2.667
10	9.95E-04	9.58E-03	13.5	55.43	-0.403	2.856
20	1.99E-03	9.58E-03	23.0	64.45	0.017	2.996
30	2.99E-03	1.92E-02	31.5	72.52	0.391	3.111
40	3.98E-03	2.88E-02	39.0	79.64	0.721	3.212
60	5.97E-03	3.83E-02	50.0	90.12	1.202	3.362
80	7.96E-03	4.79E-02	63.5	102.95	1.791	3.549
100	9.95E-03	5.75E-02	75.0	113.90	2.290	3.706
125	1.24E-02	6.71E-02	86.0	124.40	2.762	3.854
150	1.49E-02	7.67E-02	92.0	130.17	3.015	3.928
180	1.79E-02	8.63E-02	99.0	136.92	3.307	4.016
200	1.99E-02	9.58E-02	110.0	147.39	3.776	4.163
250	2.49E-02	1.05E-01	140.0	175.95	5.048	4.577
300	2.99E-02	1.05E-01	155.0	190.34	5.662	4.782
350	3.48E-02	1.15E-01	170.0	204.73	6.269	4.975
400	3.98E-02	1.15E-01	178.0	212.52	6.572	5.076
450	4.48E-02	1.15E-01	188.0	222.19	6.956	5.204
500	4.98E-02	1.15E-01	190.0	224.31	6.998	5.218
550	5.47E-02	1.05E-01	199.0	233.05	7.333	5.339
600	5.97E-02	9.58E-02	206.0	239.90	7.581	5.431
700	6.97E-02	8.63E-02	213.0	247.00	7.779	5.507
800	7.96E-02	7.67E-02	216.0	250.33	7.807	5.526
900	8.96E-02	6.71E-02	218.0	252.72	7.793	5.530
1000	9.95E-02	4.79E-02	219.0	254.18	7.737	5.531
1100	1.09E-01	4.79E-02	219.0	254.71	7.640	5.499
1200	1.19E-01	4.79E-02	217.0	253.36	7.465	5.441

ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 0.5 \text{ kg/cm}^2$



tiempo	lectura	volumen
0	3.3	0.000
0.1	4.7	0.008
0.2	5.0	0.010
0.4	5.3	0.012
0.6	5.6	0.014
1	6.3	0.018
2	7.8	0.027
4	9.2	0.035
6	10.1	0.041
10	11.1	0.047
20	12.2	0.053
49	13.5	0.061
64	13.9	0.063
135	15.2	0.071
203	16.2	0.077
1180	22.7	0.116
2620	27.8	0.146

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA
 ARENISCA NATURAL
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

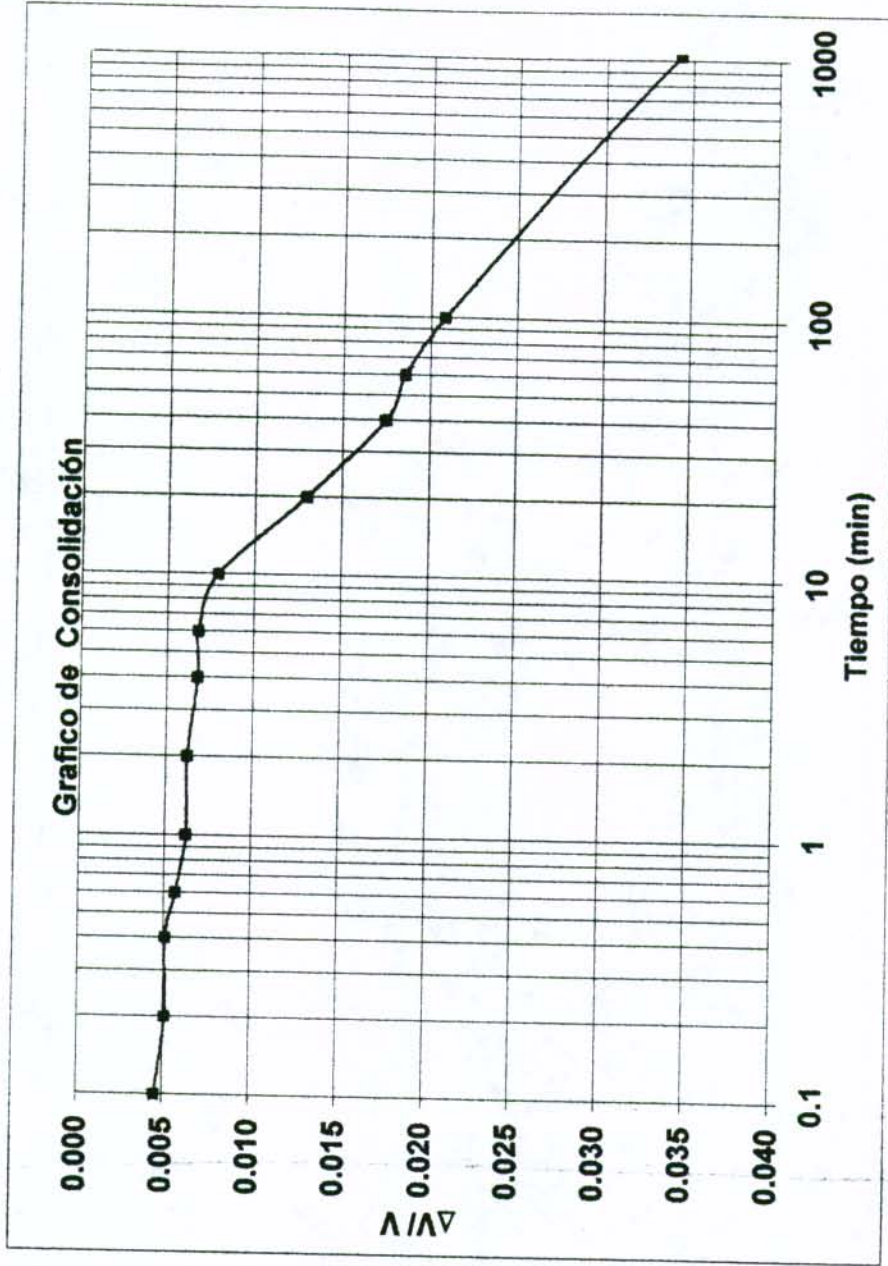
ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 0.5 \text{ kg/cm}^2$

INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 3/11/97



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
 Y OBRAS CIVILES
 CIMOC

ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 1.0 \text{ kg/cm}^2$



tiempo	lectura	volumen
0	3.1	0.000
0.1	3.9	0.004
0.2	4.0	0.005
0.4	4.0	0.005
0.6	4.1	0.006
1	4.2	0.006
2	4.2	0.006
4	4.3	0.007
6	4.3	0.007
10	4.5	0.008
20	5.4	0.013
40	6.2	0.017
60	6.4	0.019
100	6.8	0.021
1040	9.2	0.034
1475	10	0.039
2480	10	0.039
5360	10	0.039

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA
 ARENISCA NATURAL
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

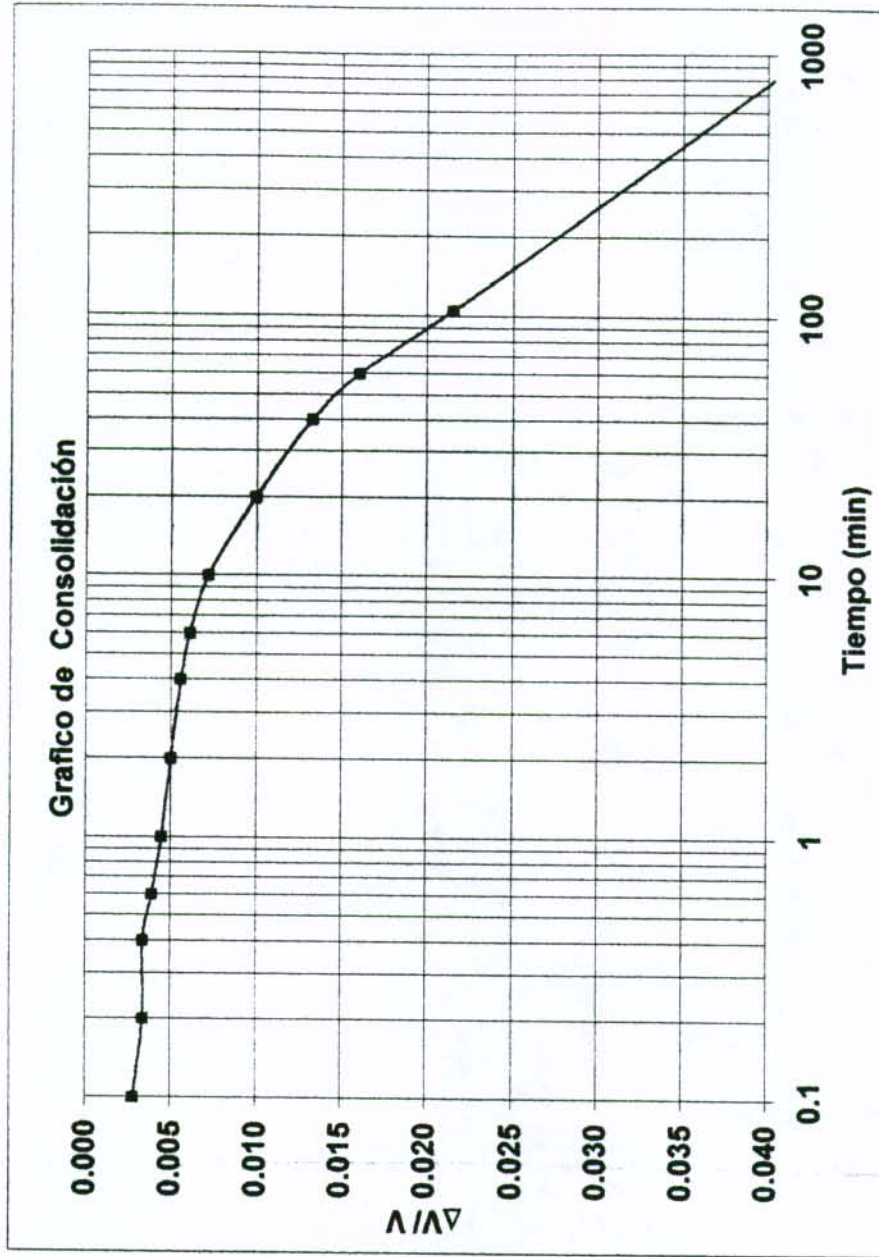
ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 1.0 \text{ kg/cm}^2$

INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 3/11/97



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
 Y OBRAS CIVILES
 CIMOC

ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 2.0 \text{ kg/cm}^2$



tiempo	lectura	volumen
0	2.5	0.000
0.1	3.0	0.003
0.2	3.1	0.003
0.4	3.1	0.003
0.6	3.2	0.004
1	3.3	0.004
2	3.4	0.005
4	3.5	0.006
6	3.6	0.006
10	3.8	0.007
20	4.3	0.010
40	4.9	0.013
60	5.4	0.016
105	6.4	0.021
999	10.2	0.042

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA
 ARENISCAS NATURAL

ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 2.0 \text{ kg/cm}^2$

INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 3/11/87



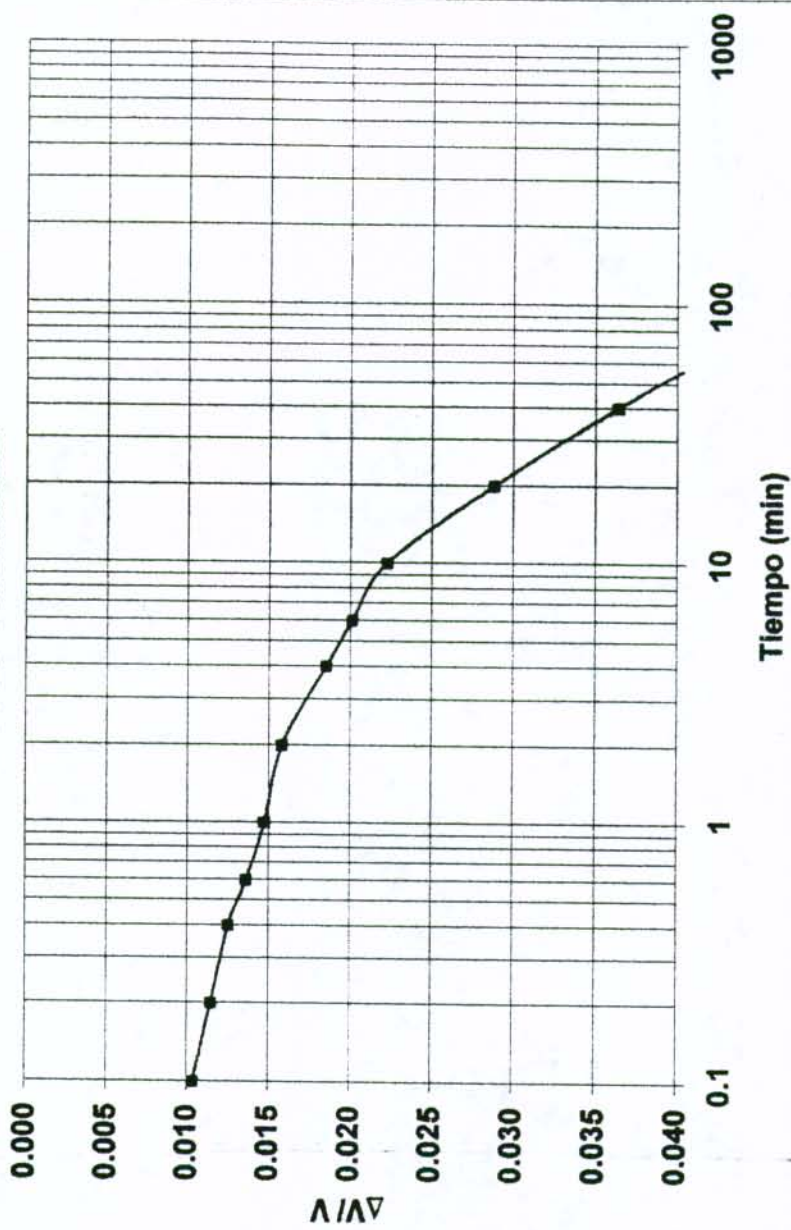
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
 Y OBRAS CIVILES
 CIMOC

ENSAYO DE CONSOLIDACION

$\sigma_3 = 3.0 \text{ kg/cm}^2$

tiempo	lectura	volumen
0	2.8	0.000
0.1	4.7	0.010
0.2	4.9	0.011
0.4	5.1	0.012
0.6	5.3	0.014
1	5.5	0.015
2	5.7	0.016
4	6.2	0.018
6	6.5	0.020
10	6.9	0.022
20	8.1	0.029
40	9.5	0.036
60	10.4	0.041
123	12.3	0.052
203	13.7	0.059
400	15.6	0.069
1440	17.8	0.081
1620	20.3	0.095
5060	22.7	0.108

Grafico de Consolidación



RELLENO SANITARIO
DOÑA JUANA
ARENISCA NATURAL
ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

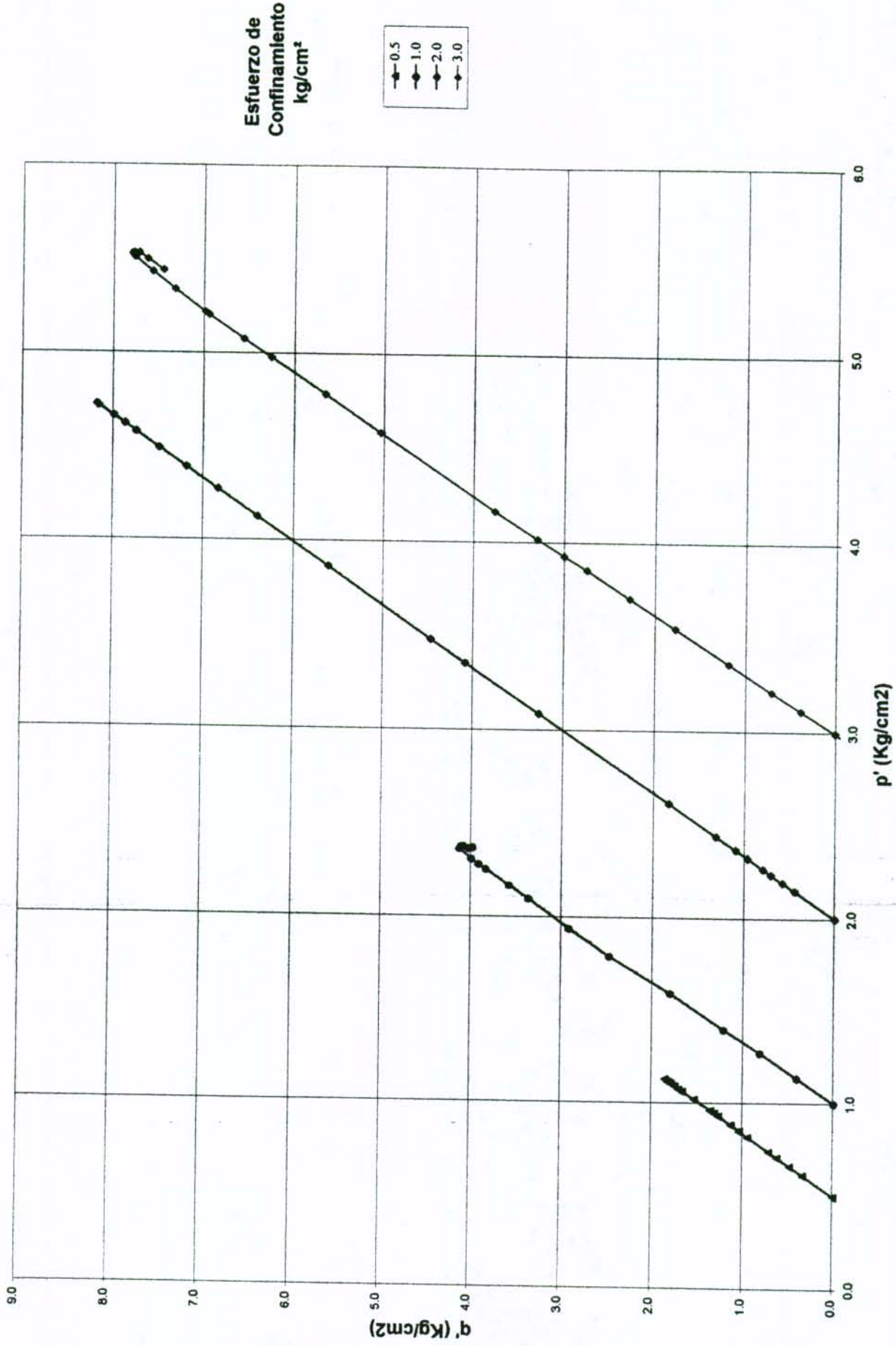
ENSAYO DE CONSOLIDACION
 $\sigma_3 = 3.0 \text{ kg/cm}^2$

INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYO: 3/11/97



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
Y OBRAS CIVILES
CIMOC

ESFUERZO DESVIADOR σ_d Vs. ESFUERZO ISOTROPICO



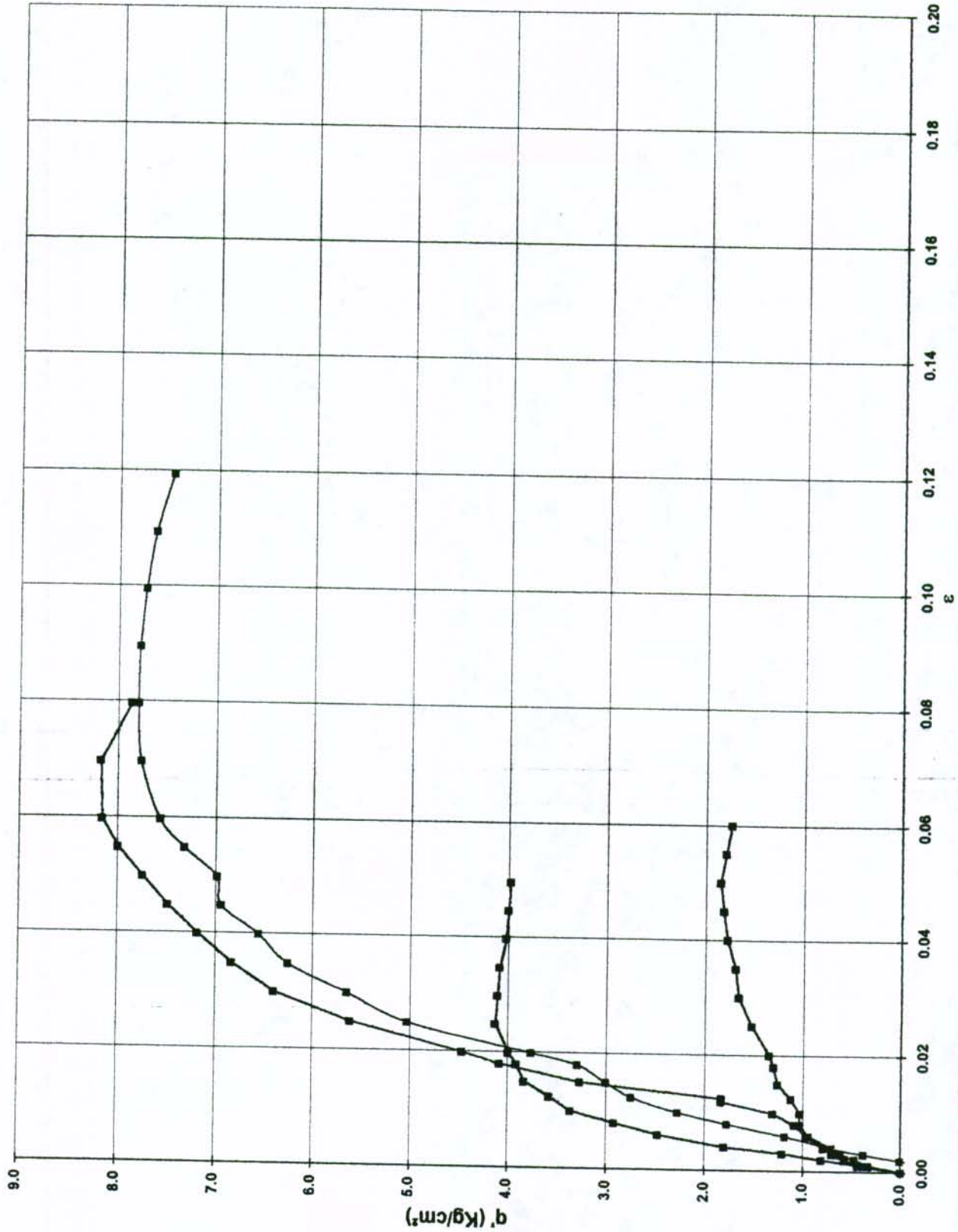
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
 Y OBRAS CIVILES
 CIMOC



GRAFICA
 RELACION DE ESFUERZOS q' vs p'
 ARENISCA NATURAL
 INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 12/11/97

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-87-020

ESFUERZO DESVIADOR σ_d Vs. ϵ



RELLENO SANITARIO
DOÑA JUANA

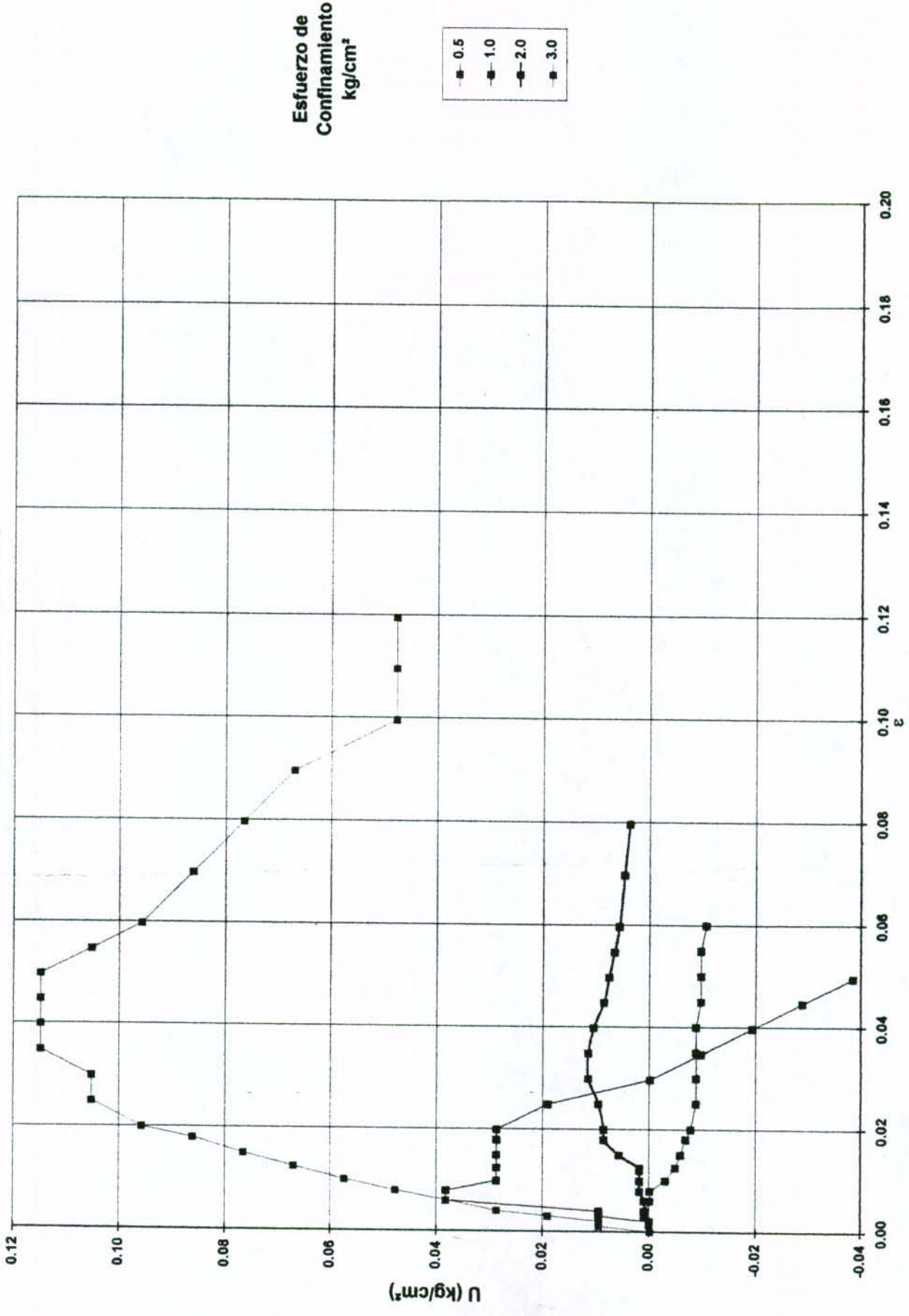
GRAFICA
ESFUERZO DESVIADOR σ_d Vs. ϵ
ARENISCA NATURAL

INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYO: 12/11/87

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
Y OBRAS CIVILES
CIMOC



PRESION DE POROS Vs. ϵ



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
 Y OBRAS CIVILES
 CIMOC



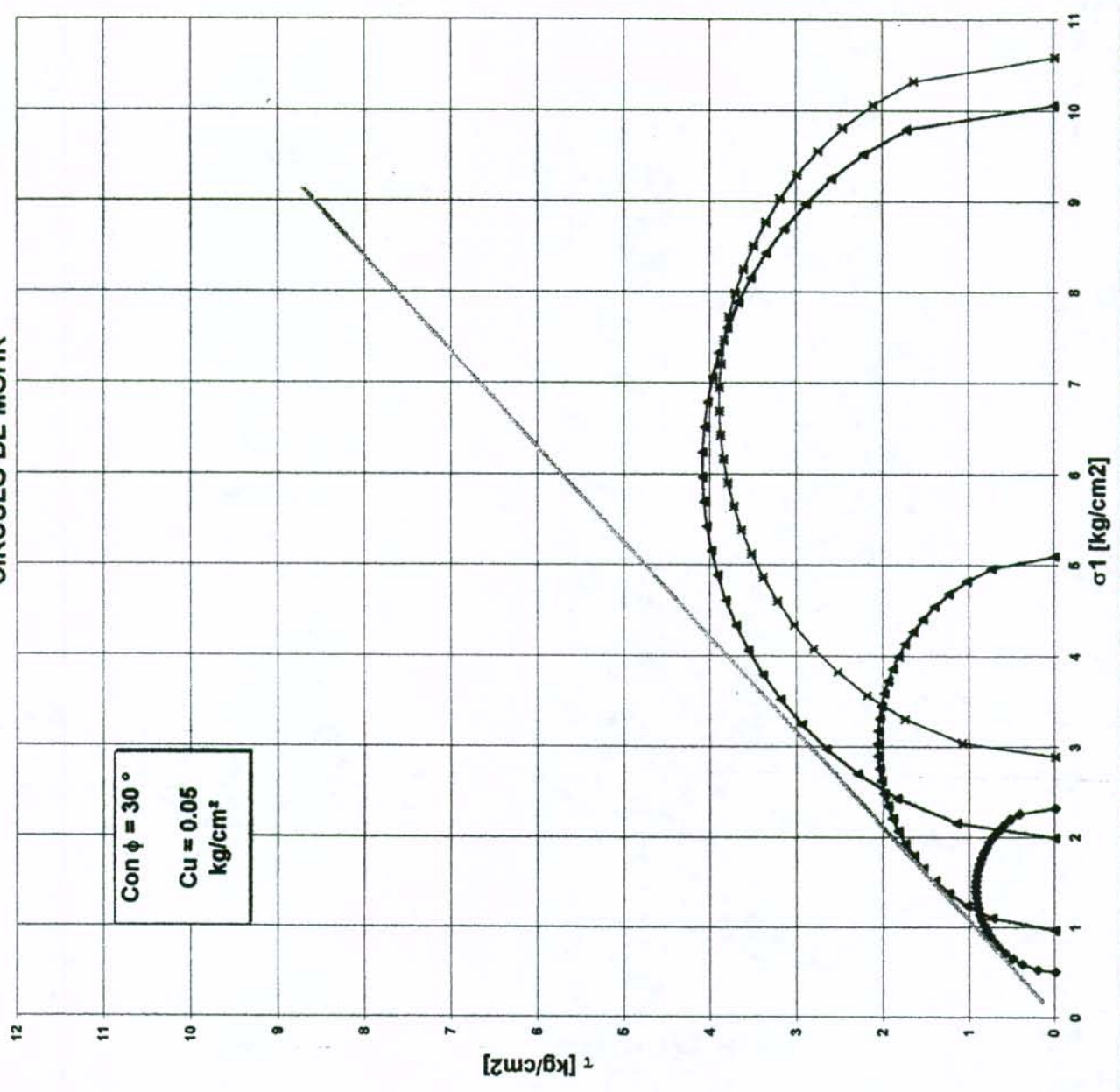
GRAFICA
 PRESION DE POROS Vs. ϵ
 ARENISCA NATURAL

INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 12/1/87

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA

ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-87-020

CIRCULO DE MOHR



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES
 Y OBRAS CIVILES
 CIMOC



GRAFICA
 CIRCULO DE MOHR
 ARENISCA NATURAL

INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 12/11/87

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA

ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-87-020


ENSAYO DE CABEZA CONSTANTE

MUESTRA No	CANTIDAD DE AGUA [cm ³]	ALTURA [cm]	AREA [cm ²]	CABEZA [cm]	TIEMPO [s]	COEF.PERMEABILIDAD [cm/s]
Cobertura 1	53	10	19	100	600	4.65E-04
Cobertura 2	25	15	43	100	135	6.38E-04
Arenisca Natural	50	10	21	100	3600	6.51E-05
Arena Guamo	25	10	20	100	180	7.09E-04

$Kt=QL/Aht$

donde:

- Kt: permeabilidad [cm/s]
- Q: cantidad de agua [cm³]
- L: altura [cm]
- A: area[cm²]
- h:: cabeza [cm]
- t: tiempo [s]

RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA ORDEN DE TRABAJO CM-SE-97-020	TABLA COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD INGENIERO: CARLOS BENAVIDES FECHA DE ENSAYO: 12/11/97		UNIVERSIDAD DE LOS ANDES DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES CIMOC

000073

ANEXO G-6
ENSAYOS DE LABORATORIO Y DE CAMPO
DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

HUECO	Wbasura g	Wagua g	γ Total g/cm ³	ω (%)	γ Seco g/cm ³
1	56000	60000	0.93	38	0.68
2	65000	70000	0.93	41	0.66
3	26000	30000	0.87	41	0.61

RELLENO SANITARIO
DONA JUANA
ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

DENSIDADES DE CAMPO
BASURA
ZONA 2
INGENIERO : OCTAVIO CORONADO
FECHA DE ENSAYO: 3/12/1997



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	COMPRIME (cm)	VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	γ Total (gr/cm ³)	PRESION (Kg/cm ²)	γ Seco (gr/cm ³)
3.80	2.80	3.00	3.20	4.50	12787.50	14000	1.09	0.64	0.91
5.90	5.00	4.00	4.50	6.15	11426.25	13800	1.21	4.13	0.94
7.00	5.40	4.50	5.50	6.90	10807.50	12850	1.19	4.76	0.92
2.00	2.50	2.50	3.10	3.83	13344.38	16000	1.20	2.18	0.93
5.80	5.20	6.20	4.70	6.78	10910.63	15900	1.46	10.41	1.03
6.90	6.00	7.80	6.00	7.98	9920.63	14950	1.51	12.76	1.07

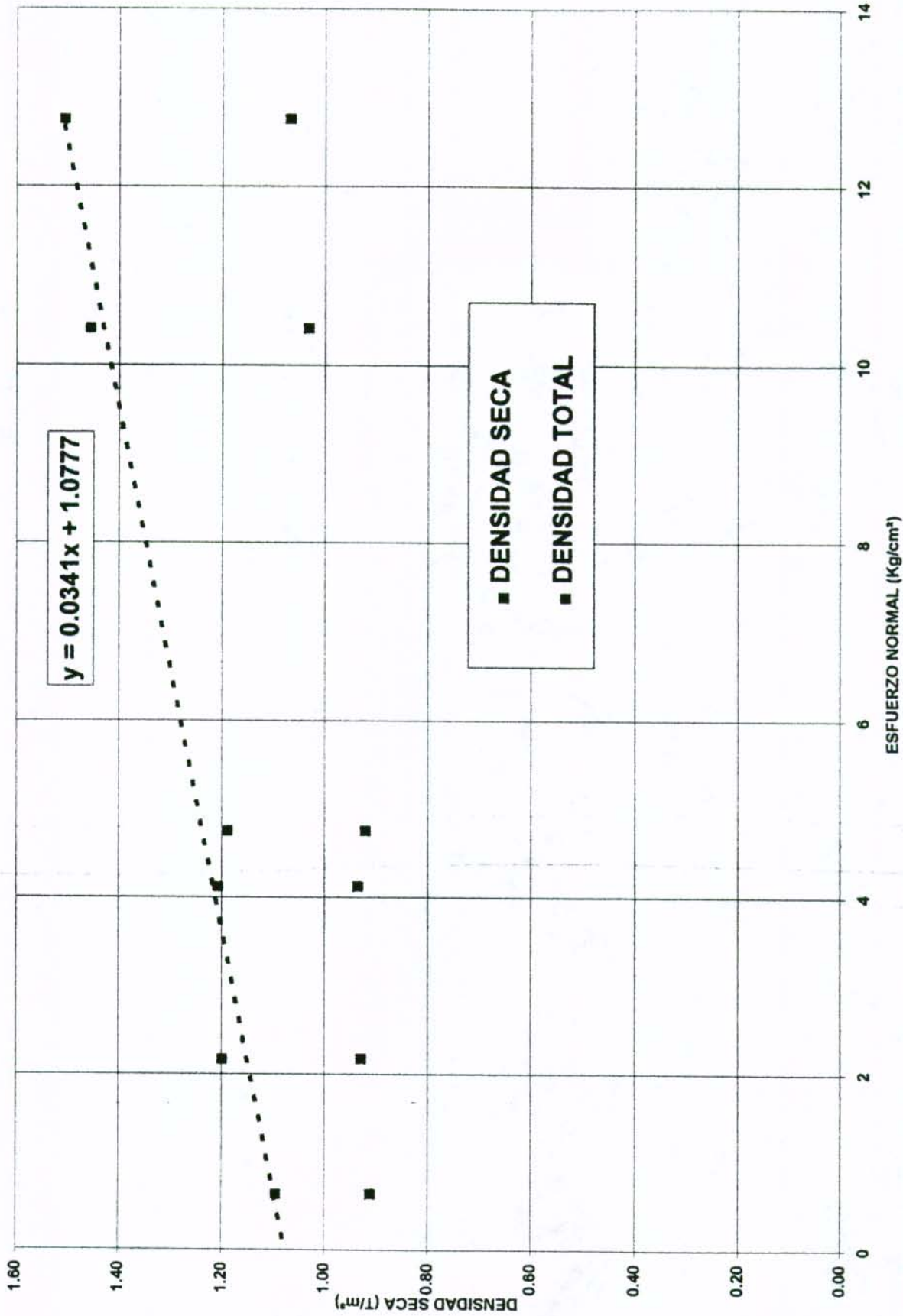
RELLENO SANITARIO
DONA JUANA
ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

CORRELACION DENSIDAD HUMEDA
Y ESFUERZO NORMAL
ZONA 2
INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYO: 3/12/1997



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

GRAFICO DE DENSIDAD SECA vs. ESFUERZO NORMAL



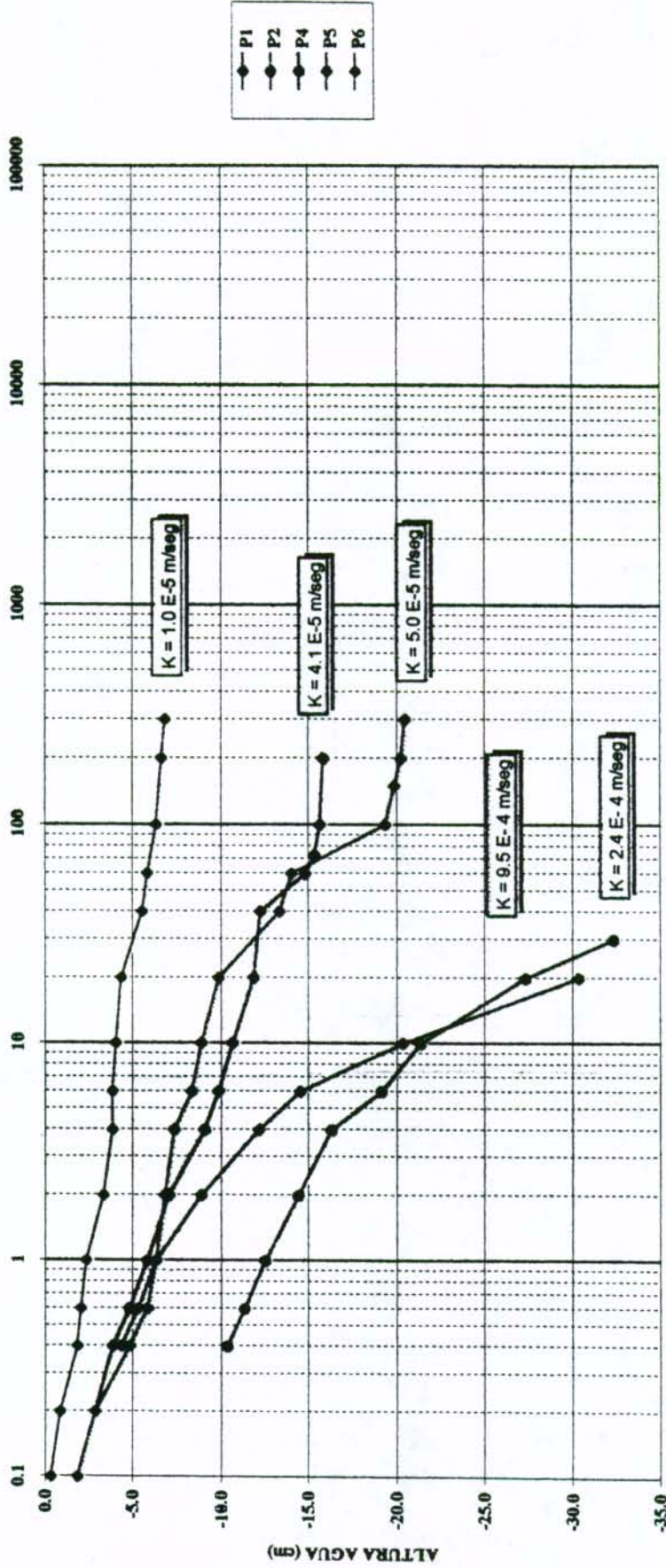
RELLENO SANITARIO
 DONA JUANA
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

CORRELACION DE DENSIDAD
 HUMEDA Y ESFUERZO NORMAL
 ZONA 2
 INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 3/12/1997



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
 CIMOC

PERMEABILIDAD



TIEMPO EN MINUTOS

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
 CIMOC

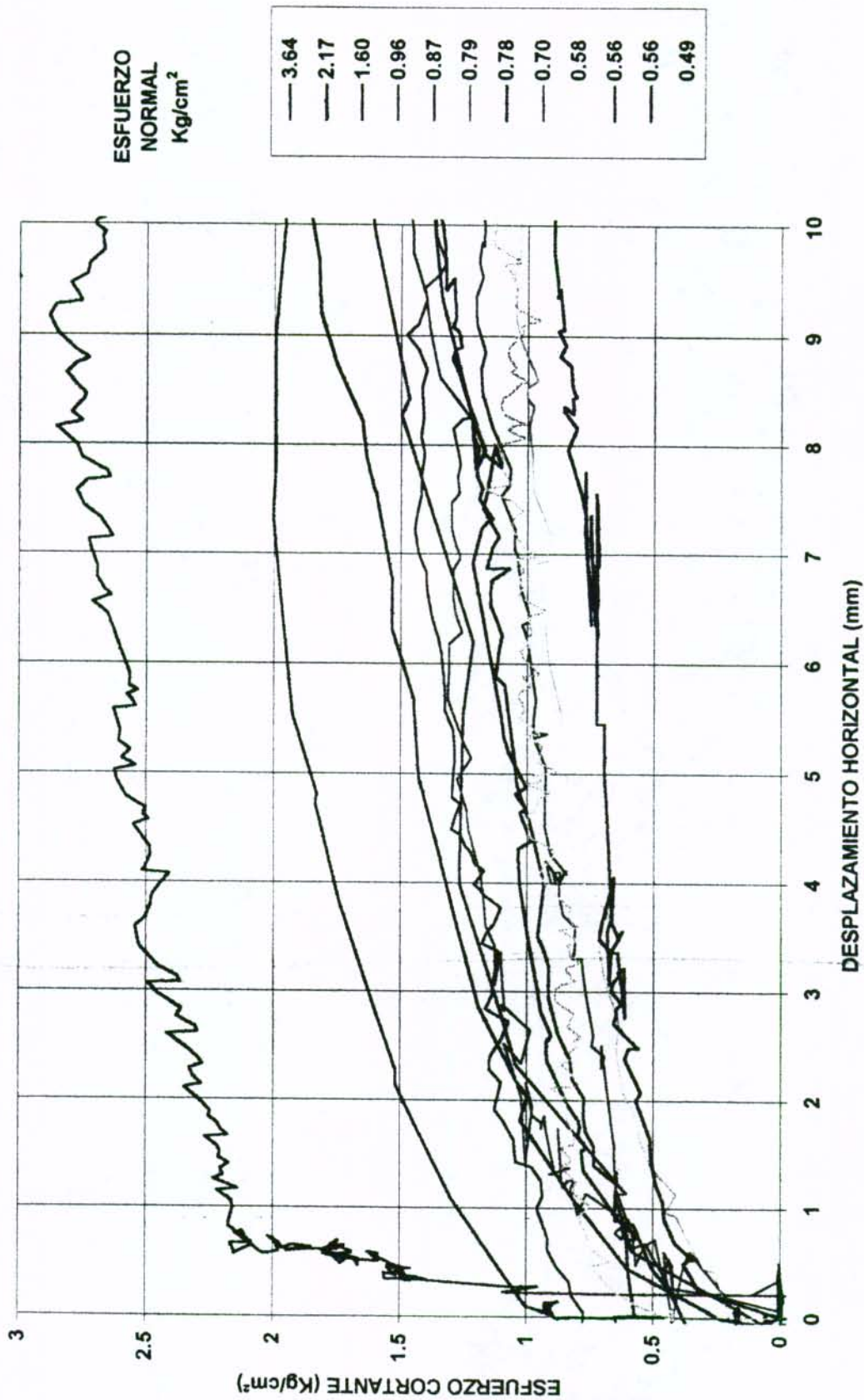


PERMEABILIDAD

INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 21/11/1997

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

ESFUERZO CORTANTE vs. DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL



RELLENO SANITARIO
DONA JUANA

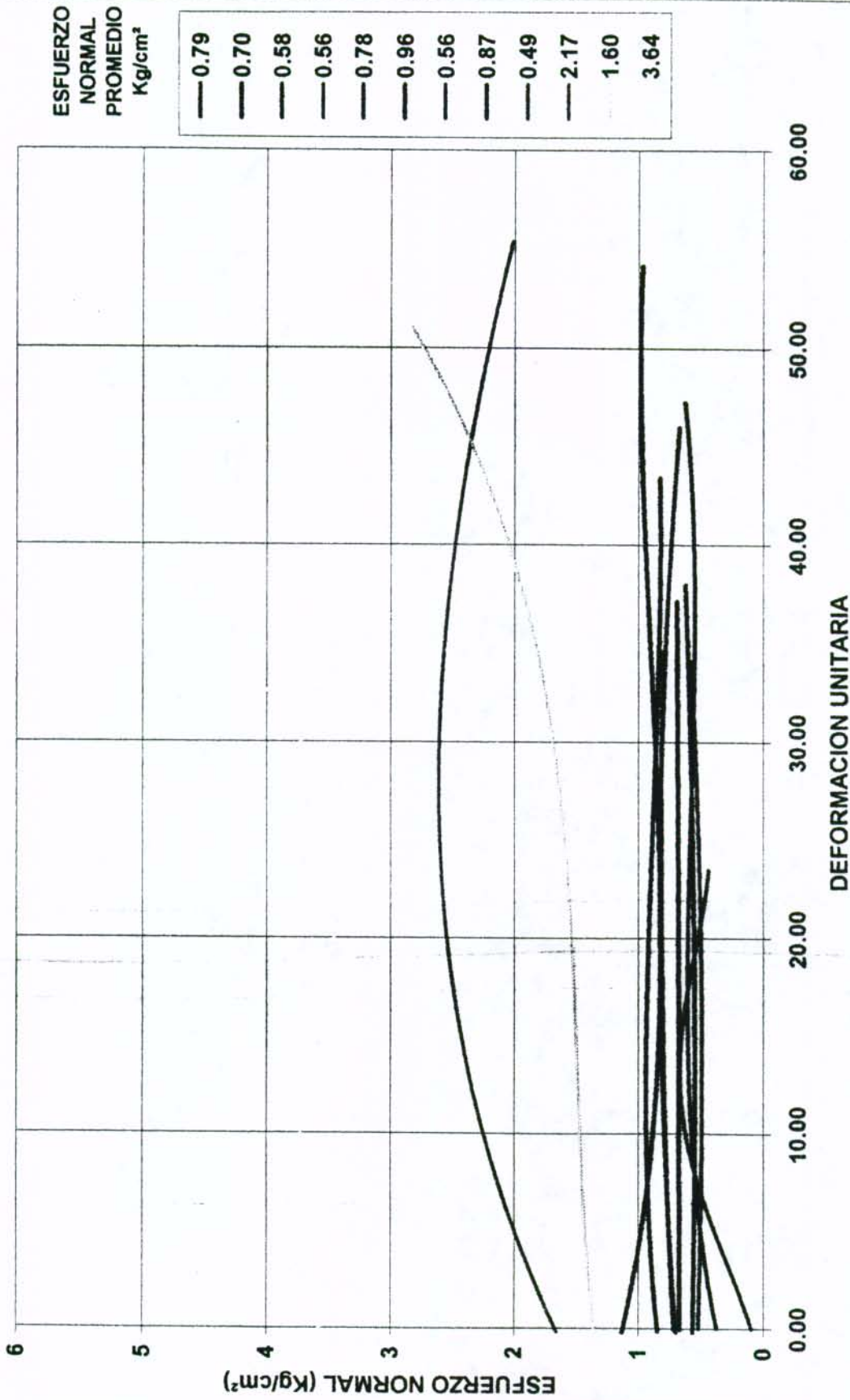
CORTES DIRECTOS
ZONA 2

MATERIAL ALTERADO (33 cm X 25 cm)
INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYO: 21/11/1997



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

ESFUERZO NORMAL vs. DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
 CIMOC



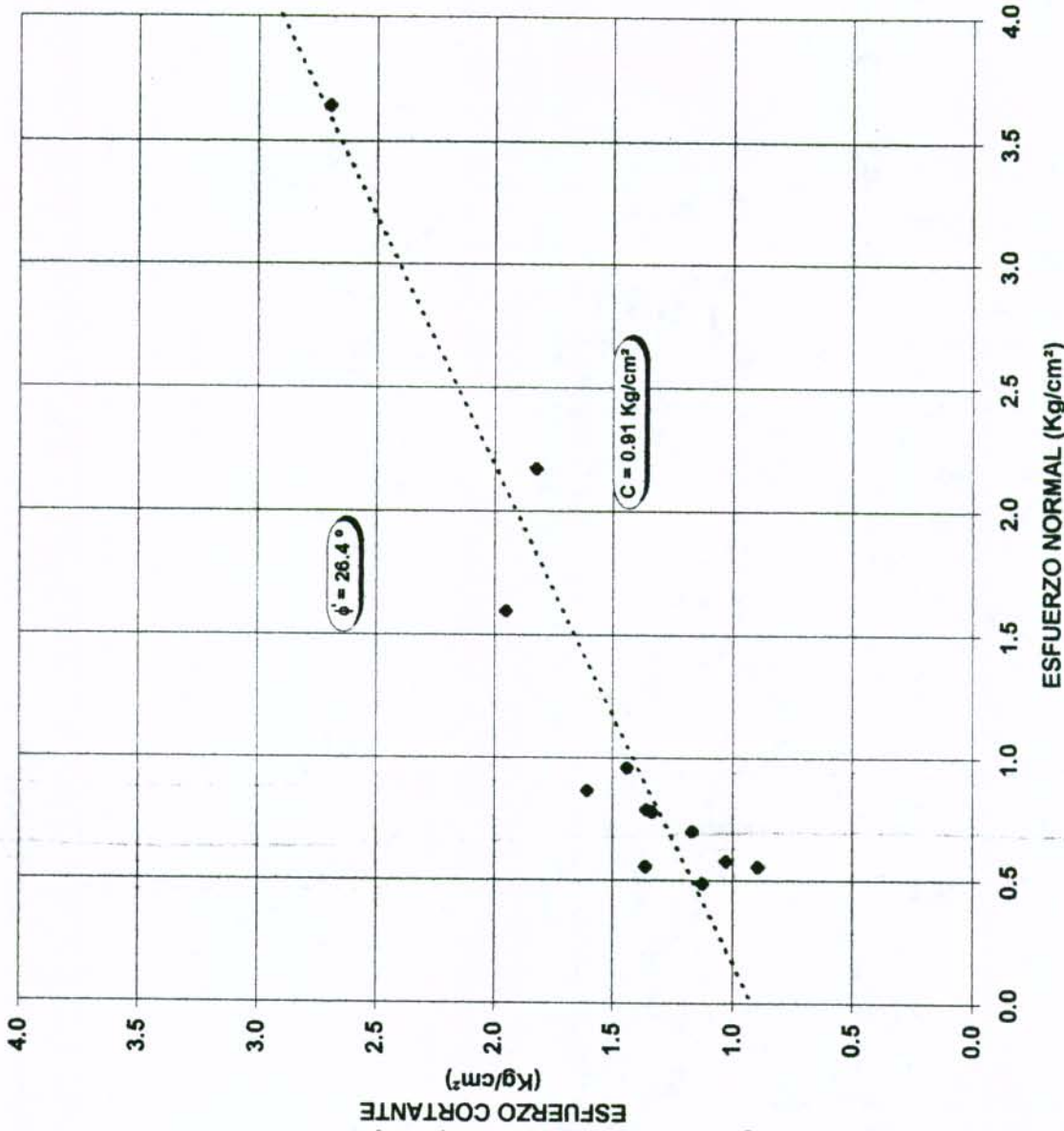
CORTES DIRECTOS
 ZONA 2

MATERIAL ALTERADO (33 cm X 25 cm)
 INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 21/11/1997

RELLENO SANITARIO
 DONA JUANA

ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

ESFUERZO CORTANTE Vs. ESFUERZO NORMAL



RELLENO SANITARIO
DONA JUANA

ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

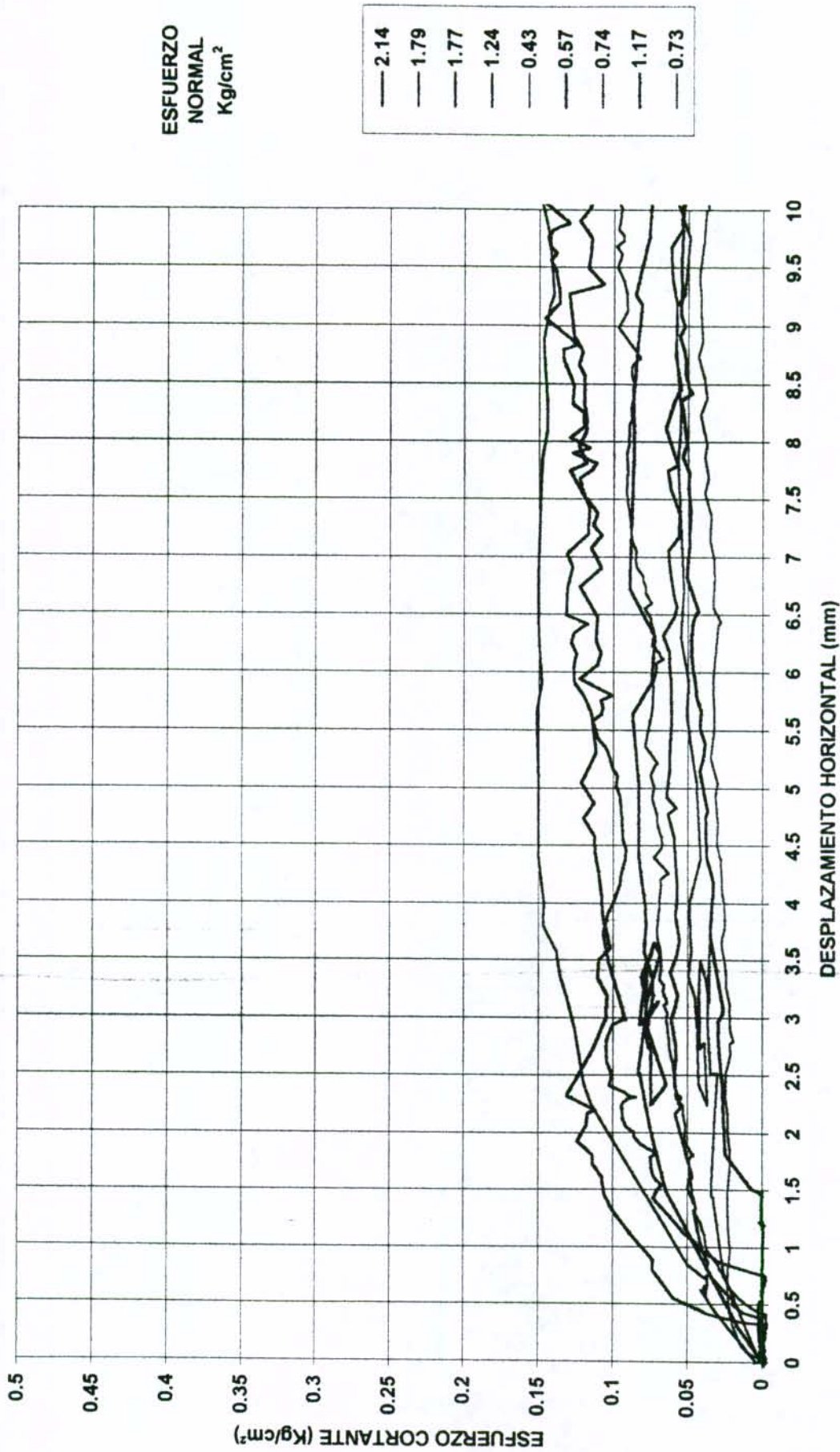
CORTES DIRECTOS
ZONA 2

MATERIAL ALTERADO (33 cm X 25 cm)
INGENIERO: CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYO: 21/11/1997



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

ESFUERZO CORTANTE vs. DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL



000081

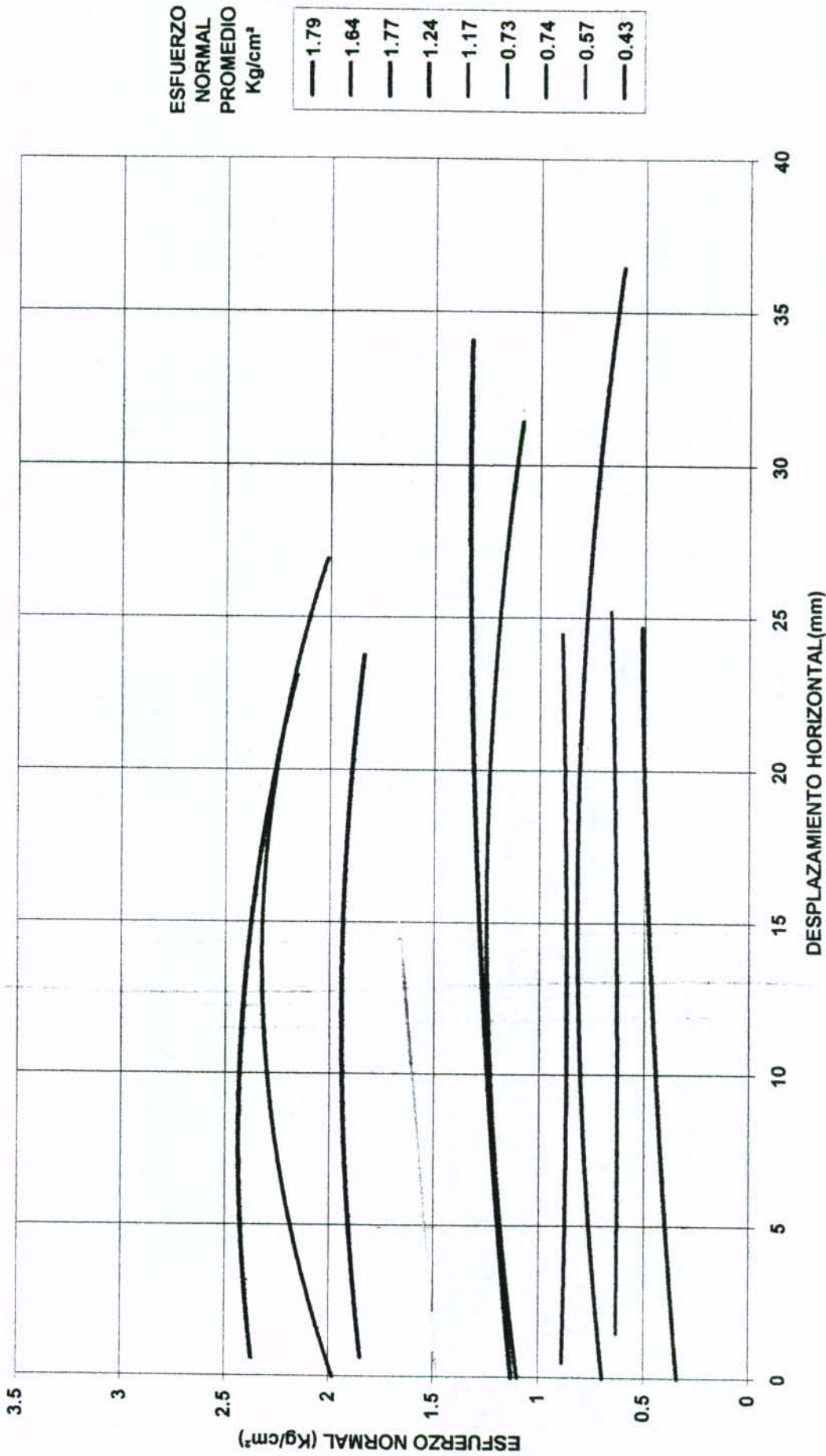
RELLENO SANITARIO
DONA JUANA
ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

CORTES DIRECTOS ALTERADOS
LA MANSION
ENSAYOS NO DRENADOS (25cm X 33cm)
INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYO: 21/11/1997



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

ESFUERZO NORMAL Vs. DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL



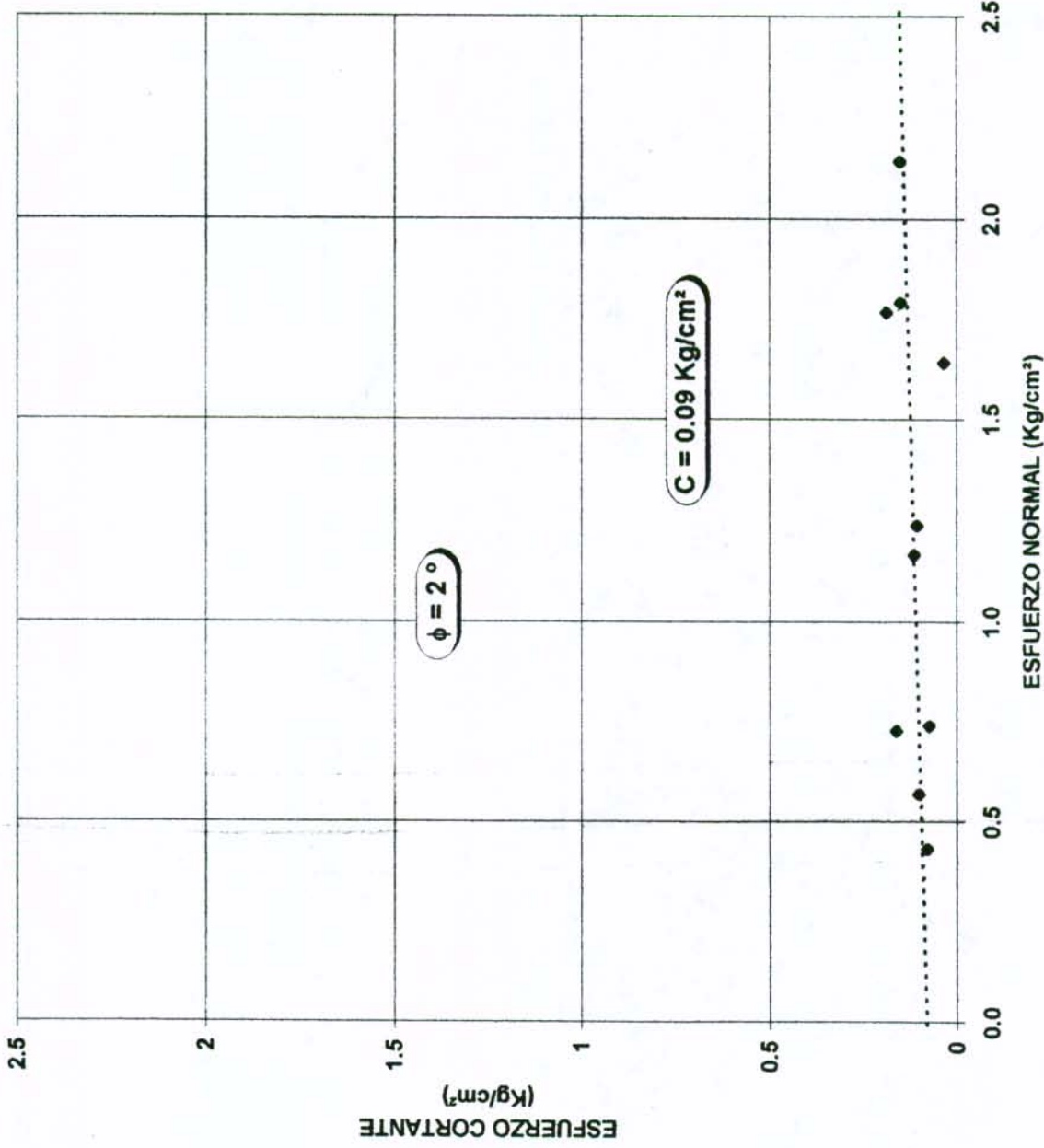
RELLENO SANITARIO
DONA JUANA
ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

CORTES DIRECTOS ALTERADOS
LA MANSION
ENSAYOS NO DRENADOS (25cm X 33cm)
INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYO: 21/11/1997



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

ESFUERZO CORTANTE Vs. ESFUERZO NORMAL



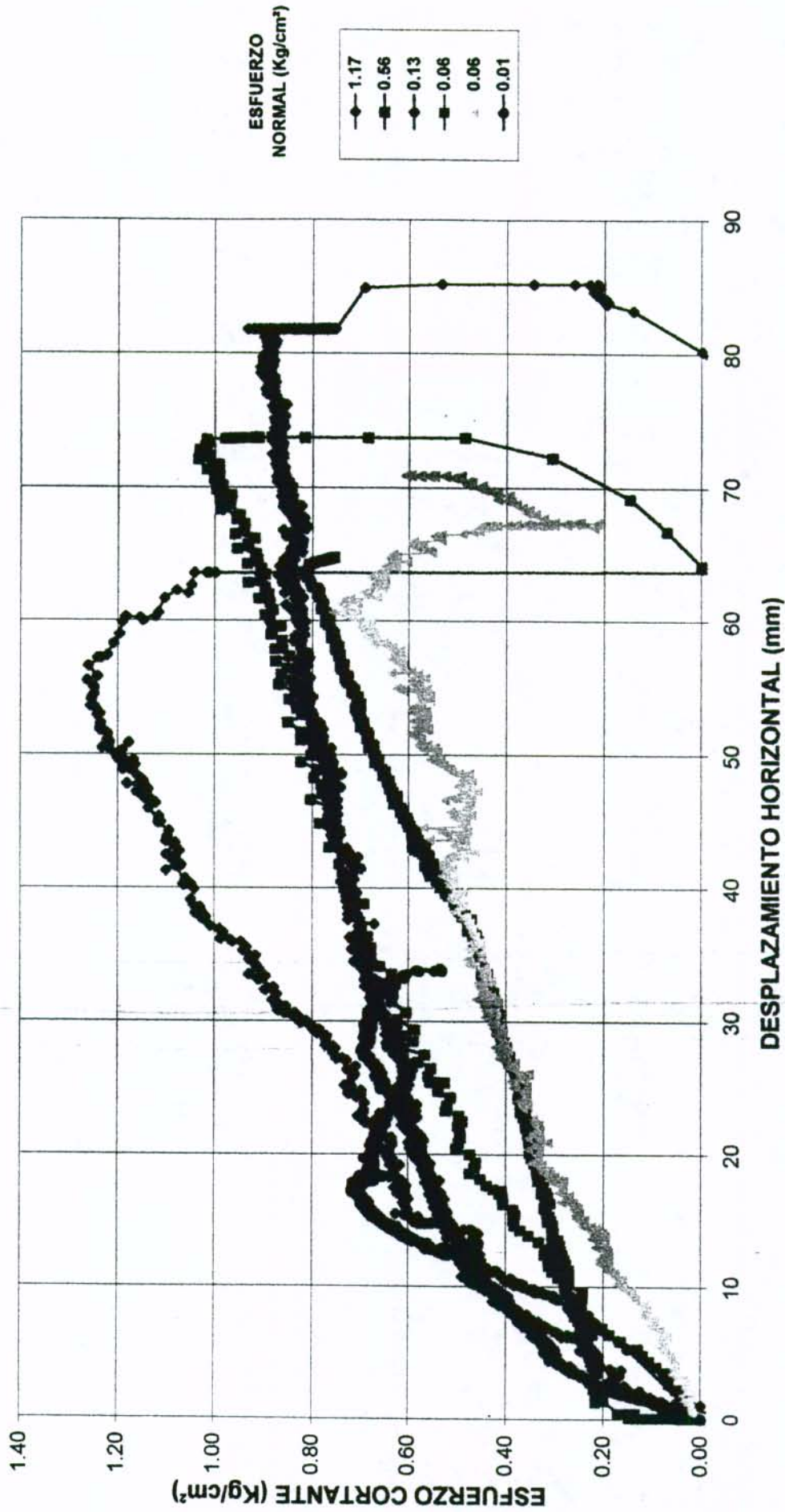
RELLENO SANITARIO
 DONA JUANA
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

CORTES DIRECTOS ALTERADOS
 LA MANSION
 ENSAYOS NO DRENADOS (25cm X 33cm)
 INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 21/11/1997



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
 CIMOC

GRAFICO DE ESFUERZO CORTANTE vs. DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS
 CIVILES
 CIMOC

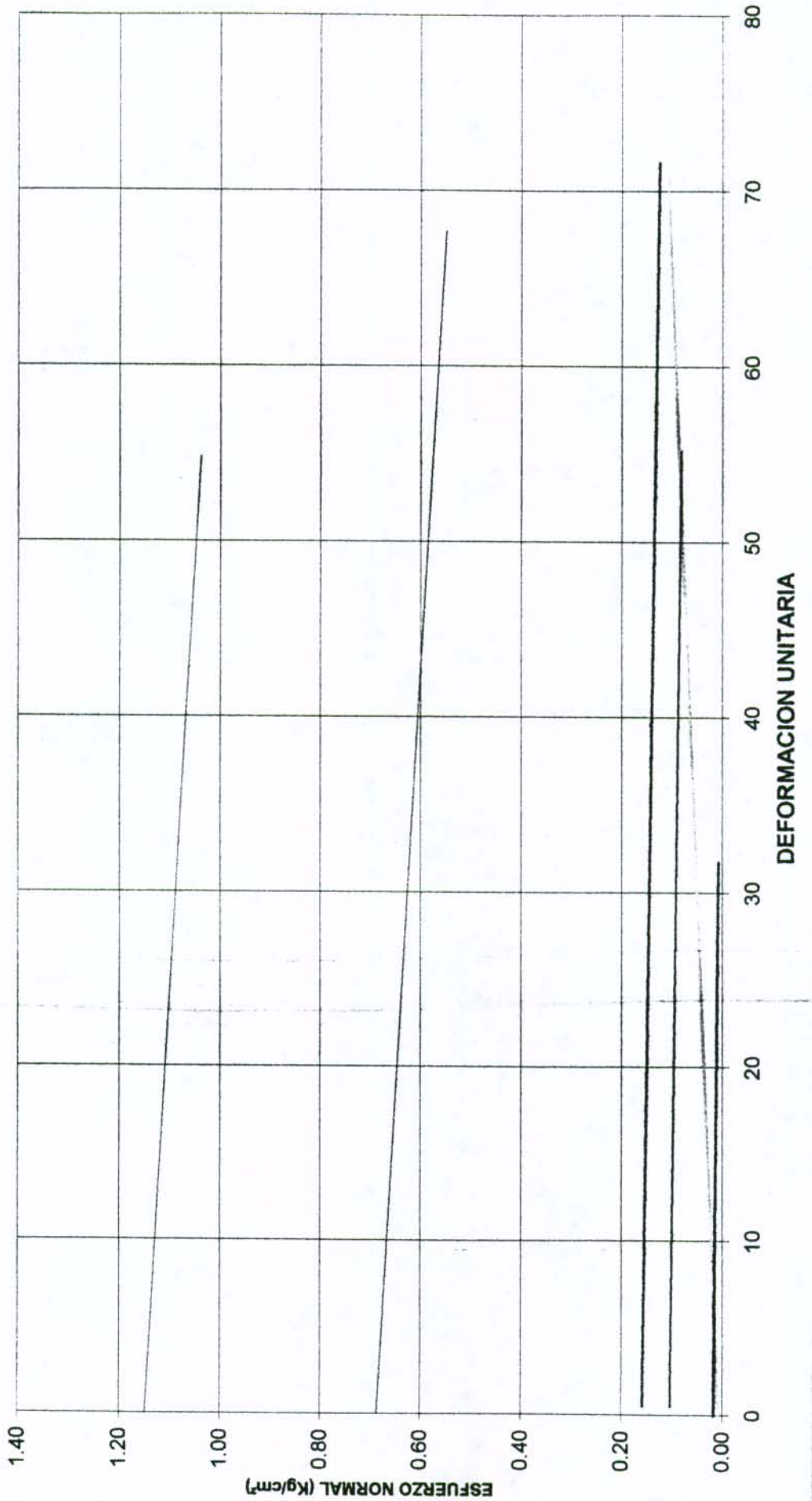


CORTES DIRECTOS A GRAN ESCALA
 MUESTRA INALTERADA (φ 90 cm)
 ZONA 2

INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYOS : 15/11/87-21/11/87

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

GRAFICO DE ESFUERZO NORMAL Vs. DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL



RELLENO SANITARIO
DOÑA JUANA
ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

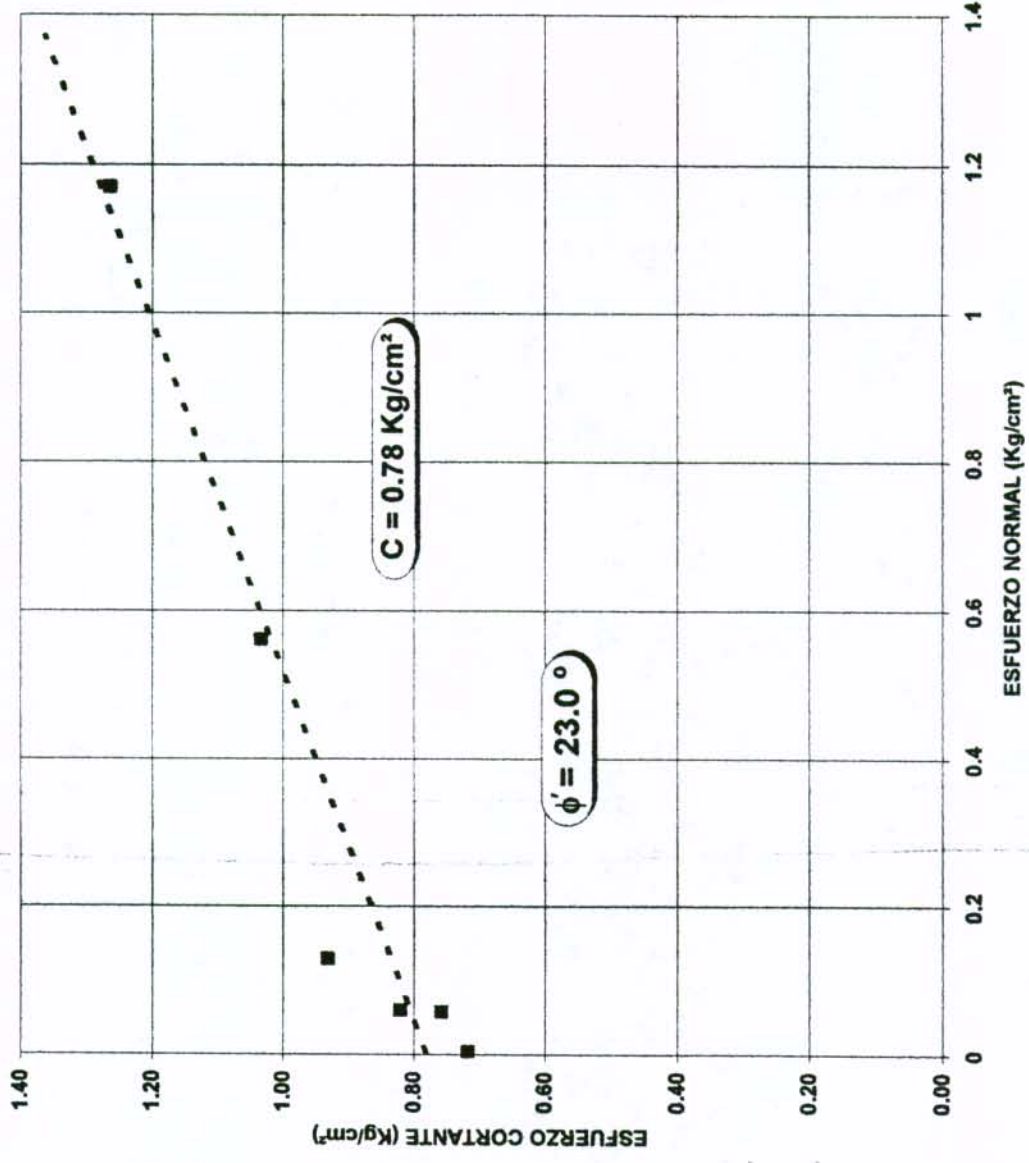
CORTES DIRECTOS A GRAN ESCALA
MUESTRA INALTERADA (ϕ 90 cm)
ZONA 2

INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYOS : 15/11/97-21/11/97



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS
CIVILES
CIMOC

GRAFICO DE ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO CORTANTE



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS
 CIVILES
 CIMOC

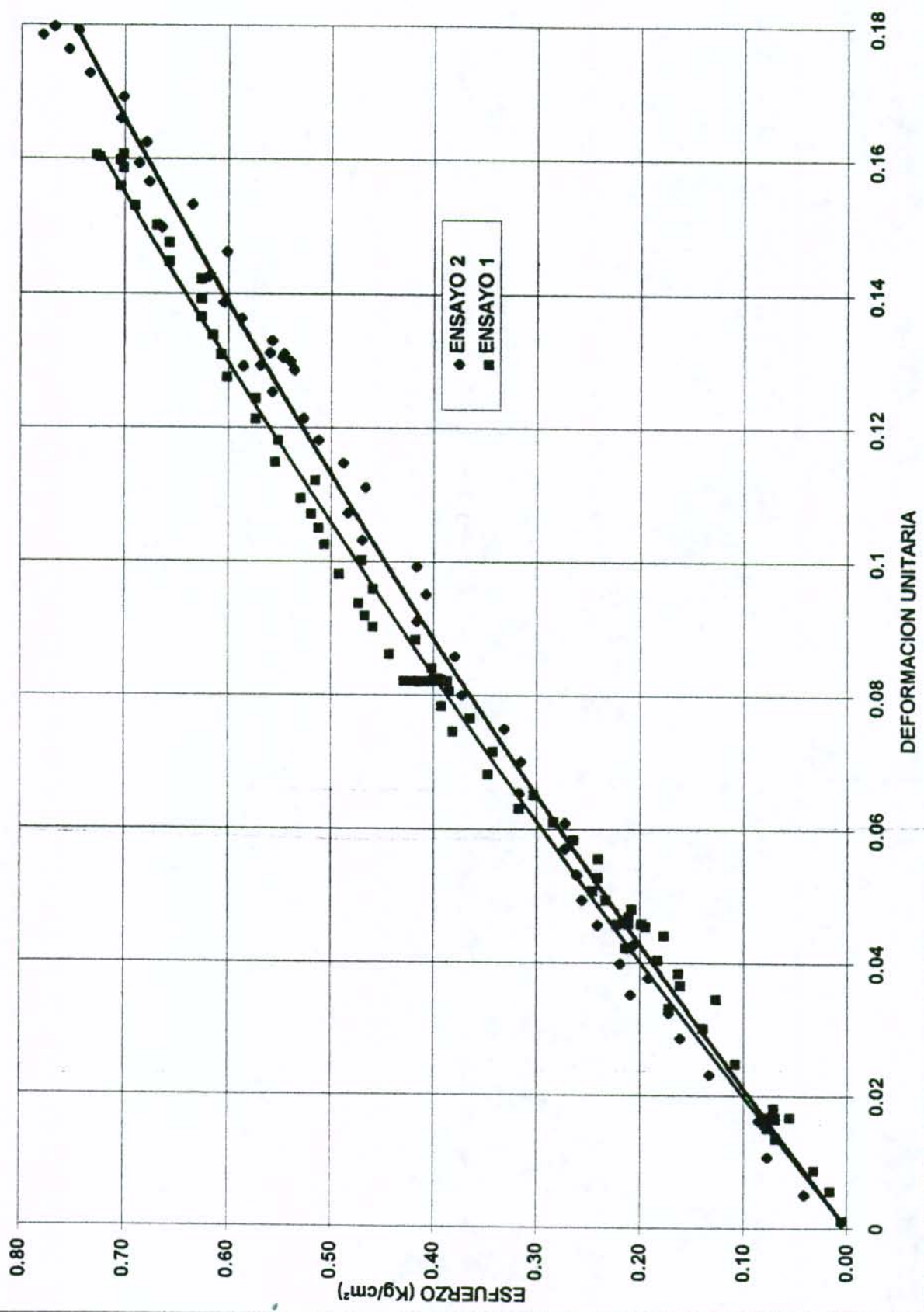


CORTES DIRECTOS A GRAN ESCALA
 MUESTRA INALTERADA (φ 90 cm)
 ZONA 2

INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYOS : 15/11/87-21/11/87

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

GRAFICO DE ESFUERZO Vs. DEFORMACION UNITARIA



RELLENO SANITARIO
 DONA JUANA
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

COMPRESION INCONFINADA
 MUESTRAS INALTERADAS
 ZONA 2
 INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 21/11/1997



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
 CIMOC

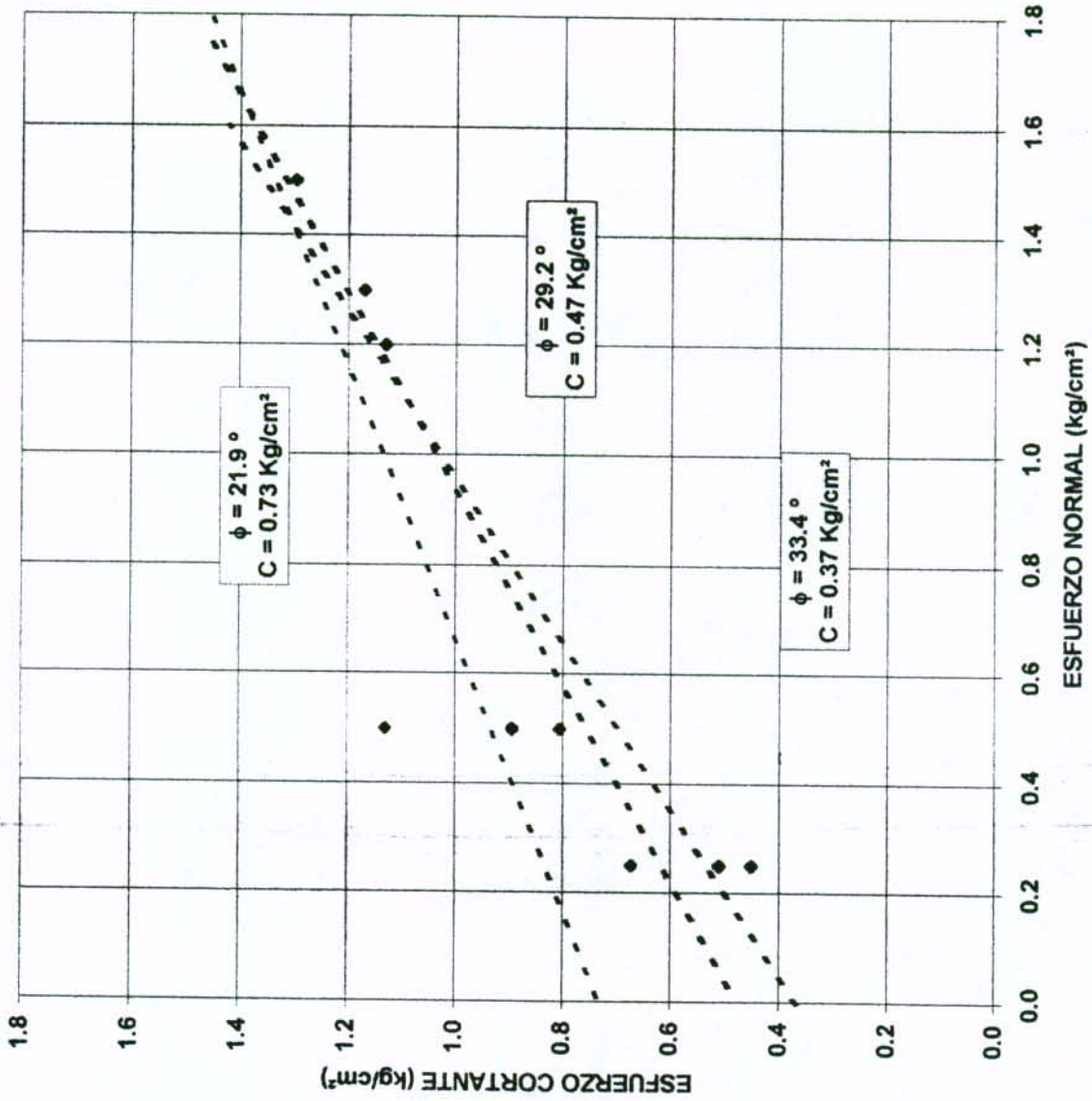
σ_n (kg/cm ²)	Fuerza (kg)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	τ (kg/cm ²)	Profundidad mt	ϕ (°)	C (kg/cm ²)
0.25	800	11.24	1766.28	0.453	2	33.4	0.37
0.50	1400	11.03	1732.59	0.808	2.5		
1.20	2000	11.24	1766.28	1.132	3		
0.25	900	11.19	1757.09	0.512	4.95	29.2	0.47
0.50	1600	11.36	1784.66	0.897	5.54		
1.30	2100	11.40	1790.79	1.173	6.5		
0.25	1200	11.30	1775.47	0.676	7.45	21.9	0.73
0.50	2050	11.52	1809.16	1.133	8		
1.50	2500	12.26	1925.56	1.298	9		

RELLENO SANITARIO
DONA JUANA
ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

ENSAYO PRESI - FICOMETRO
ZONA 2
INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYO: 1/12/1997



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC



PROFUNDIDAD

- ◆ 2.50-3.50 mt
- ◆ 5.00-6.00 mt
- ◆ 7.50-9.00 mt

RELLENO SANITARIO
DONA JUANA
ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

ENSAYO PRESI - FICOMETRO
ZONA 2
INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYO: 1/12/1997



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

σ_n (kg/cm ²)	Fuerza (kg)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	τ (kg/cm ²)	Profundidad mt	ϕ (°)	C (kg/cm ²)
0.50	900	11.48	1803.04	0.499	1.85		
1.00	1100	11.60	1821.42	0.604	2.25	10.9	0.41
1.75	1400	12.04	1891.87	0.740	3		
0.50	980	11.03	1732.59	0.566	4		
1.00	1100	11.07	1738.71	0.633	4.85		
1.50	1400	11.63	1827.54	0.766	5.25	11	0.46
2.00	1600	12.04	1891.87	0.846	5.85		
0.25	1400	11.01	1729.53	0.809	7.15		
0.50	1600	11.21	1760.16	0.909	7.45		
0.75	1700	11.09	1741.78	0.976	8	14.2	0.76
1.00	1750	11.17	1754.03	0.998	8.5		

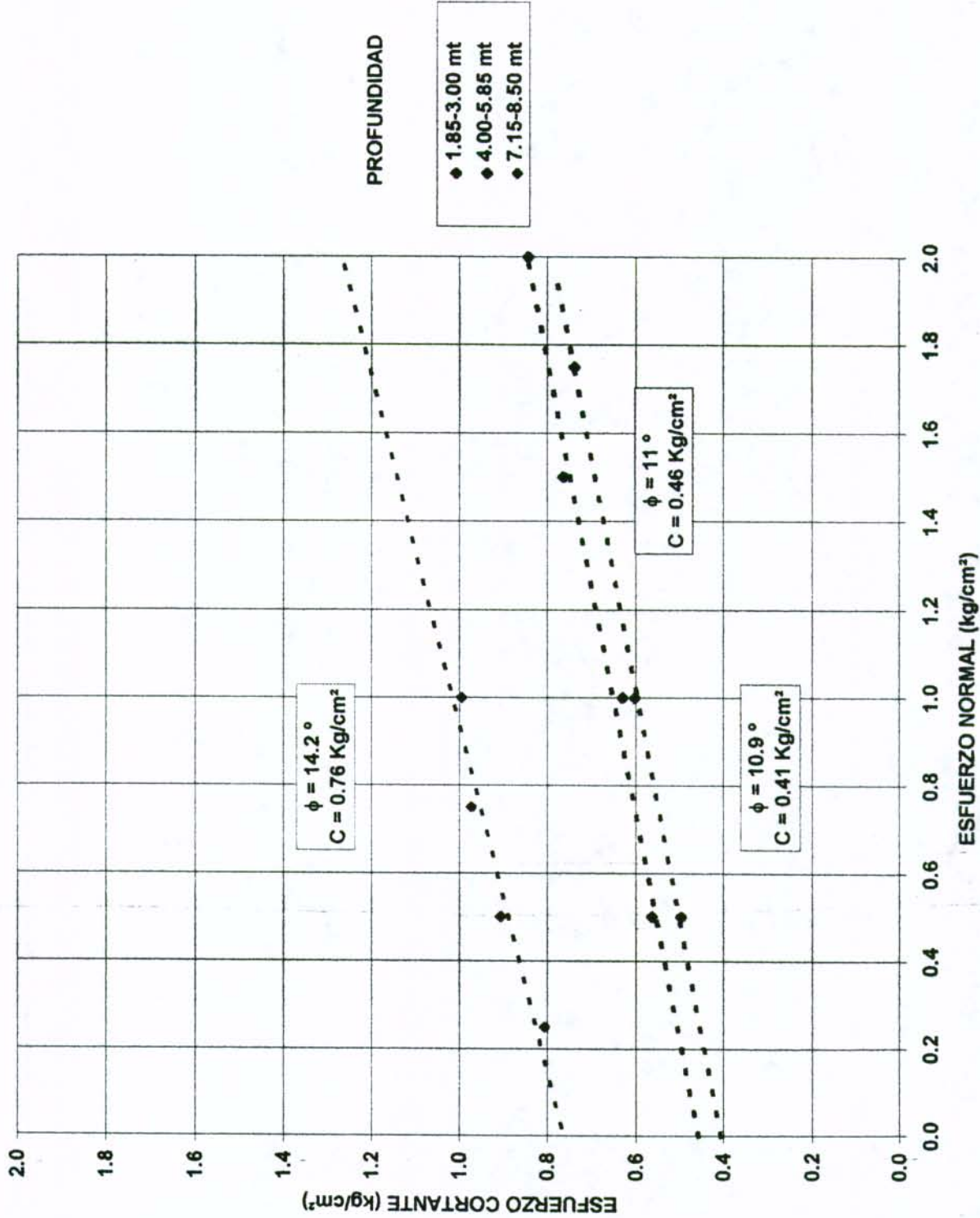
RELLENO SANITARIO
DONA JUANA
ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

ENSAYO PRESI - FICOMETRO
MANSION



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYO: 1/12/1997



RELLENO SANITARIO
DONA JUANA
ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

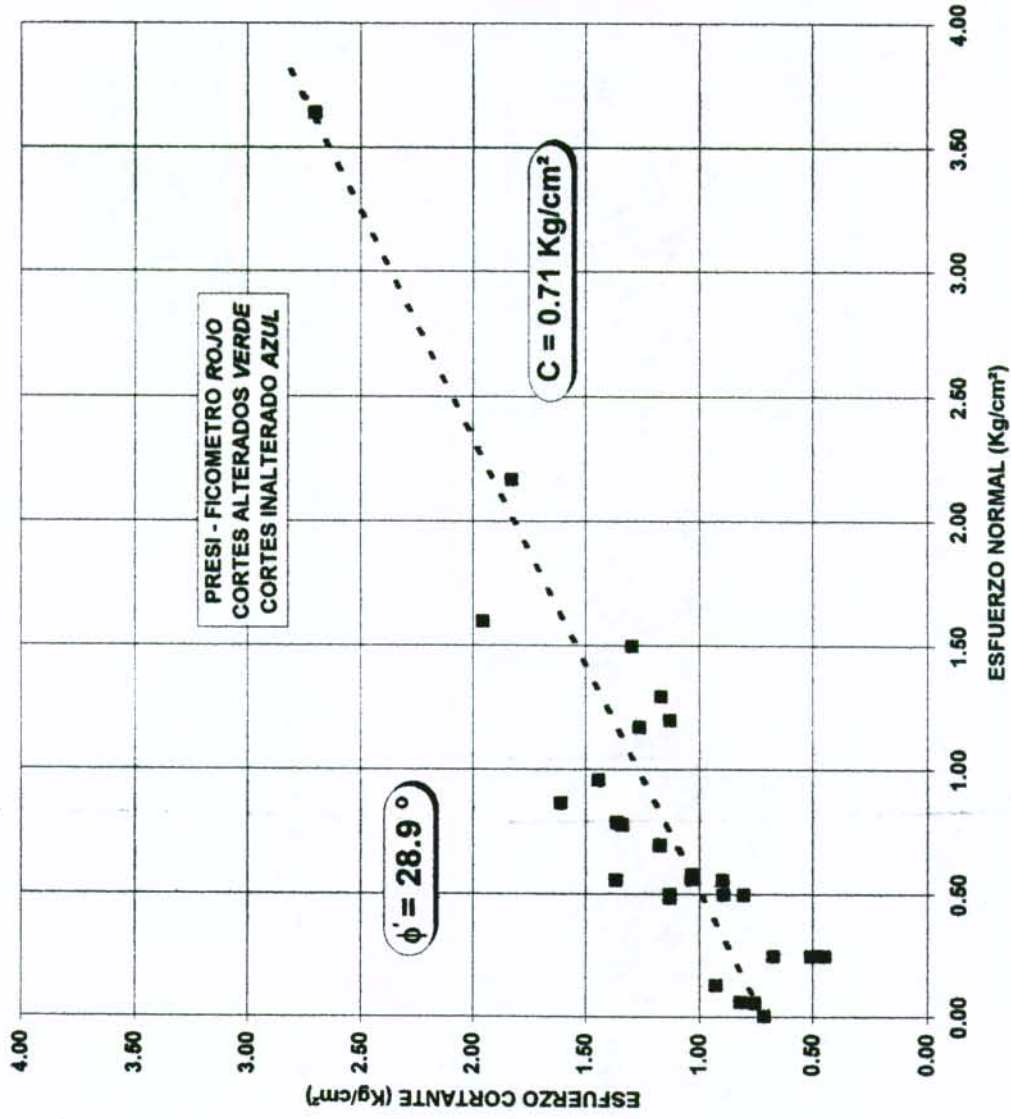
ENSAYO PRESI - FICOMETRO
MANSION

INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYO: 1/12/1997



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

GRAFICO DE ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO CORTANTE



000092

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS
CIVILES
CIMOC



RESUMEN DE ENSAYOS-ZONA 2

CORTES ALTERADOS-CORTES INALTERADOS-PRESI-FICOMETRO

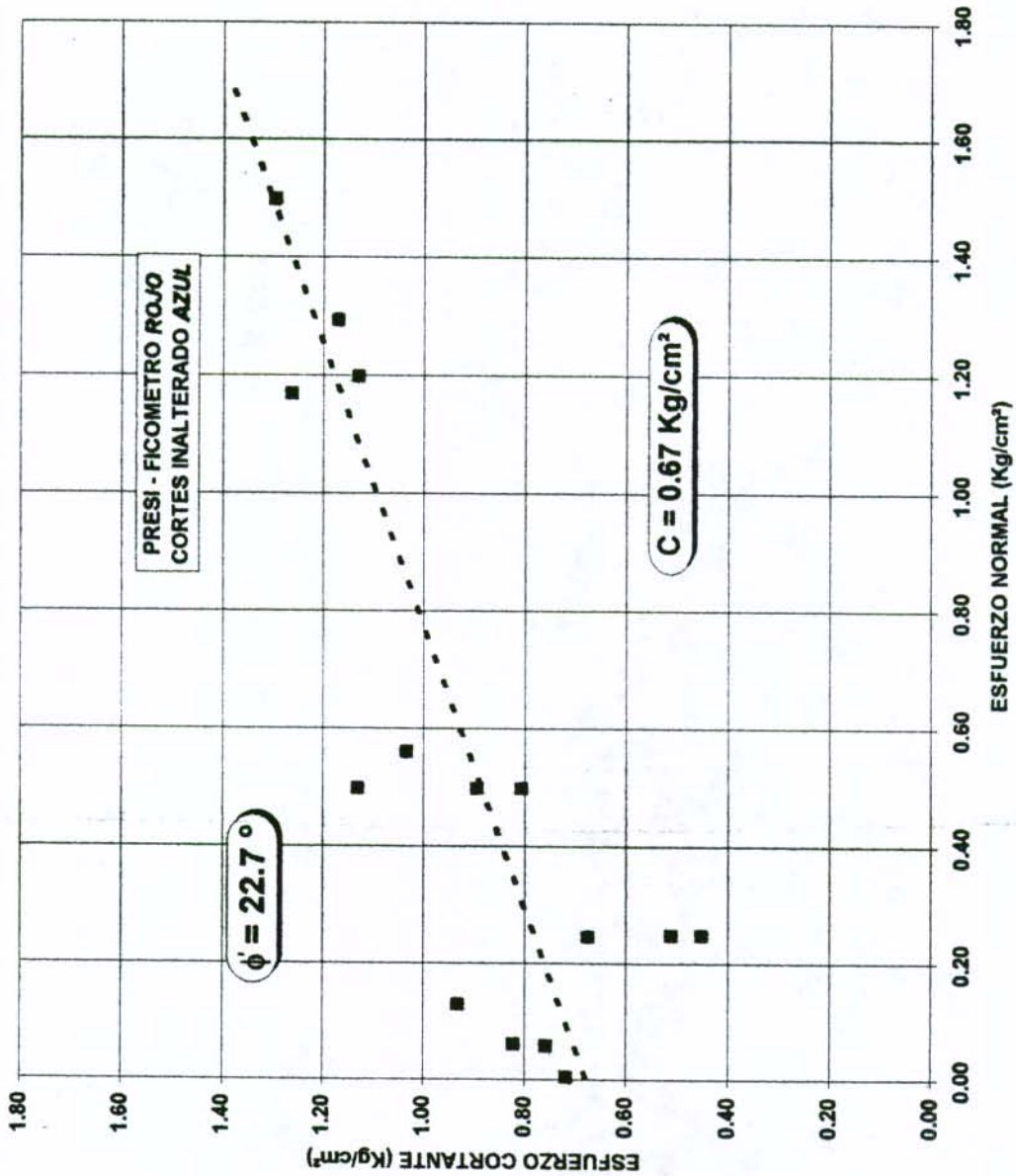
INGENIERO : CARLOS BENAVIDES

FECHA DE ENSAYOS : 15/11/87-21/11/87

RELLENO SANITARIO
DOÑA JUANA

ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

GRAFICO DE ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO CORTANTE



0000931

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS
CIVILES
CIMOC

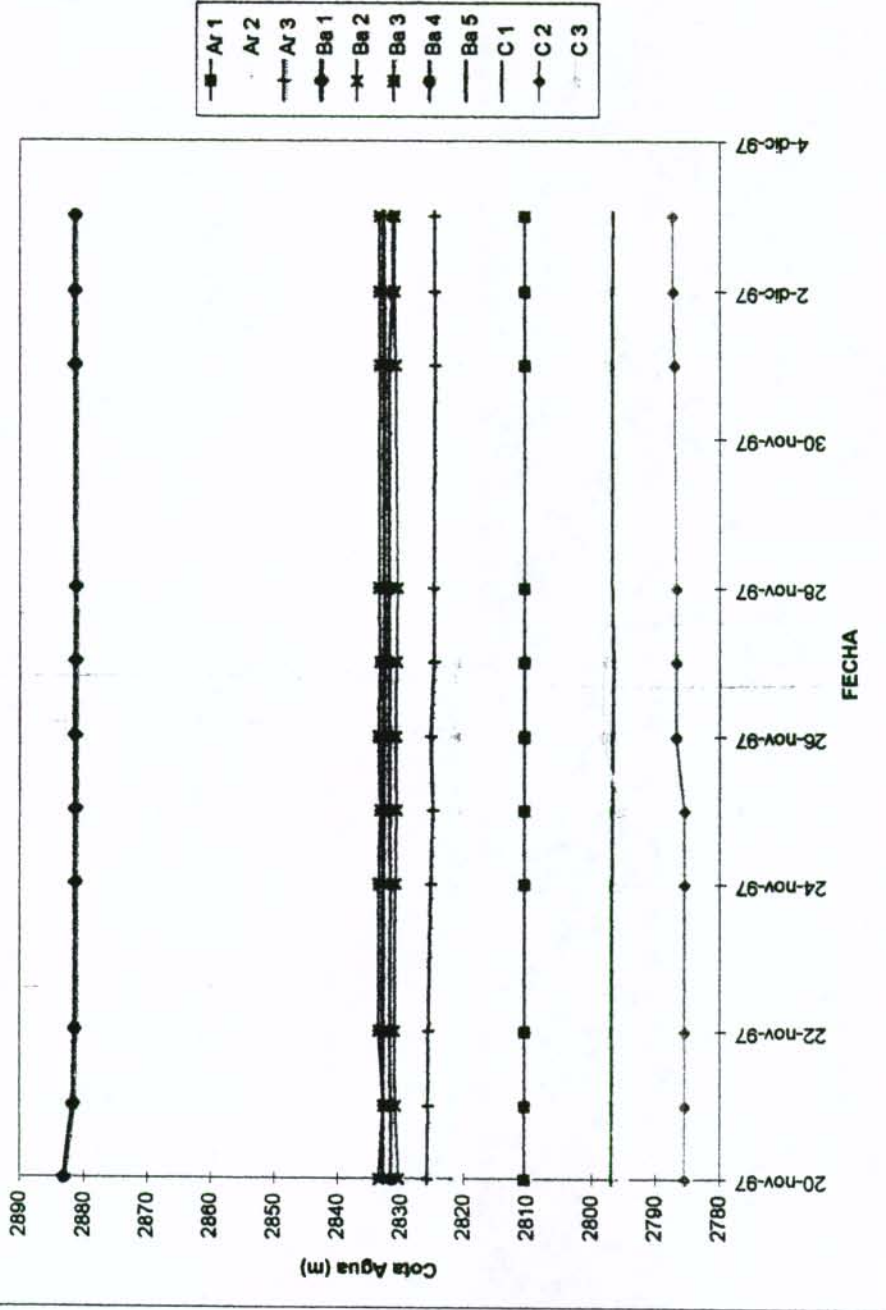


RESUMEN DE ENSAYOS-ZONA 2
CORTES INALTERADOS-PRESI-FICOMETRO

INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
FECHA DE ENSAYOS : 15/11/97-21/1/97

RELLENO SANITARIO
DOÑA JUANA
ORDEN DE TRABAJO
CM-SE-97-020

NIVELES DE AGUA EN PIEZOMETROS



Sensor	Cota del terreno (m)	Cota sensor (m)
Ar1	2836	2810
Ar2	2836	2821
Ar3	2838	2812
B1	2885	2876
B2	2837.1	2819.1
B3	2837.1	2828.1
B4	2837.5	2826.5
B5	2837.5	2828.5
C1	2800	2790
C2	2800	2785
C3	2800	2795

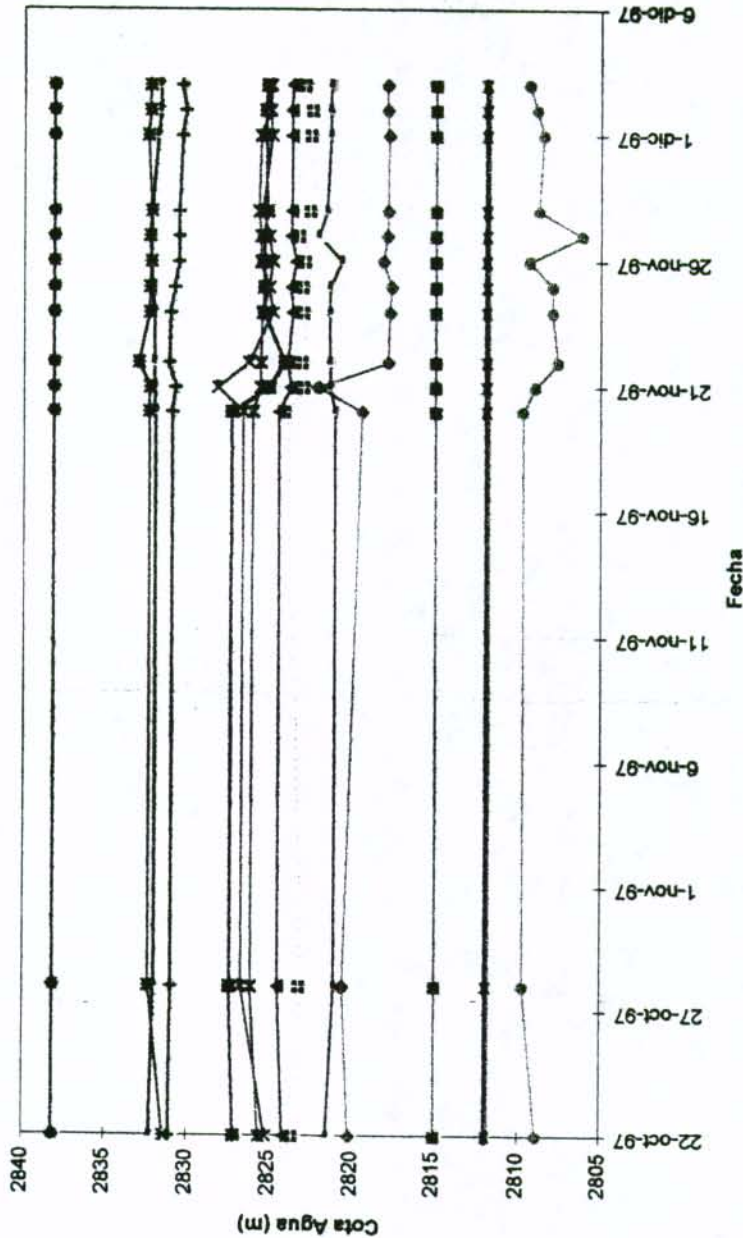
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
 CIMOC



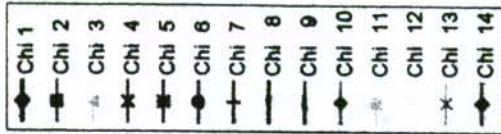
NIVELES DE AGUA EN PIEZOMETROS
 ARENISCAS, ZONA II Y MANSION
 INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 21/11/1997

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUJANA
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

CHIMENEAS



Chimenea No	Cota Terreno (m)
1	2825
2	2828
3	2826
4	2830
5	2830
6	2830
7	2829
8	2829
9	2837
10	2819
11	2836
12	2836
13	2829
14	2838



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
 CIMOC

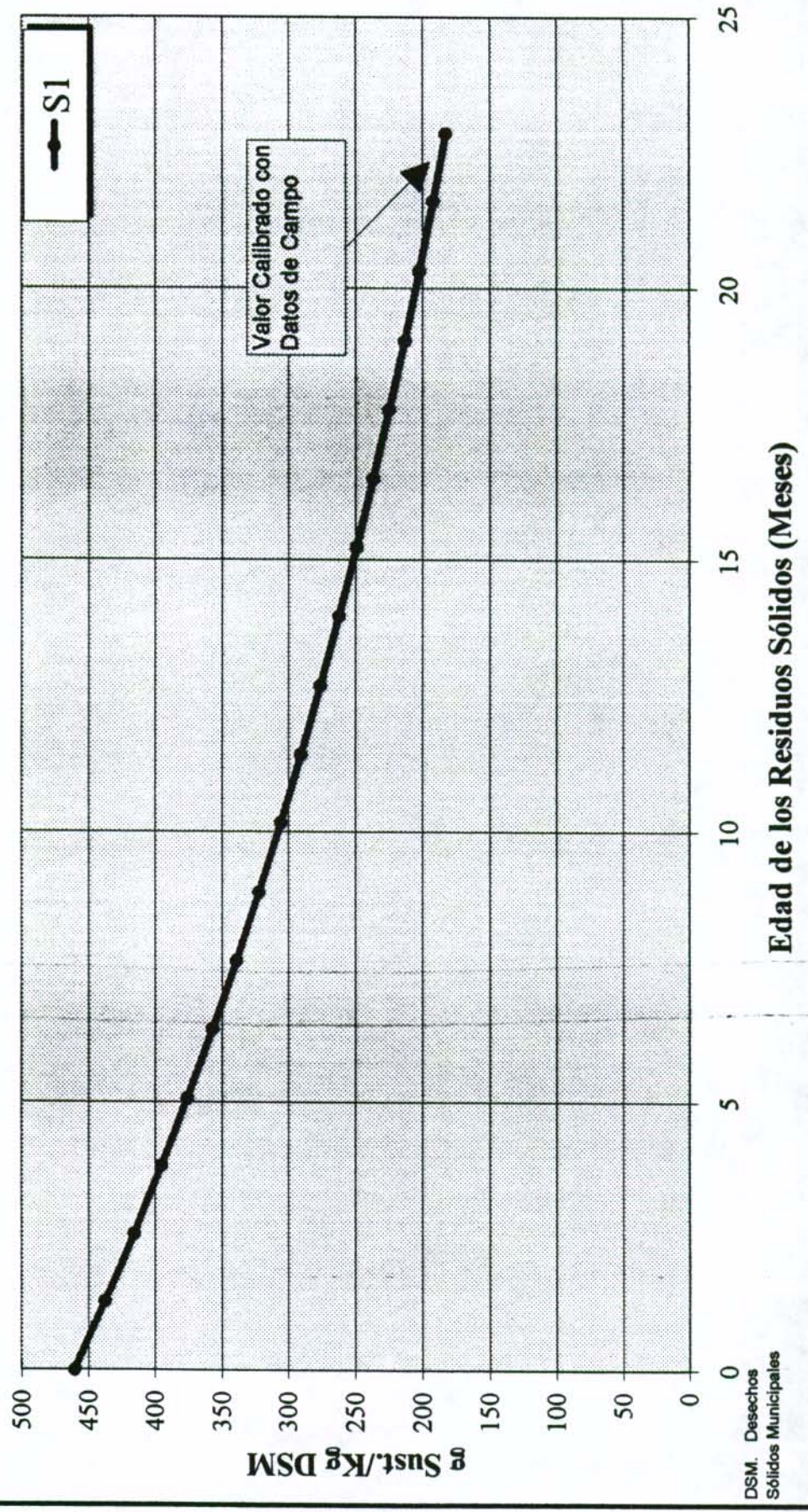


CHIMENEAS
 NIVEL DE LIXIVIADO EN LA ZONA II
 INGENIERO : CARLOS BENAVIDES
 FECHA DE ENSAYO: 21/11/1997

RELLENO SANITARIO
 DONA JUANA
 ORDEN DE TRABAJO
 CM-SE-97-020

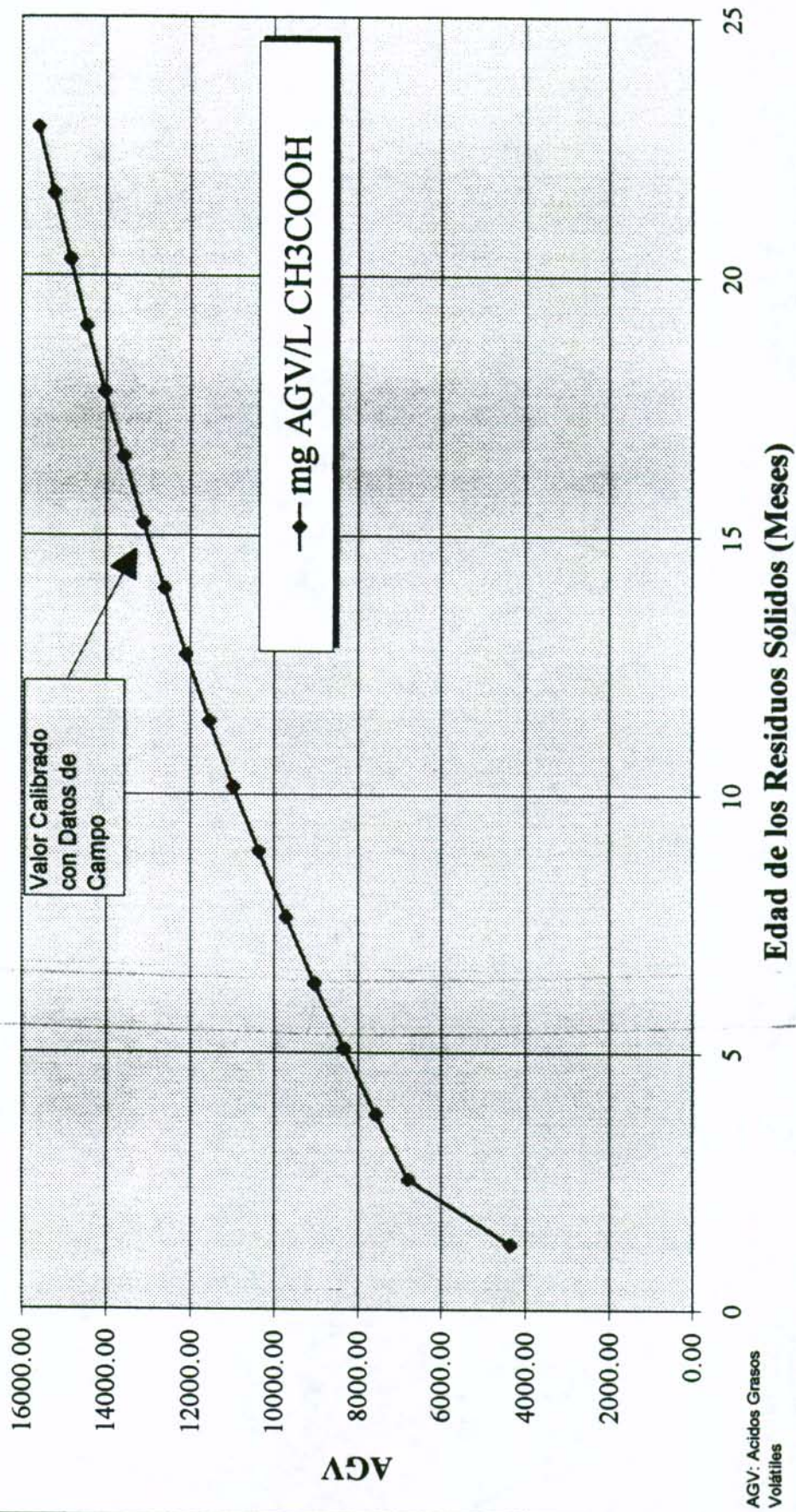
ANEXO H
GRÁFICAS RELACIONADAS CON LA GENERACIÓN
DE LIXIVIADOS Y BIOGÁS

VARIACION ESTIMADA EN EL TIEMPO DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS VOLATILES EN LA FRACCION ORGANICA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DEL RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA



GRAFICA 6.1.1. Resultados de la Modelacion de la Concentración de Materia Orgánica

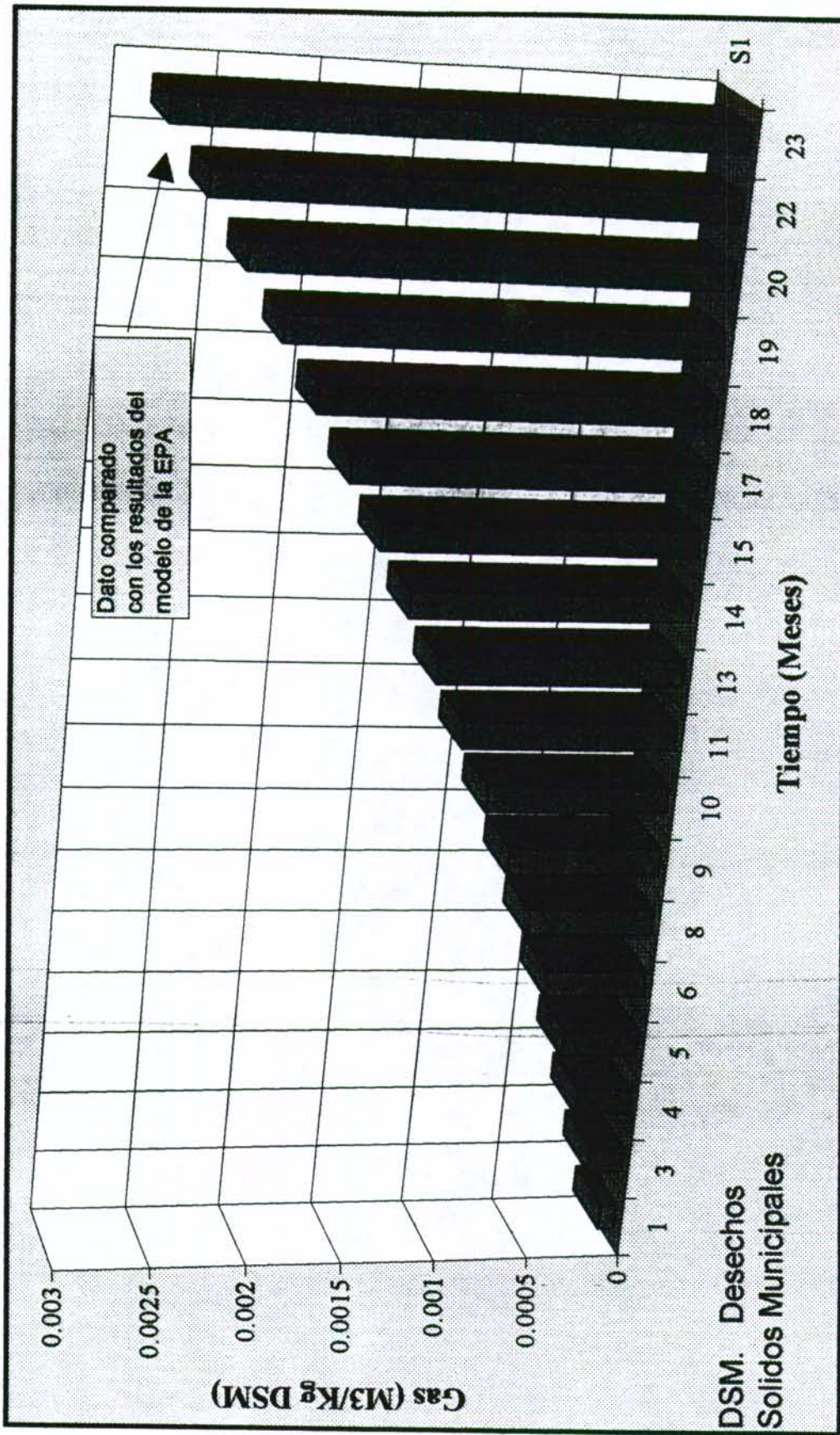
**VARIACION ESTIMADA EN EL TIEMPO DE LA CONCENTRACION
DE ACIDOS GRASOS EN LOS LIXIVIADOS DE ZONA II DEL
RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA**



000098

GRAFICA 6.1.2. Resultados de la Modelacion de la Concentración de AGV.

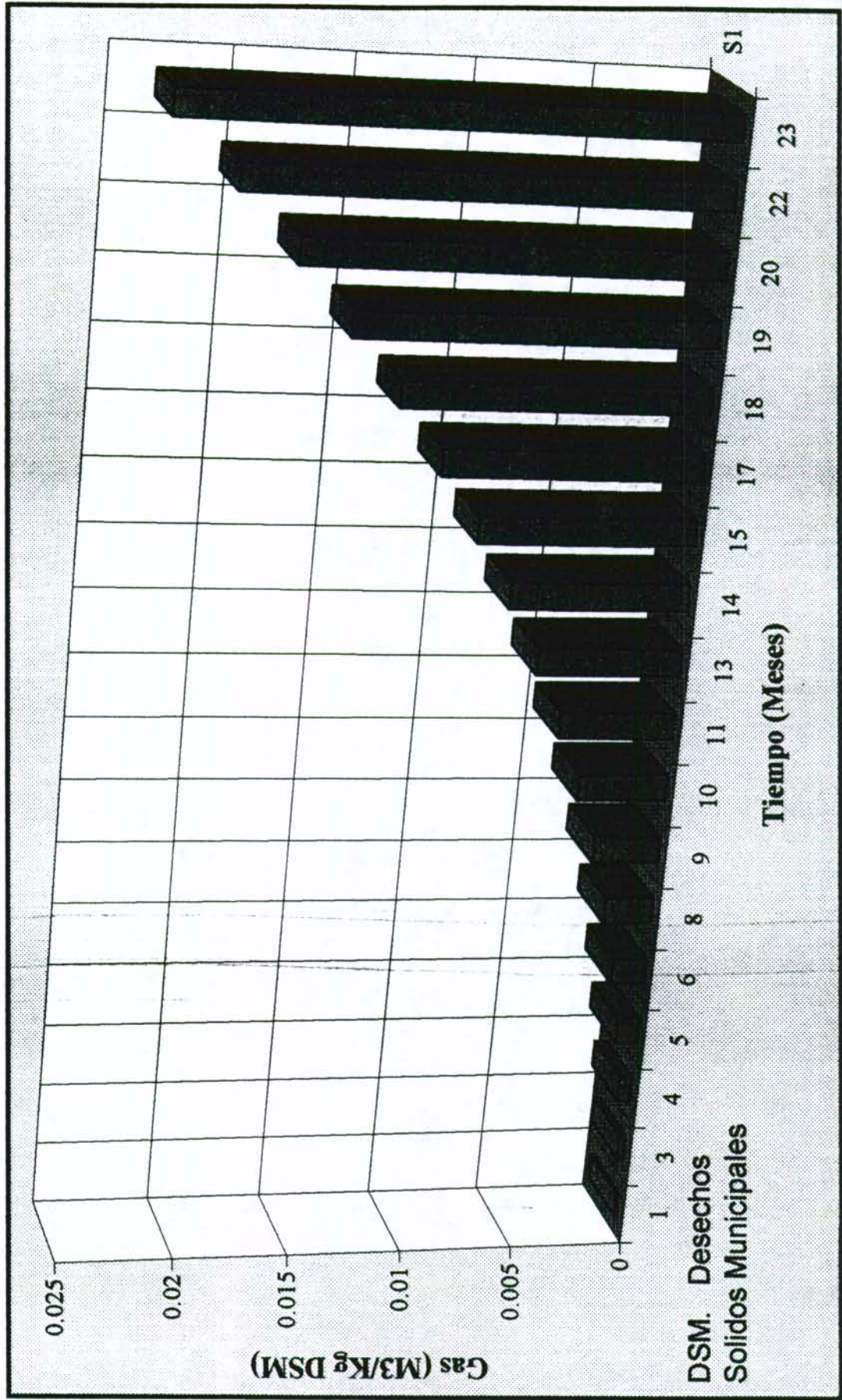
**TASA DE PRODUCCION ESTIMADA DE GAS EN ZONA II DEL
RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA**



000099

GRAFICA 6.1.3. Resultados de la Modelacion para la Tasa de Generación de Gas.

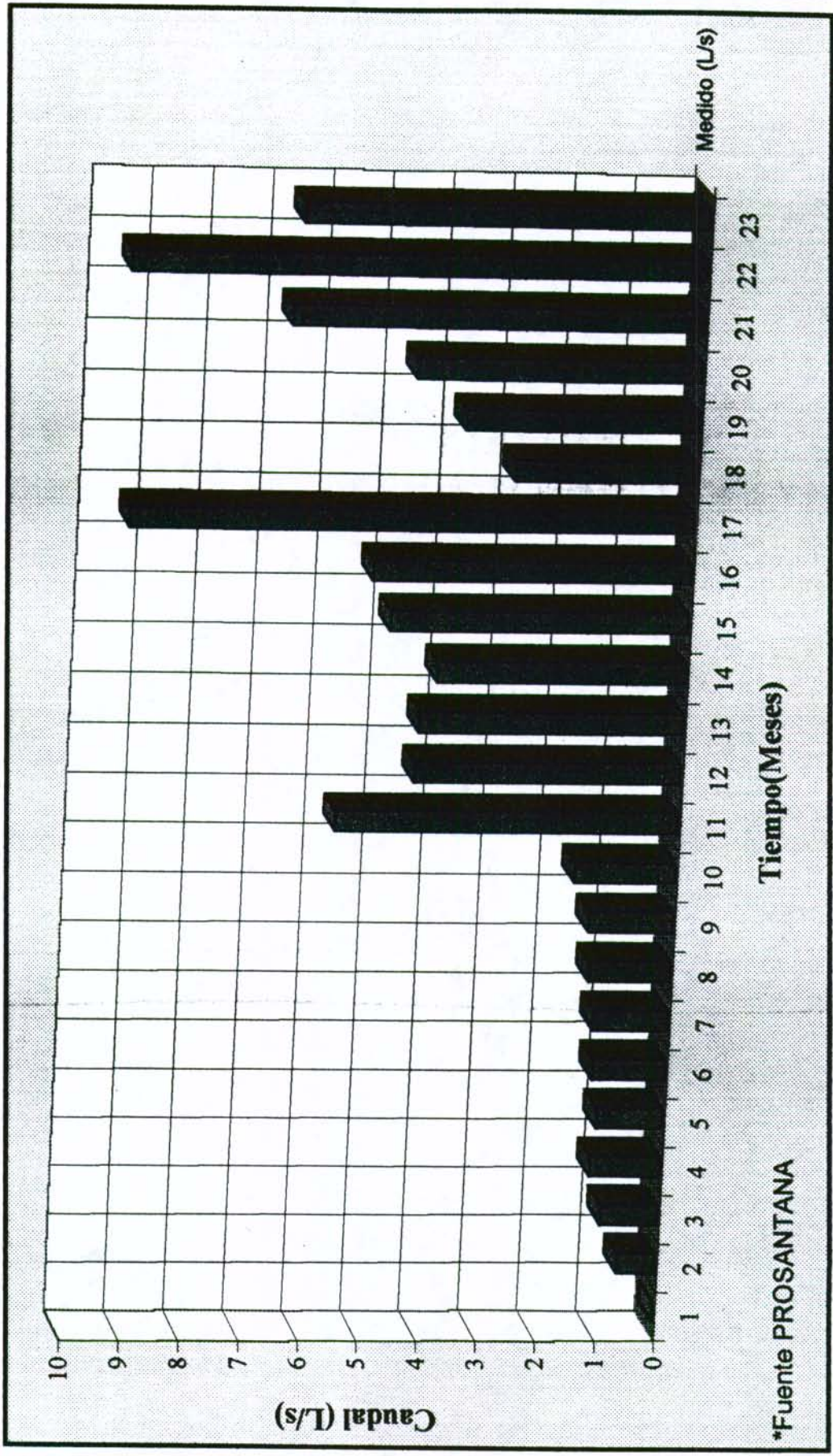
**PRODUCCION ESTIMADA ACUMULADA DE GAS EN ZONA II DEL
RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA**



0 0 0 1 0 0

GRAFICA 6.1.4. Resultados de la Modelacion para la Produccion Acumulada de Gas.

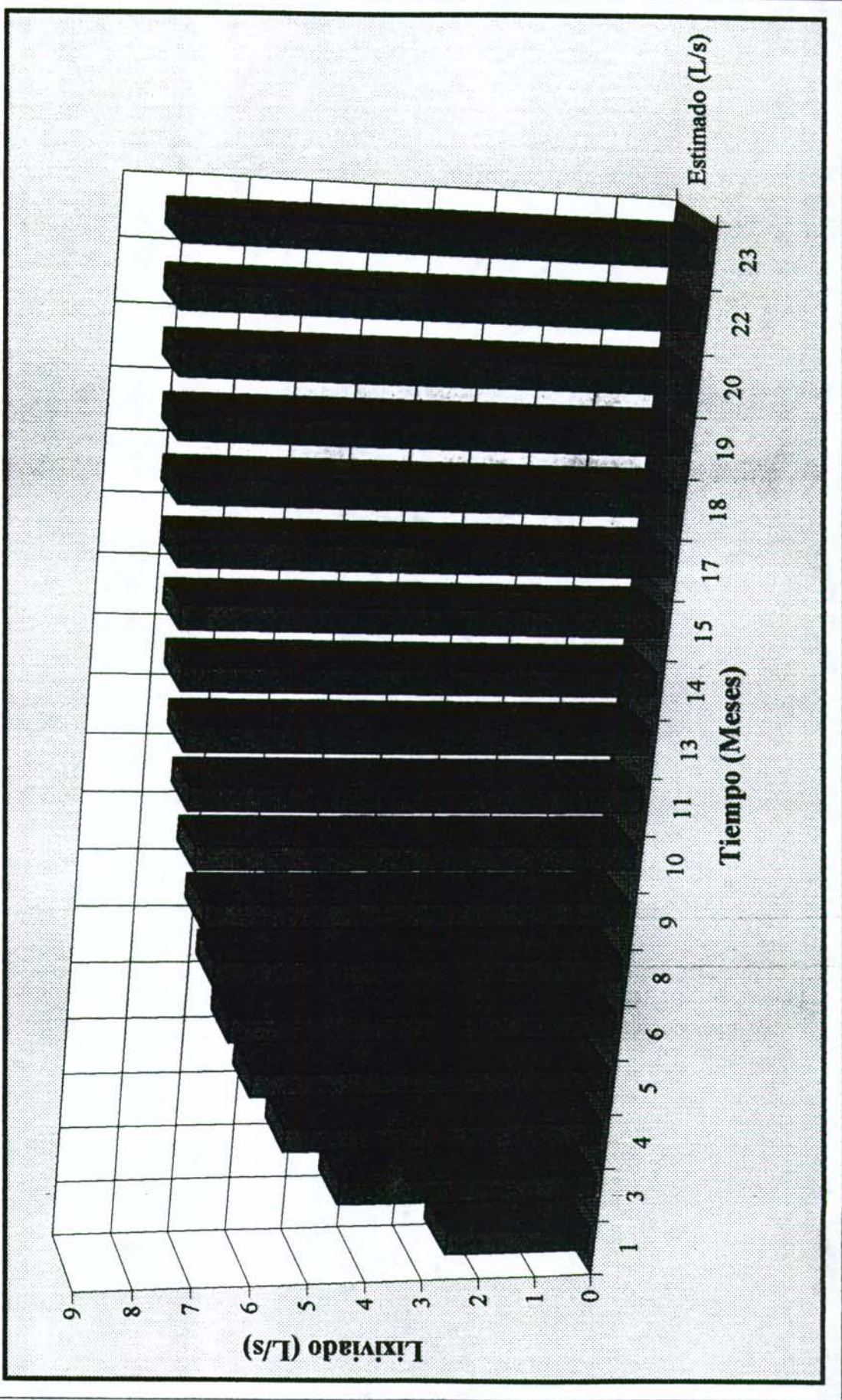
CAUDAL RECOLECTADO DE LIXIVIADOS EN ZONA II DEL RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA



*Fuente PROSANTANA

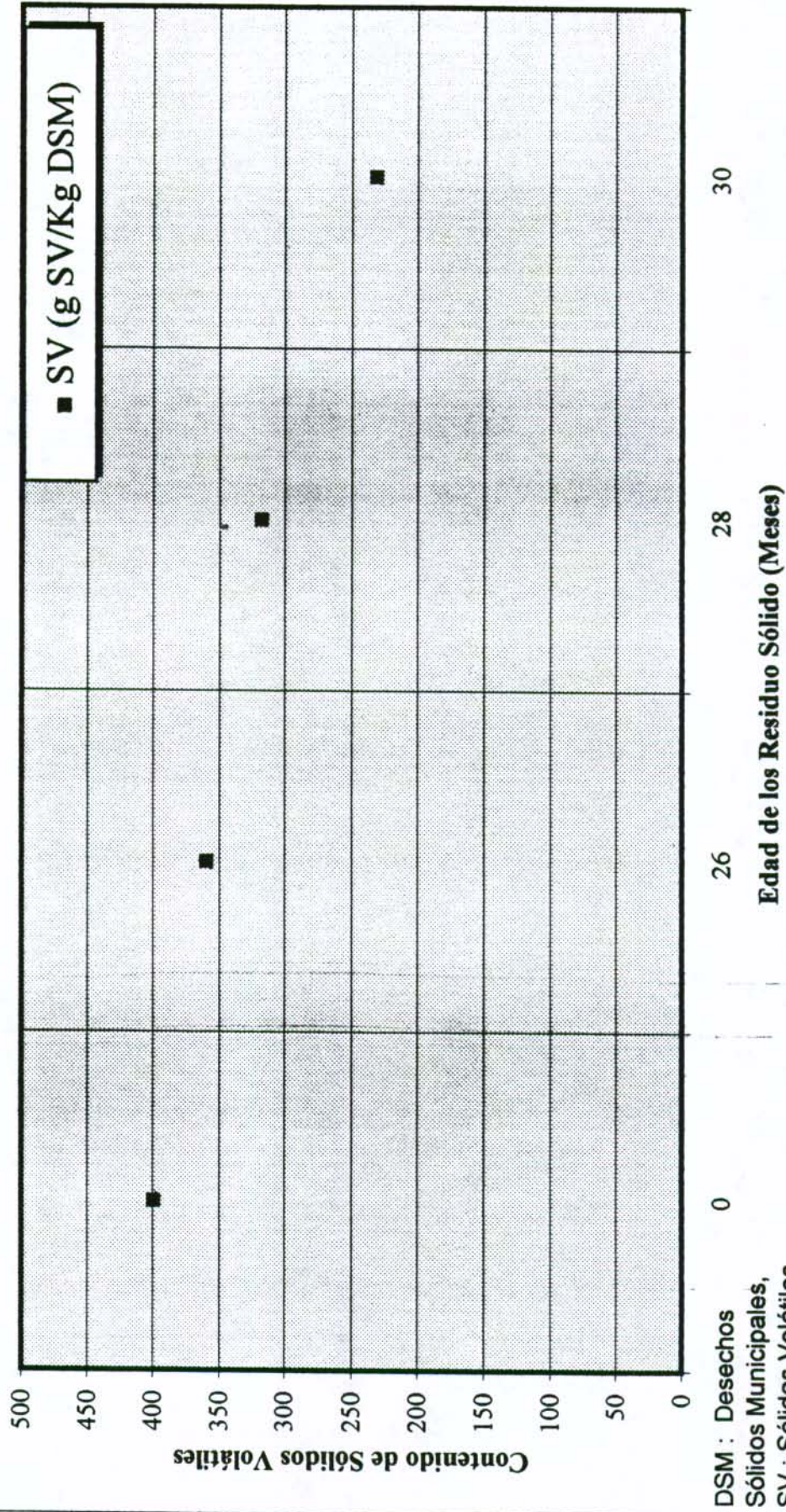
GRAFICA 6.1.5. Cantidad de Lixiviados Registrados a la Salida en Zona II.

PRODUCCION ESTIMADA DE LIXIVIADOS EN ZONA II DEL RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA



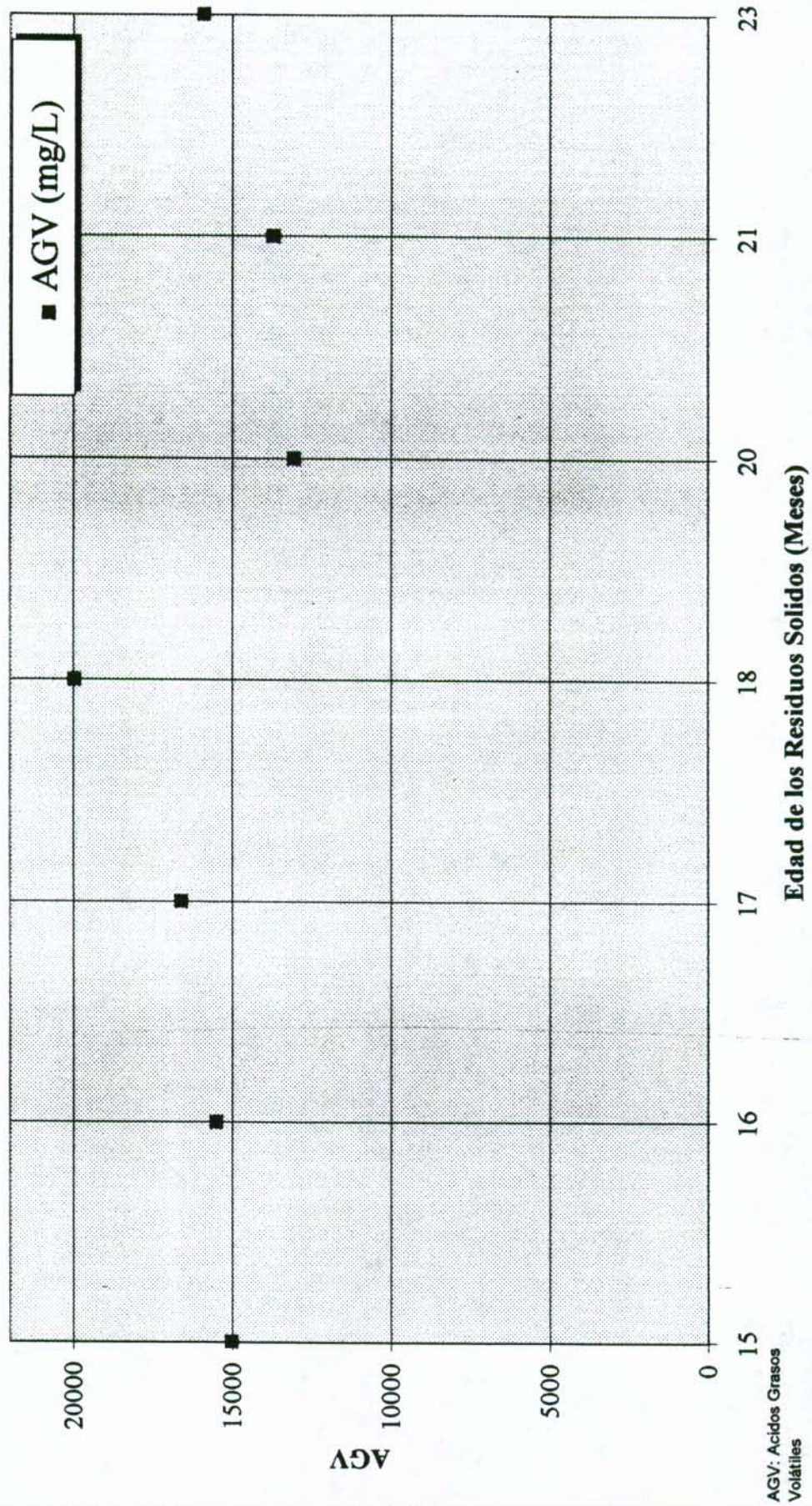
GRAFICA 6.1.6 Resultados de la Modelacion de la Generacion Neta de Lixiviados.

**VARIACION MEDIDA DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS VOLÁTILES
EN LA FRACCION ORGANICA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DEL
RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA**



GRAFICA 6.1.7. Datos para la Calibración del Contenido de Sólidos Volátiles

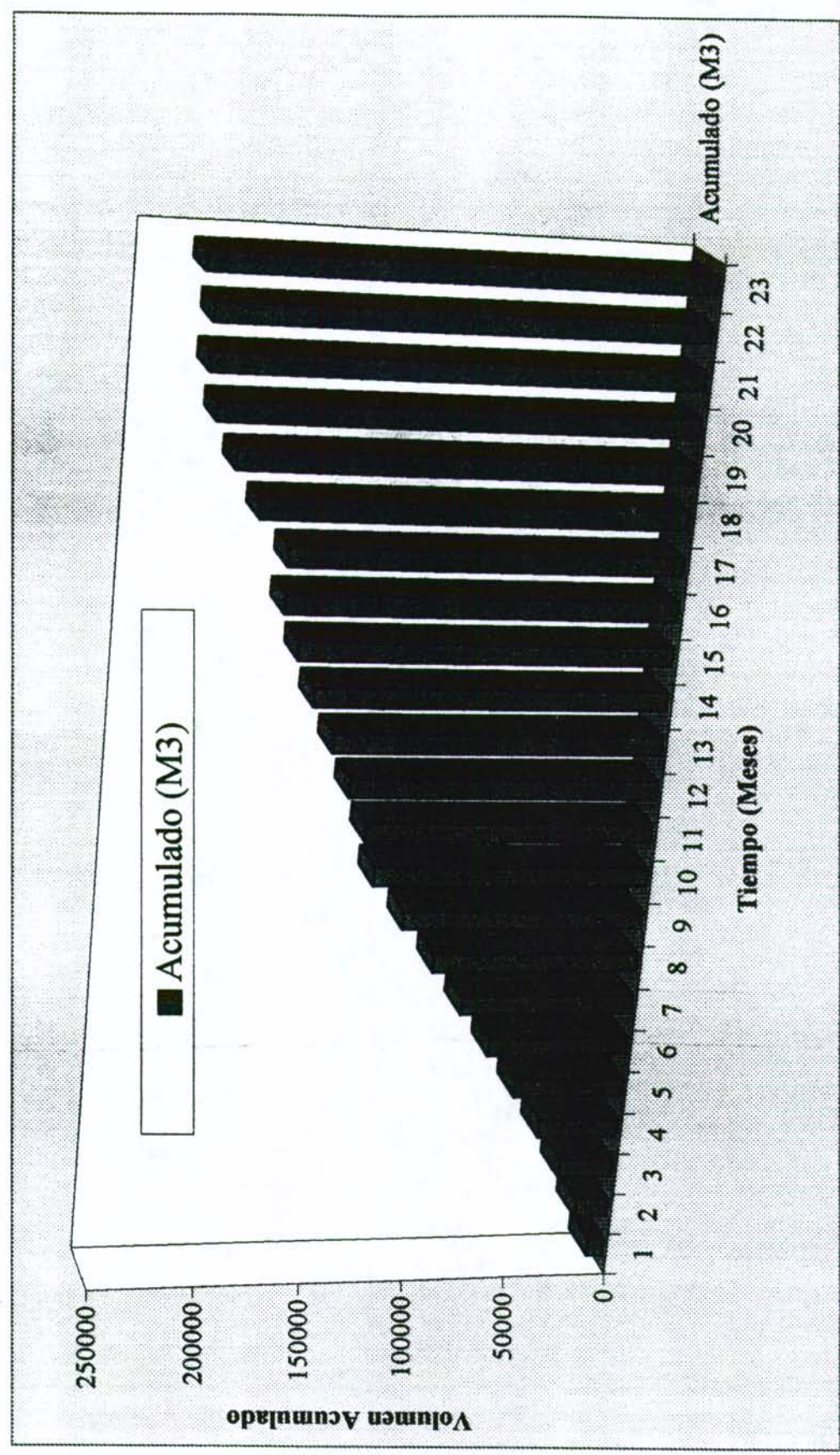
VARIACION MEDIDA DE LA CONCENTRACION DE ACIDOS GRASOS VOLATILES EN LOS LIXIVIADOS DEL RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA



000104

GRAFICA 6.1.8. Datos para la Calibración de la Concentración de AGV.

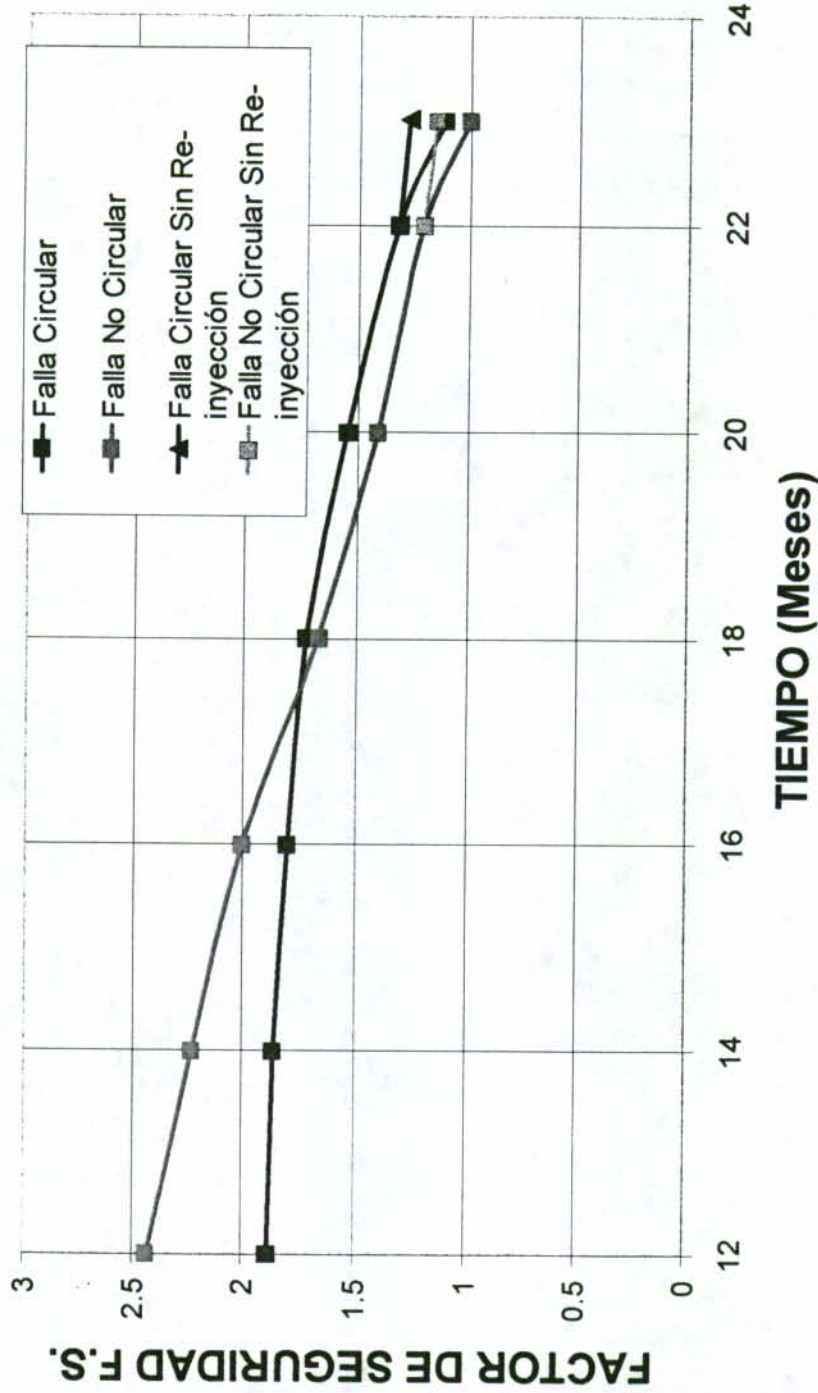
ACUMULACION DE LIXIVIADOS EN LOS DESECHOS SOLIDOS DISPUESTOS EN LA ZONA II DEL RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA



ANEXO I

**FIGURAS Y GRÁFICAS RELACIONADAS
CON EL ANÁLISIS DE FLUJO DE LIXIVIADOS Y BIOGÁS
Y CON EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL RELLENO**

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA EL TIEMPO



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES
 Y OBRAS CIVILES - CIMOC

RELLENO SANITARIO
 DOÑA JUANA - ZONA II

Factor de Seguridad en función del tiempo.

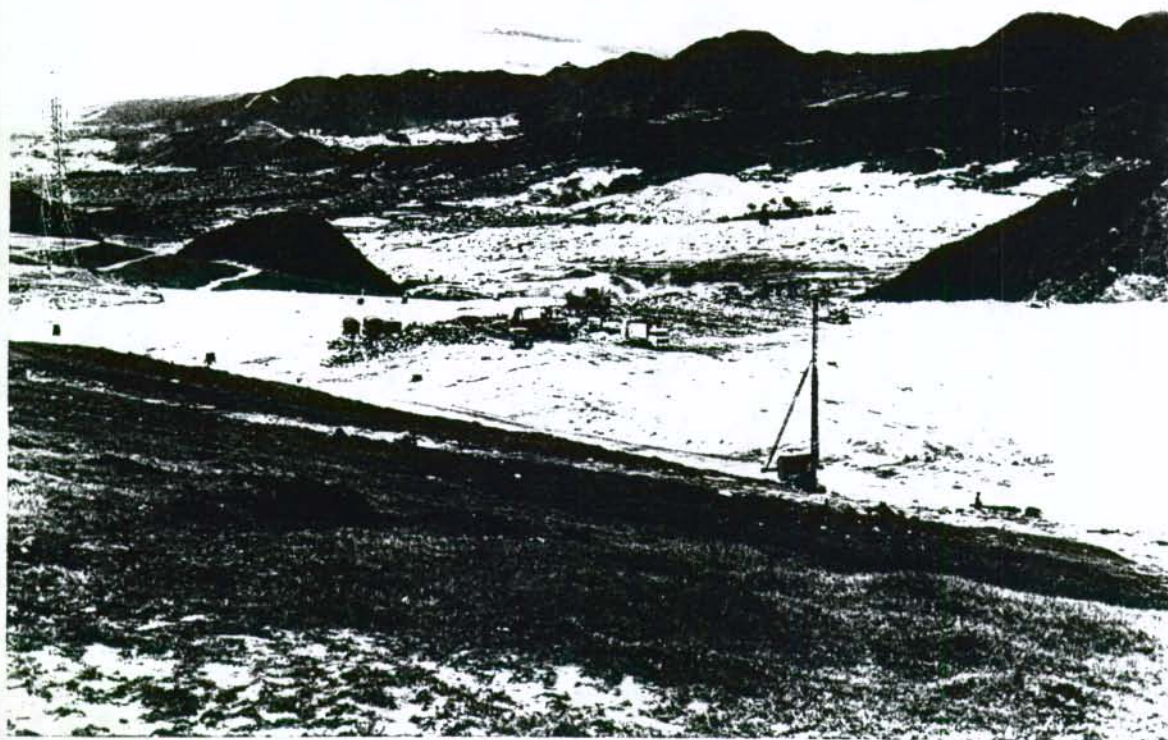
FECHA: 5/12/97 ELABORADO POR B.C., F.S., C.A

FIGURA 6.32

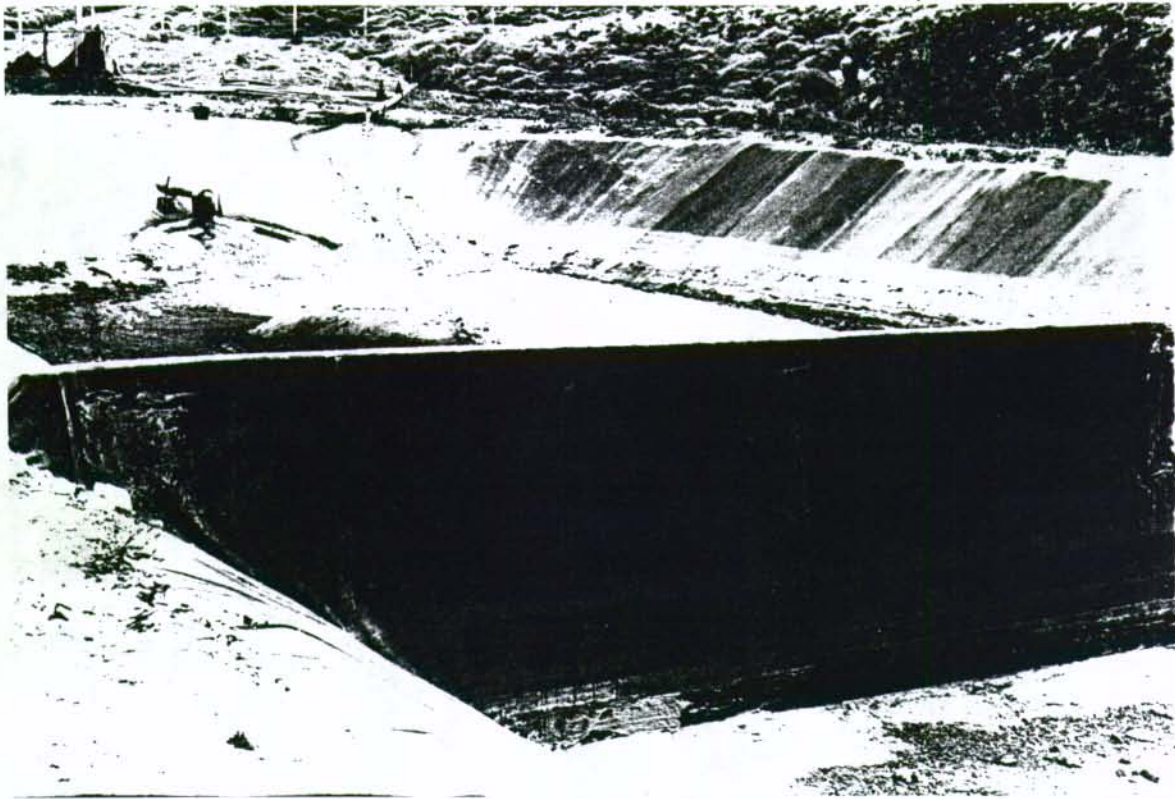
ANEXO J
FOTOGRAFÍAS



FOTOGRAFÍA 1. PATA DEL TALUD ANTES DEL DESLIZAMIENTO, ZONA II



FOTOGRAFÍA 2. OPERACIÓN DE LA ZONA II ANTES DEL DESLIZAMIENTO.



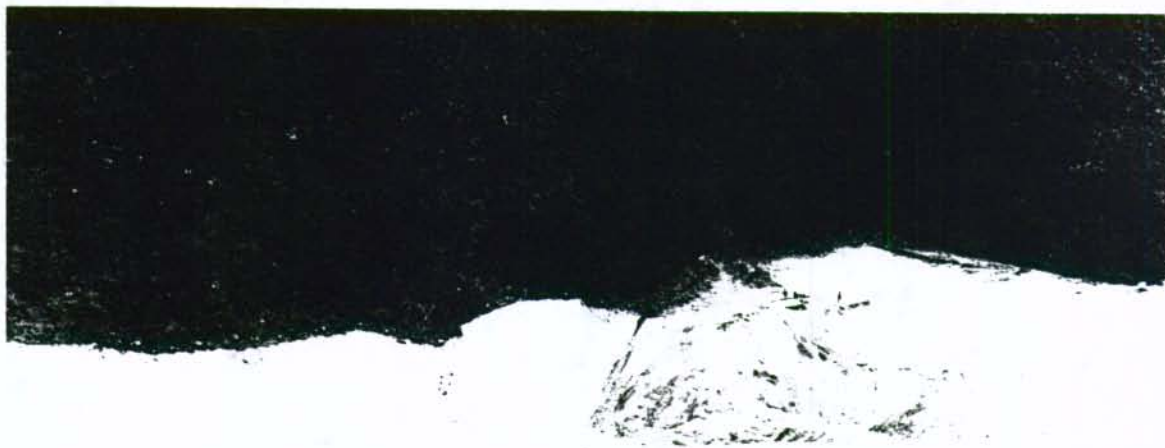
FOTOGRAFÍA 3. PONDAJE PARA ALMACENAMIENTO DE LINIVIADOS ZONA II ANTES DEL DESLIZAMIENTO



FOTOGRAFÍA 4. TANQUE PARA INFILTRACIÓN POR GRAVEDAD, ZONA II ANTES DEL DESLIZAMIENTO



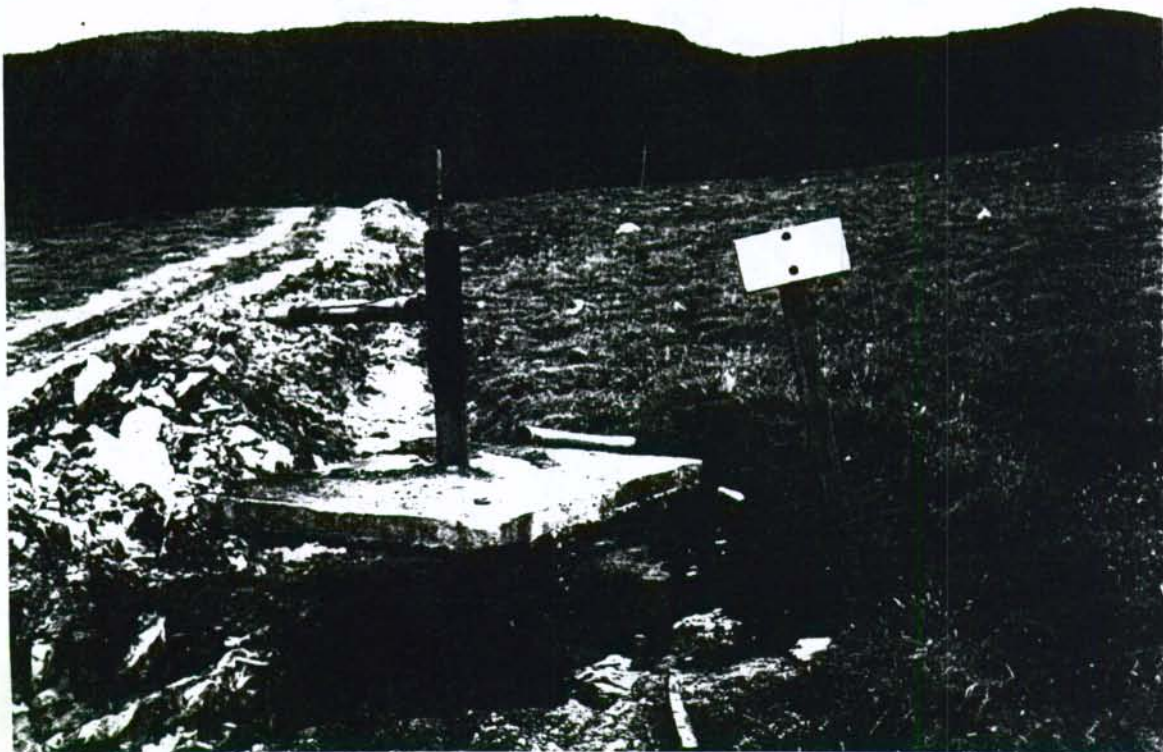
FOTOGRAFÍA 5. CHIMENEA DE EVACUACIÓN DE GASES



FOTOGRAFÍA 6. AREA DE PRESTAMO PARA MATERIAL DE COBERTURA ZONA II



FOTOGRAFÍA 7. AFLORAMIENTO DE LIXIVIADO EN POZOS REALIZADOS POR ZOREDA INTERNACIONAL, ANTES DEL DESLIZAMIENTO



FOTOGRAFÍA 8. POZO ZONA I. NÓTESE LA MAGNITUD DE LOS ASENTAMIENTOS Y EL LIXIVIADO EVACUADO



FOTOGRAFÍA 9. CORONA DE FALLA EN LA ZONA II



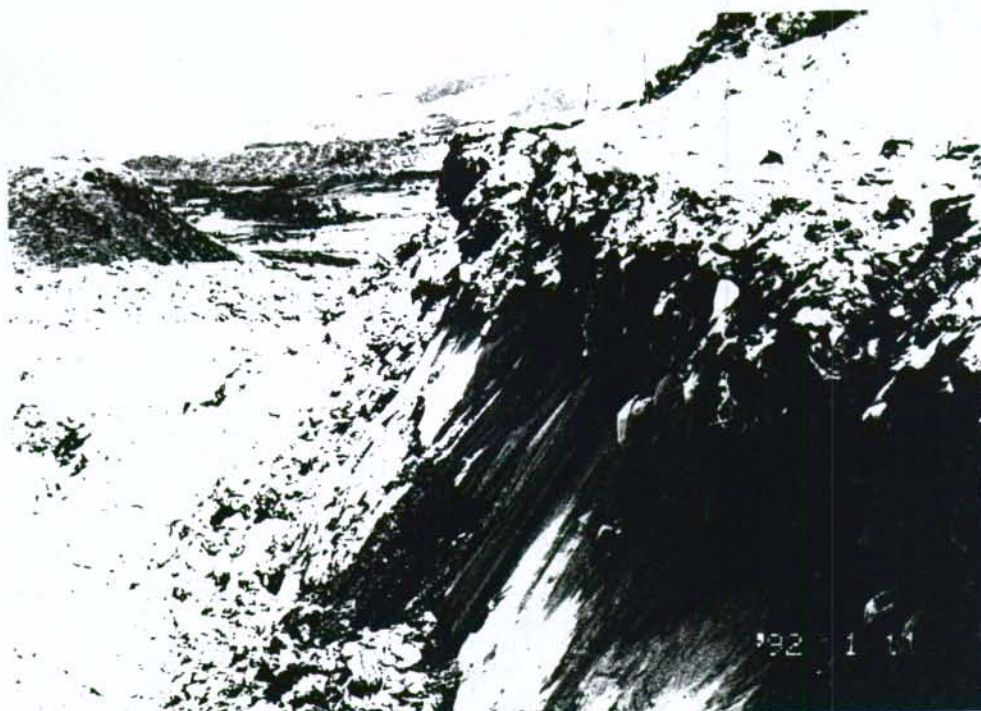
FOTOGRAFÍA 10. PARTE MEDIA DEL DESLIZAMIENTO DE LA ZONA II



FOTOGRAFÍA 11. PARTE INFERIOR DEL DESLIZAMIENTO DE LA ZONA II



FOTOGRAFÍA 12. VISTA GENERAL DEL DESLIZAMIENTO



FOTOGRAFÍA 13. ESTADO DE LA GEOMEMBRANA DESPUÉS DEL DESLIZAMIENTO.
AREA DE MUESTREO



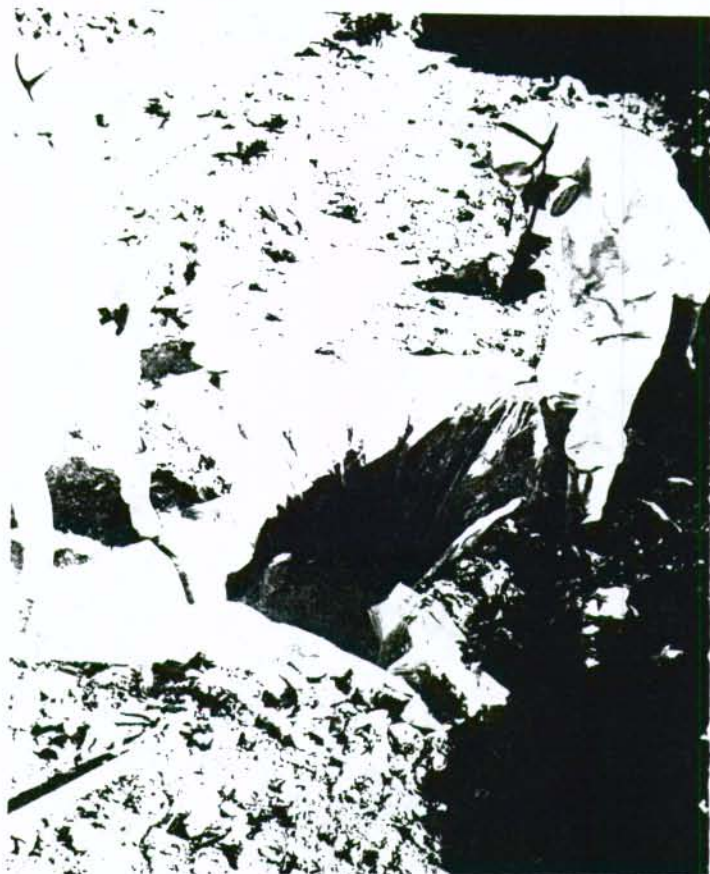
FOTOGRAFÍA 14. ESTADO DE LA GEOMEMBRANA DESPUÉS DEL DESLIZAMIENTO.
AREA SIN MUESTREAR



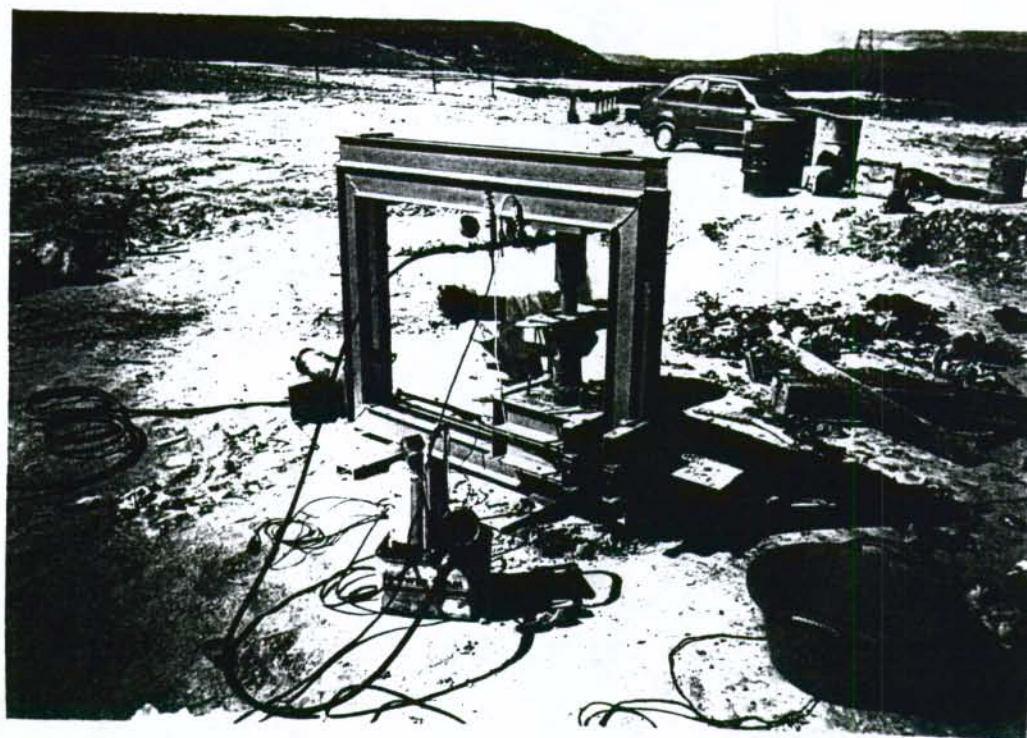
FOTOGRAFÍA 15. ESTADO DE LOS DESECHOS Y LA COBERTURA



FOTOGRAFÍA 16. ENSAYOS DE INFILTRACIÓN



FOTOGRAFÍA 17. ENSAYOS DE DENSIDAD



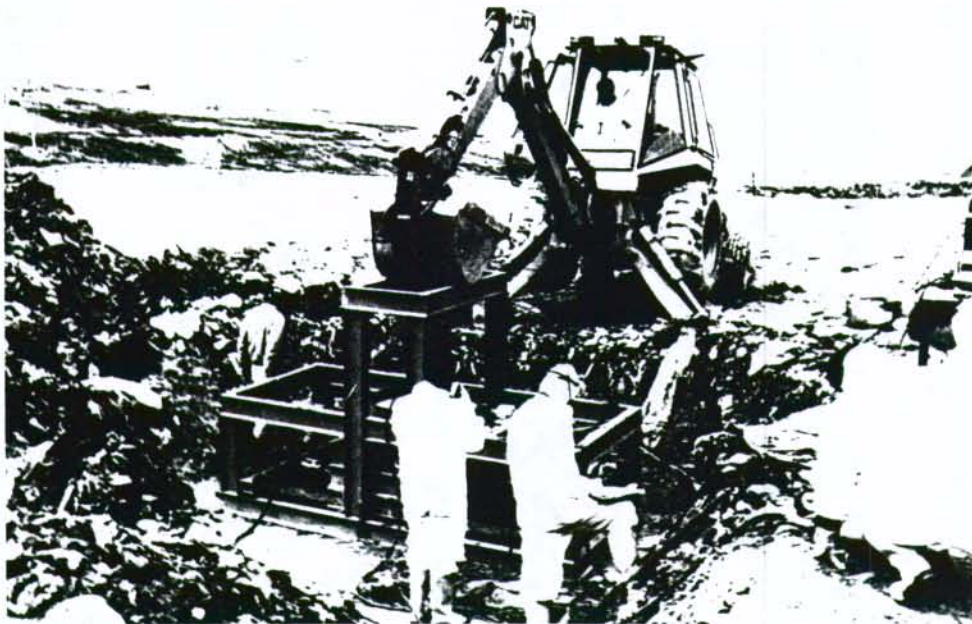
FOTOGRAFÍA 18. ENSAYOS DE RESISTENCIA AL CORTE - MEDIANA ESCALA



FOTOGRAFÍA 19. ENSAYOS DE RESISTENCIA AL CORTE- GRAN ESCALA



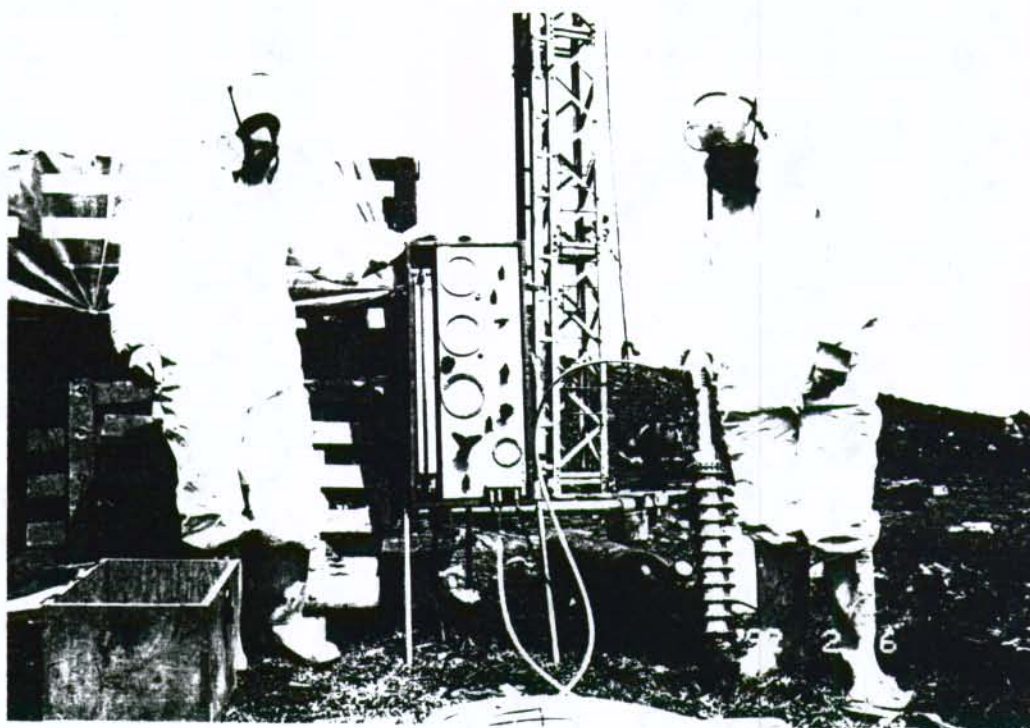
FOTOGRAFÍA 20. ENSAYOS DE RESISTENCIA AL CORTE- GRAN ESCALA



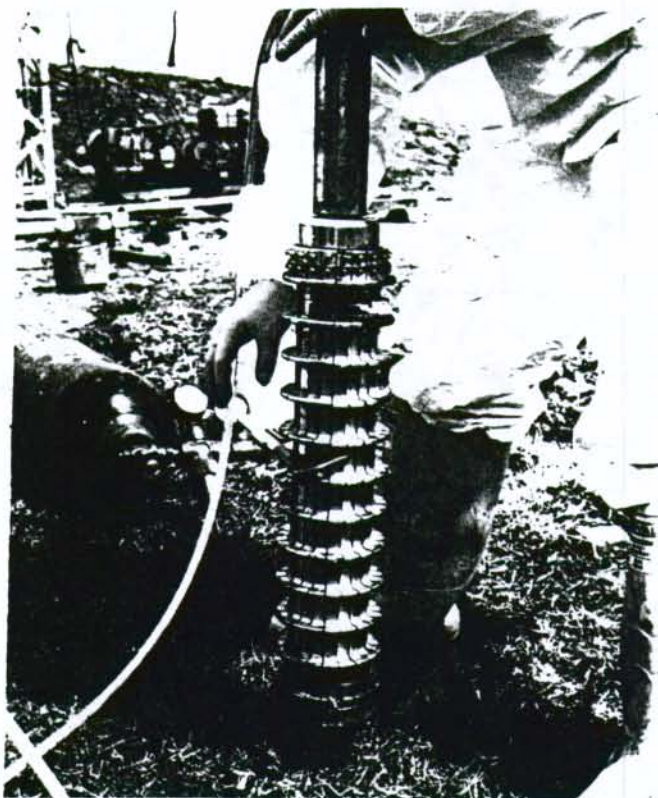
FOTOGRAFÍA 21. ENSAYOS DE RESISTENCIA AL CORTE- GRAN ESCALA



FOTOGRAFÍA 22. CONDICIÓN DE LAS BASURAS DESPUÉS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA AL CORTE



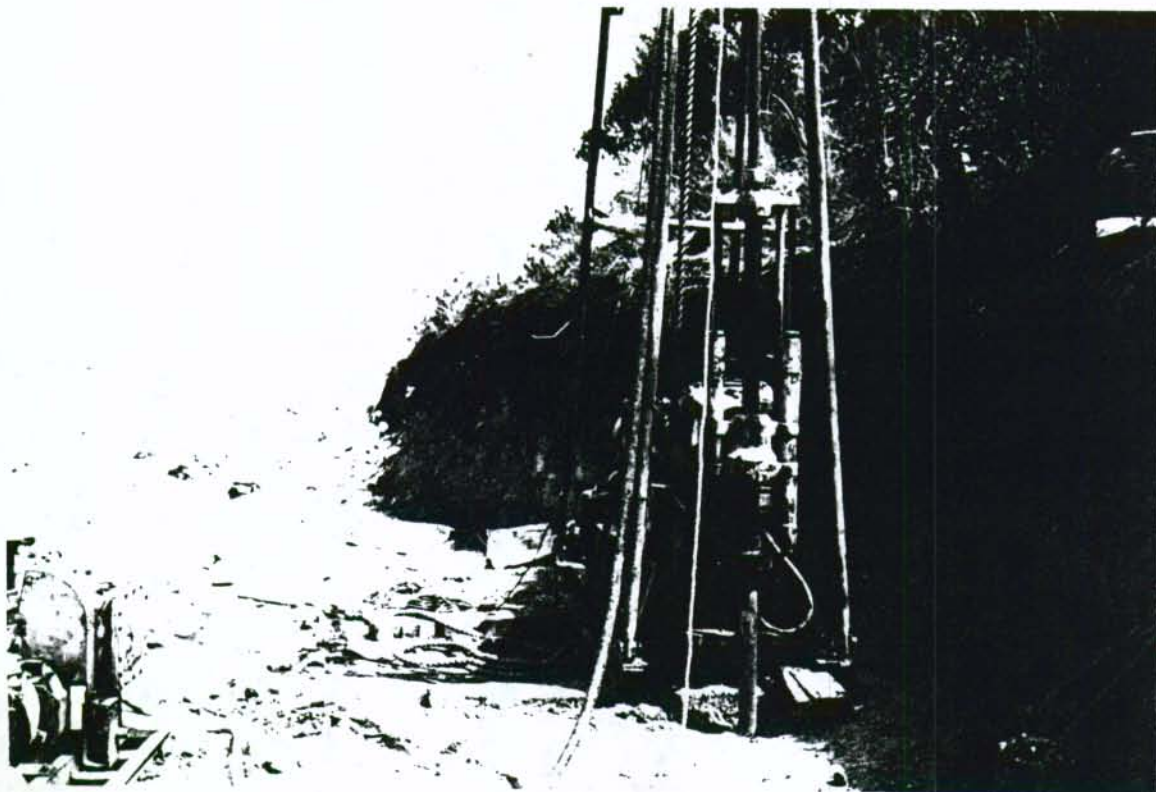
FOTOGRAFÍA 23. ENSAYOS DE PRESIOFICÓMETRO PARA ESTABLECER RESISTENCIA AL CORTE CON PROFUNDIDAD



FOTOGRAFÍA 24. ENSAYOS DE PRESIOFICÓMETRO PARA ESTABLECER RESISTENCIA AL CORTE CON PROFUNDIDAD



FOTOGRAFÍA 25. DETALLE DEL TIPO DE MUESTRA FALLADA EN PRESIOFICÓMETRO



FOTOGRAFÍA 26. PERFORACIONES EN SUELO NATURAL

ANEXO K
PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE
PARA LOS TRABAJOS DE CAMPO

LISTA DE NOTIFICACIONES EN CASO DE EMERGENCIA

En caso de emergencia, las siguientes personas y entidades deben ser notificadas:

CARGO/ENTIDAD	NOMBRE	TELÉFONO	DIRECCIÓN
ARP - Aseguradora de Riesgos Profesionales	SURATEP	9800-41414	
Oficial de Higiene y Seguridad (OHS) del Proyecto	Ing. Alejandro Fernández	CITEC - 260-3122 Celular 93-228-4374	CITEC Cra. 65B No. 17A-11
Supervisor Delegado de Higiene y Seguridad (O-DHS) del Proyecto	Ing. Octavio Coronado	CITEC - 260-3122	CITEC Cra. 65B No. 17A-11
Director General del Proyecto (DGP)	Ing. Néstor Soler	CITEC - 260-3122 Celular 93-224-5825	CITEC Cra. 65B No. 17A-11
Director Asistente del Proyecto (DAP)	Dr. Bernardo Caicedo	Uniandes 286-6224 CITEC - 260-3122 Celular 93-241-8721	CITEC Cra. 65B No. 17A-11
Supervisor de Trabajos de Campo (STC)	Ing. Luis E. Yamín	CITEC - 260-3122 Uniandes 286-6224	CITEC Cra. 65B No. 17A-11
Supervisor Delegado de Trabajos de Campo (S-DTC)	Ing. Octavio Coronado	CITEC - 260-3122	CITEC Cra. 65B No. 17A-11
Jefe de Salud Ocupacional de Uniandes	Dra. Marta Luz Bernal	Uniandes 286-9211 ó 284-9911 ext. 3303 ó 3305	CRA. 1a No.18A -10
DAMA, Coordinador de Operaciones en Campo	Ing. Drako Reyes	Celular 93-230-6866	DAMA

Centros de Salud ubicados en las cercanías de Doña Juana:

- Santa Librada Calle 86 A Sur No. 39 A -35 Este Tel. 200-5379
- Vista Hermosa Calle 70 Sur No. 18 L - 86 Tel. 760-5494

Hospitales cercanos:

- | | | |
|--------------------|------------------------------|---------------|
| • Tunal | Trans. 22 No. 47 B - 51 Sur | Tel. 767-7411 |
| • Meissen | Calle 60 Sur No. 18 K - 13 | Tel. 765-0348 |
| • Usme | Calle 1a No. 10 - 35 (Usme) | Tel. 766-0362 |
| • San Juan de Dios | Cra 10 No. 0 - 05 | Tel. 233-9234 |
| • Kennedy | Av. 1º de Mayo No. 75 A - 19 | Tel. 453-3095 |

Nota:

La información sobre tipos de sangre y condiciones médicas relevantes de las personas que participarán en los trabajos de campo, así como datos para realizar notificaciones a nivel personal para esas personas se presentan en el Anexo PHS-B de este Plan de Seguridad e Higiene.

TABLA DE CONTENIDO

1.0	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Aplicabilidad de este Plan de Higiene y Seguridad.....	2
2.0	CAPACITACIÓN.....	3
3.0	EXAMEN MÉDICO PRELIMINAR.....	3
4.0	PERSONAL SUPERVISOR.....	4
4.1	Supervisor de Trabajos de Campo (STC).....	4
4.2	Oficial de Higiene y Seguridad (OHS) del Proyecto.....	4
4.3	Personal Adicional Relevante	5
4.4	Prioridad en la Toma de Decisiones.....	5
5.0	PRÁCTICAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD GENERALES	5
5.1	Definición del Área de Trabajo	6
5.2	Restricciones sobre el Consumo de Comida, Bebidas y Cigarrillos.....	6
5.3	Principios Generales de Descontaminación e Higiene Personal	6
5.4	Trabajo en Equipos de Dos Personas (Buddy System).....	7
6.0	TAREAS ESPECÍFICAS AL PROYECTO Y PELIGROS ASOCIADOS	7
6.1	Peligros de Estabilidad.....	7
6.2	Peligros Asociados con Perforaciones de Suelo y Otras Investigaciones.....	7
6.3	Peligros Asociados con Materiales Peligrosos.....	8
7.0	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	8
7.1	Equipos de Protección Recomendado para Actividades Generales y Específicas.....	8
7.2	Modificaciones al Nivel de Protección.....	9
8.0	MEDIDAS DE CONTROL DEL SITIO	10

9.0	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	10
9.1	Vapores Orgánicos	10
9.2	Atmósfera Explosiva	11
9.3	Ácido Sulfhídrico.....	11
9.4	Oxígeno	11
10.0	DESCONTAMINACIÓN.....	12
10.1	Equipo de Protección Personal	12
10.2	Equipo de Campo.....	12
11.0	ATENCIÓN A EMERGENCIAS Y PLAN DE CONTINGENCIA	12
11.1	Respuesta en Caso de Incendio.....	12
	11.1.1 Respuesta Inicial.....	13
	11.1.2 Notificación	13
11.2	Evacuación del Sitio	13
11.3	Números de Teléfono para Emergencias	13
11.4	Manejo de Emergencias Médicas.....	14
	11.4.1 Comunicaciones en Caso de Emergencia	14
	11.4.2 Primeros Auxilios	14
12.0	DOCUMENTACIÓN.....	15

LISTA DE ANEXOS

PHS-A	Lista de Notificaciones en Caso de Emergencia
PHS-B	Datos Médicos Relevantes y Notificaciones de los Miembros del Equipo de Campo

PLAN DE HIGIENE Y SEGURIDAD

TRABAJOS DE CAMPO ESTUDIO DE LAS CAUSAS TÉCNICAS Y AMBIENTALES DEL DESLIZAMIENTO DEL RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA DE SANTA FE DE BOGOTÁ

1.0 INTRODUCCION.0 INTRODUCTION

Este Plan de Higiene y Seguridad (PHS) ha sido desarrollado por la Universidad de los Andes para el equipo formado por Sadat International, Inc., Arthur D. Little, Inc. y la Universidad de los Andes (Uniandes) (el equipo SII-ADL-Uniandes) con el fin de emplearlo durante los trabajos de campo que se adelantarán dentro del estudio de las causas técnicas y ambientales del deslizamiento del Relleno Sanitario Doña Juana en Santa Fe de Bogotá., D.C. (el Estudio de Causas) bajo contrato con el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA). El desarrollo de este PHS forma parte de la Fase I del Estudio de Causas.

Los principios y guías presentadas en este PHS han sido establecidos para definir los requisitos y procedimientos que deben ser seguidos durante el desarrollo de los trabajos de campo con el fin de minimizar el potencial de exposición a sustancias contaminantes y la ocurrencia de accidentes relacionados con riesgos físicos. Este documento ha sido desarrollado teniendo en cuenta observaciones y materiales encontrados durante las visitas preliminares realizadas a comienzos del mes de octubre de 1997, y otras informaciones disponibles. Asimismo, este PSH ha sido desarrollado teniendo en cuenta un plan de higiene y seguridad mucho más detallado desarrollado por Sadat Associates, Inc. para un proyecto similar (Health and Safety Plan, Edgeboro Landfill, East Brunswick, New Jersey, revisión de Diciembre 1994). Este documento toma algunos elementos básicos de las regulaciones de la Administración de Seguridad e Salud Ocupacional (la OSHA) de los Estados Unidos de América (EUA) contenidas en el Código Federal de Regulaciones (29 CFR 1910.120, and 29 CFR 1926 Subpart C) y de otras guías de los EUA para el desarrollo de trabajos en sitios contaminados. Las recomendaciones presentadas en este PHS se basan en la experiencia

adquirida en numerosos proyectos en rellenos sanitarios y de seguridad en los EUA y en la Ciudad de México.

En general, las actividades de campo se desarrollarán con un nivel de protección equivalente al Nivel D de la OSHA, modificado (ver Capítulo 5). En medida en que las condiciones de las áreas de trabajo se conozcan con mayor precisión, el nivel de protección será ajustado según sea necesario. No se contempla ejecutar trabajos empleando un nivel de protección superior nivel de protección equivalente al Nivel B de la OSHA (suministro de aire). Teniendo en cuenta datos sobre monitoreo de la calidad de aire, así como otras observaciones, el Oficial de Higiene y Seguridad (OHS) o la persona delegada determinará si existe la necesidad de modificar el nivel de protección para actividades generales y para actividades específicas.

1.1 Aplicabilidad de este Plan de Higiene y Seguridad

Este PHS ha sido desarrollado para ser seguido por el personal del equipo conformado por Sadat International, Inc., Arthur D. Little, Inc. y la Universidad de los Andes (el equipo SII-ADL-Uniandes). Como se señala en el Capítulo 2, todo el personal de campo del equipo SII-ADL-Uniandes (el Personal) será familiarizado con los riesgos asociados con los trabajos de campo del proyecto y con principios básicos del manejo de los equipos de protección personal con los que contarán. Los subcontratistas del equipo SII-ADL-Uniandes que vayan a desarrollar actividades de campo como parte del Estudio de Causas tienen la responsabilidad de desarrollar, distribuir a sus empleados e implementar su propio plan de higiene y seguridad, a menos que se acuerde lo contrario. El equipo SII-ADL-Uniandes revisará y dará comentarios sobre dichos planes de higiene y seguridad de los contratistas, pero el equipo SII-ADL-Uniandes no será responsable (ni ninguno de los miembros del equipo SII-ADL-Uniandes) de la higiene y seguridad de los empleados de dichos subcontratistas ni de dichos planes de higiene y seguridad.

Todo el Personal involucrado en los trabajos de campo debe cumplir, como mínimo, con los requisitos y procedimientos presentados en este documento.

El equipo SII-ADL-Uniandes no asume ninguna responsabilidad, ni total ni parcial, por la ocurrencia de ningún incidente o accidente relacionado con salud o seguridad causado por un

error de criterio o juicio de un subcontratista, cambios inesperados en las condiciones del sitio de los trabajos de campo, negligencia, equipo defectuoso, técnicas inadecuadas de monitoreo en campo, ni por ninguna información contenida en este PHS.

2.0 CAPACITACIÓN

En ausencia de un requisito legal colombiano de capacitación equivalente al requerido por la OSHA para personas que trabajen en sitios con residuos peligrosos, el personal de Uniandes que realice trabajos de campo dentro del Estudio de Causas contará con una familiarización con los riesgos asociados con los trabajos de campo del proyecto y con principios básicos del manejo de los equipos de protección personal con los que contarán. El personal de Uniandes que participará en esos trabajos cuenta con experiencia, en otros contextos, en la realización de las labores que desempeñarán dentro del Estudio de Causas. El personal de SII y de ADL que participe en los trabajos de campo dentro del Estudio de Causas deberá contar con el entrenamiento de 40 horas requerido por la OSHA para personas que trabajen en sitios con residuos peligrosos, así como con la actualización anual de 8 horas. Cabe anotar que el Oficial de Higiene y Seguridad del Estudio de Causas, el Ing. Alejandro Fernández, cuenta con el entrenamiento establecido por la OSHA, incluyendo un entrenamiento adicional como supervisor de higiene y seguridad para trabajos en sitios con residuos peligrosos. El Ing. Fernández contará con el apoyo del Director del Proyecto, Ing. Néstor Soler, y con personal experimentado en higiene y seguridad de SII y de ADL, así como con el apoyo de la Jefe de Salud Ocupacional de la Universidad de los Andes.

3.0 EXAMEN MÉDICO PRELIMINAR

El Personal será sometido a un examen médico preliminar. Para el personal de SII y de ADL, este requisito está cubierto por los programas de monitoreo médico de SII y de ADL, respectivamente. El personal de Uniandes deberá completar satisfactoriamente una prueba de espirometría, con el fin de establecer si están en capacidad de usar un respirador purificador de aire (máscara con filtro), antes de ser autorizados por el OHS del proyecto para participar en los trabajos de campo.

Adicionalmente, todos los miembros del equipo de SII-ADL-Uniandes deberán contar con las vacunas necesarias y deberán renovar dichas vacunas, según sea establecido por el OHS, con la asesoría de la Oficina de Salud Ocupacional de Uniandes.

4.0 PERSONAL.0 KEY PERSONNEL CLAVE

4.1 Supervisor de Trabajos de Campo (STC)

Para el Estudio de Causas han sido designadas las siguientes personas: El Ing. Luis E. Yamín, como Supervisor de los Trabajos de Campo (STC) y el Ing. Octavio Coronado como Supervisor Delegado de los Trabajos de Campo (S-DTC). Es factible que se designe a otras personas a nivel de supervisión durante los trabajos de campo, según sea necesario. El control sobre las actividades de campo es responsabilidad del STC y, en ausencia de éste, del S-DTC. El STC coordinará con el OHS o su delegado la implementación de este PHS. La decisión final sobre asuntos relacionados con Higiene y Seguridad dentro del Estudio de Causas será responsabilidad del OHS o su delegado.

4.2 Oficial de Higiene y Seguridad (OHS) del Proyecto

Para el Estudio de Causas han sido designadas las siguientes personas: El Ing. Alejandro Fernández como Oficial de Higiene y Seguridad (OHS). El Ing. Fernández designó al Ing. Octavio Coronado como Oficial Delegado de Higiene y Seguridad (O-DHS). Es factible que se designe a otras personas a nivel de supervisión de seguridad e higiene durante los trabajos de campo, según sea necesario. La responsabilidad de la implementación de este PHS es responsabilidad del OHS, quien podrá delegar parcialmente esta responsabilidad en otro persona. Como se señaló en la sección 4.1, la decisión final sobre asuntos relacionados con Higiene y Seguridad dentro del Estudio de Causas será responsabilidad del OHS o su delegado. (**Nota:** Para fines de este PHS, desde este punto en adelante, donde se lee "el OHS" debe entenderse "el OHS o su delegado, el O-DHS").

Las responsabilidades del OHS incluyen las siguientes:

- Divulgación del PHS y de modificaciones al mismo;
- Implementación del PHS en coordinación con el Director General del Proyecto y con el STC;

- Informar al personal que participe en los trabajos de campo sobre las condiciones iniciales presentes en el sitio, peligros anticipados y cambios en las condiciones del sitio derivados de nueva información;
- Documentar asuntos relacionados con higiene y seguridad; y
- Coordinar esfuerzos en caso de una emergencia médica.

En caso de que el OHS considere que las condiciones del sitio son inseguras en caso de continuar los trabajos de campo, el OHS suspenderá los trabajos de campo hasta tanto las condiciones del sitio hayan mejorado, se hayan aplicado satisfactoriamente controles técnicos, o el nivel de protección personal hayan sido elevado de manera suficiente. Los trabajos de campo no se reiniciarán sin la aprobación del OHS.

4.3 Personal Adicional Relevante

Ocasionalmente, es factible que personal adicional se encuentre presente en los sitios específicos en donde el equipo de SII-ADL-Uniandes esté ejecutando trabajos de campo. Ese personal adicional deberá seguir las instrucciones y recomendaciones del STC y del OHS o sus delegados. En caso de que exista justificación, este personal puede solicitar al OHS que el nivel de equipo de protección personal sea aumentado. Ninguna solicitud razonable y justificada debe ser rechazada por el OHS.

4.4 Prioridad en la Toma de Decisiones

En caso de que el STC o el SDTC y el OHS estén en desacuerdo sobre las garantías ofrecidas por las condiciones del sitio con respecto a higiene y seguridad, ellos deberán tratar de resolver sus diferencias; en todo caso, la higiene y seguridad de los trabajadores del equipo de SII-ADL-Uniandes, así como la de sus subcontratistas, deben ser prioritarias en la toma de decisiones.

5.0 PRÁCTICAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD GENERALES .0 GENERAL SAFETY PRACTICES

Site operations, during all project phases, will be conducted, to the extent possible, in the spirit of the requirements of the Occupational Safety and Health Administration Safety, " Health

Regulations for Construction," (29 CFR 1926 Subpart C), and "General Safety and Health Standards," (29 CFR 1910.120), and the guidelines contained in this plan.

5.1 Definición del Área de Trabajo .1 Safety Perimeter Enforcement

Prior to the initiation of site activities, the OHS will establish a safety perimeter from which all pedestrians and unqualified site personnel will be excluded. The purpose of this perimeter is to exclude the pressure of non-trained individuals to physical and chemical hazards, and to avoid confusion in the work zone.

The size of the safety perimeter is task dependent, but should not drop below a radius of 10 meters, if feasible. As the risk associated with a specific task increases, so should the size of the safety perimeter.

The establishment of a safety perimeter will be denoted using caution tape or other clearly visible markings, where applicable. This tape will be repositioned as the site activities move based on the OHS's assessment of the worksite and its hazards.

Workers and bystanders should, whenever possible, stay upwind of site activities. This minimizes their exposure to vapors, odors, and dusts that may be generated.

5.2 Restricciones sobre el Consumo de Comida, Bebidas y Cigarrillos .2 Food, Beverage, and Tobacco Consumption Regulations

Unless otherwise specified by the OHS, eating, drinking and smoking should be prohibited in the worksite. This protects the workers from the increased chance of ingestion of contaminants, and in the case of smoking, reduces the risk of explosion or ignition of flammable materials.

During all excavation activities, a strict No Smoking policy will be enforced at all portions of the work zone.

5.3 Principios Generales de Descontaminación e Higiene Personal .3 General Decontamination and Personal Hygiene

No facial hair, which interferes with a satisfactory seal of respirator to face, is allowed on personnel required to wear respiratory protection.

Medicines and alcohol can intensify the effects of exposure to some chemicals. As such, the OHS should be notified by any on site personnel when they are using such substances.

Following the completion of the work day, and before consumption of food, beverages, or tobacco on breaks, workers should thoroughly wash their hands and face with soap and water.

5.4 Trabajo en Equipos de Dos Personas (Buddy System).4 Buddy System

No individual shall be allowed to enter, for any reason, a potentially hazardous environment alone. All site activities, whether intrusive or not, require at least two people working together.

Also, whenever work is occurring on a site, no individual should be allowed to work in an unobservable area. The workers buddy must be within visual range at all times.

6.0 TAREAS ESPECÍFICAS AL PROYECTO Y PELIGROS ASOCIADOS .0 SITE SPECIFIC TASKS AND ASSOCIATED HAZARDS

In addition to the guidelines for worker safety, as put forth in Section 5.0, "General Safety Practices," and Section 11.0, "Emergency Response / Contingency Plan" of this PHS, safety considerations and procedures for the hazards associated with the specific tasks of the work effort are identified below.

6.1 Peligros de Estabilidad

SII-ADL-UNIANDES personnel will be responsible for inspecting the landslide area for leads regarding the landslide phenomenon. One of team members will stand guard during all activities in order to notify the rest of the team in the event of any signs suggesting the possibility of a landslide starting. Work conducted in areas of particular landslide risk will be conducted following mountaineering principles, particularly the use of a life-line and a buddy system. The life-line should be anchored on firm, natural ground.

6.2 Peligros Asociados con Perforaciones de Suelo y Otras Investigaciones

This task may require standing adjacent to the bucket of the excavation hoe or near the boring rig; therefore, communication with the hoe or rig operator is necessary to ensure that the operator is aware of the presence of the OHS or other personnel and the use of hard hat is required. Further, an excavation should not be entered if the walls are not sufficiently sloped or shored.

This task involves close inspection of unknown materials; therefore, the use of Level C PPE is required. Refer to Section 6.1.2 for a description of potential chemical hazards. Monitoring will be conducted while performing this task, to verify ambient conditions (see Section 9.0).

6.3 Peligros Asociados con Materiales Peligrosos

Due to the variable nature of solid waste deposited at the site, it is possible that SII-ADL-UNIANDÉS personnel may encounter hazardous materials during site activities. Level C protection is required to proceed with the assessment of the conditions. The OHS will evaluate the safety of continued work. The excavation should not be entered if the walls are not sufficiently sloped or shored. Any task that involves the disturbance of deposited material should include an evaluation for the potential for hazardous materials to be present. Monitoring will be conducted while performing this task, to verify ambient conditions.

7.0 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

The following section details the specific tasks anticipated during the work effort, the initial level of personal protective equipment (PPE) required for participation in each task, and the general health and safety guidelines for selection of PPE levels based on in-field health and safety monitoring results.

7.1 Equipo de Protección Personal Recomendado para Actividades Generales y Específicas

The following chart indicates the anticipated activities occurring during the work effort, and the initial PPE levels required for participation in each activities. These PPE level requirements have been designated to provide appropriate levels of protection from potential chemical contaminants while performing these tasks.

In the event new information, which better defines site conditions becomes available, the PPE requirement may be modified, on a task-specific basis. New sources of information may include analytical results or the results of the site air monitoring program.

TASK	Recommended Protection Level
Leachate Level Measurements	OSHA LEVEL C
Supervision	OSHA LEVEL D
Soil Boring and Sampling	OSHA LEVEL C

Geotechnical Testing	OSHA LEVEL C
Investigation of Suspect Material	OSHA LEVEL C

If additional tasks are required that are not delineated above, the required level of PPE shall be field determined by the OHS based upon the guidelines presented within this plan, site conditions, and personal experience.

The following lists should be consulted to ensure that the required equipment is used. As a guideline, OSHA Level D protection modified should consist of:

- safety shoes (steel toe and shank)
- gloves
- safety glasses with wrap-around sides

The OSHA Level C modified protection proposed for this project includes those items listed under level D protection and:

- full face respirator with approved air purifying respirator
- Tyvek, Sarenex, or other chemical protection full-body suit
- chemical protection boots
- surgical gloves (latex or nitrile)

7.2 Modificaciones al Nivel de Protección

In the event that air monitoring devices, or other means, detect levels of contaminants deemed unsafe for level D protection, or new analytical results indicate the site is unsafe for level D protection, the OHS shall upgrade the required level of protective gear to a minimum of a modified level C. Changes in the required level of personal protection should be made by the STC and OHS based on site specific information, personal experience, and the guidelines contained in this plan. OSHA Level B will not be used as part of this project.

If respiratory equipment is deemed necessary by the OHS during site operations, the individual site contractors are responsible for supplying their own equipment and must provide SII-ADL-UNIANDES with documentation of fit tests for all on-site personnel.

In addition to new indicators of elevated contamination levels, other reasons to consider an upgrade in the level of personal protection include:

- change in work tasks that will increase contact or potential contact with contaminants;
- changes in site conditions including weather, visibility, or temperature; and,
- request of site personnel.

8.0 MEDIDAS DE CONTROL DEL SITIO

Based on the suspected levels of contaminants at the worksite, distinct work zones are not required. However, the OHS should maintain a safety perimeter, as described herein, from which all non-essential personnel are excluded.

In addition, the OHS should monitor equipment and personal decontamination procedures to ensure worker safety and to eliminate the potential for off-site migration of contaminants. If necessary, the OHS may decide to erect distinct work zones, including but not limited to, an exclusion zone, a contamination reduction zone, and a support/clean zone.

9.0 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Site activities and changing weather conditions affect the potential for chemicals to enter the ambient air. Therefore, prior to and during site activities, an air monitoring program will be implemented.

During all site activities, organic vapors, oxygen, hydrogen sulfide, and combustible gas shall be measured at the site of disruption.

9.1 Vapores Orgánicos .1 Organic Vapors

Organic vapor concentrations will be monitored with an infrared analyzer at the disruption location. The frequency of air monitoring will be on an as needed basis. As a general guideline, organic vapor levels should be taken each time a new substance, matrix, or geological structure is encountered.

In the event that concentrations of organic vapors significantly background conditions on a continuous basis for 15 minute period, the work will be temporarily suspended and the OHS will evaluate the potential factors causing the aforementioned observation. The conditions will be evaluated by the OHS and appropriate actions will be recommended by the OHS. Work at those locations will be resumed as soon as more stringent health and safety protection

measures are employed and/or when the material of concern has been removed, or safe emission levels are otherwise reached.

9.2 Atmósfera Explosiva .2 Explosive Atmospheres

A methane capable monitor will be in use during all disruptive activities. If the ambient air in the work zone exceeds 20% of the LEL, only non-sparking equipment should be used. In the absence of this equipment, work should only proceed at the discretion of the OHS.

If the perimeter LEL readings exceed 10% for a continuous 60 second period, work will cease, the worksite evacuated, and the site allowed to vent. No work will continue until the site is deemed safe by the OHS.

9.3 Ácido Sulhídrico.3 Hydrogen Sulfide

Hydrogen sulfide contamination is not expected at the site because of the well-vented conditions that prevail; nevertheless, its presence will be monitored for on a continuous basis. In the event indicators of hydrogen sulfide develop, ie. rotten egg smell, mild eye irritation, and/or mild difficulty in breathing, a hydrogen sulfide meter will be in use to monitor for concentrations of this gas.

The American Conference of Governmental Industrial Hygienists ("ACGIH") Permissible Exposure Limit ("PEL") for hydrogen sulfide is 10 ppm/8 hour day, and 15 ppm per a 15-minute short term exposure. If concentrations exceed 15 ppm for 15 minutes, the work shall cease and the OHS will evaluate the site conditions and recommend appropriate actions.

9.4 Oxígeno.5Oxygen

No confined space entry is anticipated during the execution of work at this site. Percent of oxygen in the atmosphere will be continuously monitored, however, and work may only occur without a supplied air source when the oxygen concentration is between 19.5% and 22%. An oxygen deficient atmosphere (less than 19.5% O₂) requires the use of a supplied air source; because such equipment is not contemplated, work will be interrupted if that condition is reached. An oxygen rich atmosphere (greater than 22% O₂) presents an explosive danger and work will be interrupted if that condition is reached.

10.0 DESCONTAMINACIÓN.0 DECONTAMINATION

Decontamination procedures used during field activities must ensure worker safety, that contaminants are not migrating off-site, and sample chemical and physical integrity are not compromised.

A series of three wide shallow buckets placed on a polyethelene sheet will be used decontamination station. A portable fumigation pump containing a detergent solution and brushes will be used to clean equipment and boots.

10.1 Equipo de Protección Personal

Standard Level D protective gear does not require decontamination between uses, nor is the material considered disposable. Level C PPE, including tyvek, gloves and booties, is disposable and must be contained and disposed of in an appropriate manner.

10.2 Equipo de Campo.2 Field Equipment

The decontamination of field equipment, including sampling devices, often requires the use of several chemical solutions and/or power washing equipment. Decontamination solutions such as acids and solvents are not reusable, and must be disposed of in an approved fashion or staged as potentially hazardous compounds awaiting ultimate disposal.

11.0 ATENCIÓN A EMERGENCIAS Y PLAN DE CONTINGENCIAS .0

EMERGENCY RESPONSE AND CONTINGENCY PLAN

During an emergency situation, the STC and OHS must coordinate their activities. The OHS should assist the STC in identifying the situation and work to ensure worker safety. The STC's responsibility includes the mitigation, ie. containment/control, of a release or other potentially hazardous event, and communication with the Operator and DAMA representative. In the event of a fire, the response procedures described in Section 11.1 will be followed. Notification will be performed as described in Section 11.1.2.

11.1 Respuesta en Caso de Incendio

In the event of a fire, the procedures described below will be followed.

11.1.1 Resposta Inicial .3.1 Initial Response

A portable (1 - 2 pounds) fire extinguisher will be kept in project vehicle near the work area. This extinguisher is to be as an initial response to a small fire. On-site personnel should not endanger themselves unnecessarily while attempting to contain a fire.

11.1.2 Notificación.3.2 Notification

In the event of a fire, the Operator and DAMA, as well as the local fire department will be immediately notified and the area of concern will be evacuated for the arrival of the fire department and/or other emergency response team.

11.2 Evacuación.5 Site Evacuation del Sitio

In the event that the evacuation of the worksite becomes necessary, a predetermined signal, ie. three (3) long air horn blasts, will be sounded. If the site is evacuated due to an emergency situation, personnel shall not re-enter the site until:

- the conditions causing the emergency have been corrected;
- the hazards have been reassessed;
- the PHS has been revised to address the new issue, and the employees notified of changes; and/or,
- a change in the personal protective equipment requirement is made.

Immediately upon site evacuation, the OHS shall notify DAMA and initiate the chain so that appropriate measures of response can be determined and implemented.

11.3 Números de Teléfono para Emergencias

Teniendo en cuenta lo ubicación remota del sitio del proyecto, se recomienda coordinar apoyo con el personal del DAMA y del Operador presente en el sitio. Asimismo, una copia de la lista de notificación que se presenta en el Anexo PHS-A debe mantenerse pegada a una ventana del vehículo que sea empleado en el proyecto, con el fin de poder consultar esos números en cualquier momento. Adicionalmente, cabe recordar que el número de teléfono para contactar a los cuerpos de emergencia de la ciudad es el mismo de la policía:

Policía, bomberos: 112

11.4 Manejo de Emergencias Médicas.7 Medical Emergencies

11.4.1 Comunicaciones en Caso de Emergencia

All injuries, not matter how small, should be reported to the OHS immediately. The OHS shall then decide if the injury requires first aid, treatment at a hospital, or any other procedure.

In the event that an injury requires immediate medical attention, the OHS should contact the emergency system for appropriate first aid treatment and means of transportation to the hospital.

11.4.2 Primeros Auxilios

An emergency first aid station to be maintained by DAMA on site will provide:

- (a) Stabilization of patients requiring off site treatment
- (b) General first aid

Local emergency transport and hospital personnel should be informed and given information to protect hospital personnel and minimize delays due to concerns about hospital safety and contamination. The OHS will coordinate with the attending medical center or hospital during emergencies.

Hospital staff should be informed about specific illness and past medical history of workers. (See Anexo PHS-B)

The station will be located in the clean area adjacent to the decontamination area to facilitate emergency decontamination.

A First Aid Kit will be available. It should include, at a minimum:

A first aid handbook	Eyewash Unit
Compresses	Gauze / Gauze Roller Bandages
Eye Dressing Packet	Tweezers
Back Brace	Ace Bandages
Soap/Waterless Hand Cleaner	Supply of Tap or Bottled Water
Band Aids	Tape
Scissors	Razors

12.0 DOCUMENTACIÓN

PLAN DE HIGIENE Y SEGURIDAD

The OHS is responsible for recording and maintaining all records pertaining to worker health. Any incident resulting in injury should be accurately recorded. This record should include a chronology of event leading up to and after the injury causing event.

SONO INTERNATIONAL, INC., PRODUCTS, A/S, ET AL.
EMPRESAS DE LOS ANGELES, SIGMA CONSULTING
ARIZONA D. LITTLE, INC., CAMBRIDGE, MA, USA

PLAN DE HIGIENE Y SEGURIDAD

Anexo PHS-A
Lista de Notificaciones en Caso de Emergencia

LISTA DE NOTIFICACIONES EN CASO DE EMERGENCIA

En caso de emergencia, las siguientes personas y entidades deben ser notificadas:

CARGO/ENTIDAD	NOMBRE	TELÉFONO	DIRECCIÓN
ARP - Aseguradora de Riesgos Profesionales	SURATEP	9800-41414	
Oficial de Higiene y Seguridad (OHS) del Proyecto	Ing. Alejandro Fernández	CITEC - 260-3122 Celular 93-228-4374	CITEC Cra. 65B No. 17A-11
Supervisor Delegado de Higiene y Seguridad (O-DHS) del Proyecto	Ing. Octavio Coronado	CITEC - 260-3122	CITEC Cra. 65B No. 17A-11
Director General del Proyecto (DGP)	Ing. Néstor Soler	CITEC - 260-3122 Celular 93-224-5825	CITEC Cra. 65B No. 17A-11
Director Asistente del Proyecto (DAP)	Dr. Bernardo Caicedo	Uniandes 286-6224 CITEC - 260-3122 Celular 93-241-8721	CITEC Cra. 65B No. 17A-11
Supervisor de Trabajos de Campo (STC)	Ing. Luis E. Yamín	CITEC - 260-3122 Uniandes 286-6224	CITEC Cra. 65B No. 17A-11
Supervisor Delegado de Trabajos de Campo (S-DTC)	Ing. Octavio Coronado	CITEC - 260-3122	CITEC Cra. 65B No. 17A-11
Jefe de Salud Ocupacional de Uniandes	Dra. Marta Luz Bernal	Uniandes 286-9211 ó 284-9911 ext. 3303 ó 3305	Carrera 1a No. 18A-10
DAMA, Coordinador de Operaciones en Campo	Ing. Drako Reyes	Celular 93-230-6866	DAMA

Centros de Salud ubicados en las cercanías de Doña Juana:

- | | | |
|-----------------|----------------------------------|---------------|
| • Santa Librada | Calle 86 A Sur No. 39 A -35 Este | Tel. 200-5379 |
| • Vista Hermosa | Calle 70 Sur No. 18 L - 86 | Tel. 760-5494 |

Hospitales cercanos:

- | | | |
|--------------------|------------------------------|---------------|
| • Tunal | Trans. 22 No. 47 B - 51 Sur | Tel. 767-7411 |
| • Meissen | Calle 60 Sur No. 18 K - 13 | Tel. 765-0348 |
| • Usme | Calle 1a No. 10 - 35 (Usme) | Tel. 766-0362 |
| • San Juan de Dios | Cra 10 No. 0 - 05 | Tel. 233-9234 |
| • Kennedy | Av. 1º de Mayo No. 75 A - 19 | Tel. 453-3095 |

Nota:

La información sobre tipos de sangre y condiciones médicas relevantes de las personas que participarán en los trabajos de campo, así como datos para realizar notificaciones a nivel personal para esas personas se presentan en el Anexo PHS-B de este Plan de Seguridad e Higiene.

ADAYINTERNATIONAL, INC. PROYECTO, S.A. S.R.L.
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, BOGOTÁ, COLOMBIA
ARTHUR D. LITTLE INC., CAMBRIDGE, MA, U.S.A.

PLAN DE HIGIENE Y SEGURIDAD

Anexo PHS-B

Datos Médicos Relevantes y Notificaciones de los Miembros del Equipo de Campo

EQUIPO DE SEGURIDAD, PRUEBAS MÉDICAS, ETC.

NOMBRE COMPLETO	IDENTIFICACION	DEPENDENCIA	CARGO	TEL. OF.	DIR. RESID. EN BOGOTA	TEL. RESID.
Behrentz Eduardo	CC.80.503.238	Depto Civil	Asistente graduado	260-3122	Cra. 11A # 118-49	213-6306
Benavides Carlos	CC.79.593.688	Depto Civil - CITEC	Asistente graduado	260-3122	Cra. 16 # 146-80, Cedritos	258-3887
Cabanzo Carlos	CC.79.388.211	CITEC - Lab Ambiental	Auxiliar de lab.	260-3122	Calle 5 # 20-85	351-1316
Caicedo Bernardo		Depto Civil	Profesor	260-3122		613-4496
Coronado Octavio	CC.79.532.996	Depto Civil - CITEC	Profesor	260-3122		
Diaz-Granados Mario		Depto Civil	Profesor	286-6224		
Dulcey Eduardo	CC.91.340.330	CITEC - Lab	Auxiliar de lab.	260-3122	Diag. 34 Sur # 13-34	272-7374
Fernández Alejandro	CC.19.459.300	Depto Civil	Profesor	260-3122	Cra. 12#102-85 Apto. 601	629-3576
Fiquitiva Melquisedec	CC.79.471.188	CITEC - Lab	Auxiliar de lab.	260-3122	Calle 87A Sur # 16-88	
Giraldo Eugenio		Depto Civil	Profesor	260-3122	Calle 105 # 30-76	610-7273
Gómez Olga Lucia	CC.51.724.776	CITEC - Lab Ambiental		260-3122	Calle 5 # 20-85 Apto. 102	
Moreno Juan Carlos	CC.79.791.995	CITEC - Lab	Auxiliar de lab.	260-3122	Calle 69 # 95-25	223-9402
Naranjo José	CC.5.950.783	CITEC - Lab	Laboratorista	260-3122	Calle 40 Sur # 81-12, Kennedy	265-0183
Peña Alejandro	CC.79.701.071	CITEC - Lab		260-3122	Calle 9 Sur # 32-46, San Isidro	239-8258
Rincón Alberto	CC.79.255.075	CITEC - Lab	Laboratorista	260-3122	Cra. 112 B # 130-35, Bloque 3, Apto. 102	689-3772
Torres Vladimir	CC.79.532.377	CITEC - Lab	Asistente	260-3122	Diag. 18 B Sur # 44-08	720-0250
Vargas Ana Isabel	CC.51.634.187	CITEC - Lab Ambiental	Auxiliar de lab.	260-3122	Cra. 116A # 83-30 Apto. 206	228-0557
Yamín Luis		Depto Civil	Profesor	260-3122		215-6520
ADL - Grismala Ralph		Arthur D. Little		635-6060 617-498-5449	OF Bogotá: Diag. 97 # 17 - 60 Of. 801	
ADL - Silva Francisco		Arthur D. Little		635-6060 617-498-5850	OF Bogotá: Diag. 97 # 17 - 60 Of. 801	
ADL - Lambe T. William		Arthur D. Little		635-6060 941-322-1004	OF Bogotá: Diag. 97 # 17 - 60 Of. 801	
ADL -		Arthur D. Little		635-6060	OF Bogotá: Diag. 97 # 17 - 60 Of. 801	

SII - Soler Néstor		Sadat International		260-3122 609-987-2500	OF Bogotá: CITEC	216-0872
--------------------	--	---------------------	--	--------------------------	------------------	----------

SII - Joseph Wiley	Sadat International	260-3122 609-987-2500	OF Bogttá: CITEC	
SII - Bashar Assadi	Sadat International	260-3122 609-987-2500	OF Bogttá: CITEC	
SII -	Sadat International	260-3122 609-987-2500	OF Bogttá: CITEC	

NOMBRE COMPLETO	NOTIFICAR EN CASO DE EMERGENCIA A:	RELACION	TEL. NOTIFICACION	TIPO DE SANGRE	OBSERVACIONES MEDICAS	SEGURO SALUD-EPS
Behrentz Eduardo	Eduardo Behrentz	padre	212-2812	O +	-	CAFESALU D
Benavides Carlos	Juan Benavides	padre	258-3887	A +	-	FAMISANA R
Cabanzo Carlos	Viterbina Cabanzo	madre	351-1316	???	---	ISS
Caicedo Bernardo	Gloria Murgueitio	esposa	613-4496	A +	-	ISS
Coronado Octavio				A +	---	
Diaz-Granados Mario						
Dulcey Eduardo	Miriam Dulcey	hermana	272-7374	O +	---	ISS
Fernández Alejandro	Martha Pardo Gibson	esposa	618-4099 618-4455	A +	---	UNIMEC
Fiquitiva Melquisedec	María E. Fiquitiva	madre	362-3993	???	---	ISS
Giraldo Eugenio	Adriana Giraldo	hermana	617-8535	O +	-	COLSANITA S
Gómez Olga Lucia	Emilia Gómez	hermana	360-8377	O -		FAMISANA R
Moreno Juan Carlos	Carmen C.	tía	284.9911 ext. 2810 ó 2815	???	---	FAMISANA R
Naranjo José	Nubia Riveros	esposa	265-0183	B +	---	FAMISANA R
Peña Alejandro	Ana Elvira	madre	239-8258	???		ISS
Rincón Alberto	Ruth Villegas	esposa		B +	? PENICILINA ?	ISS
Torres Vladimir	Camilo Torres	padre	720-0250 727-3155	O +		Colmena

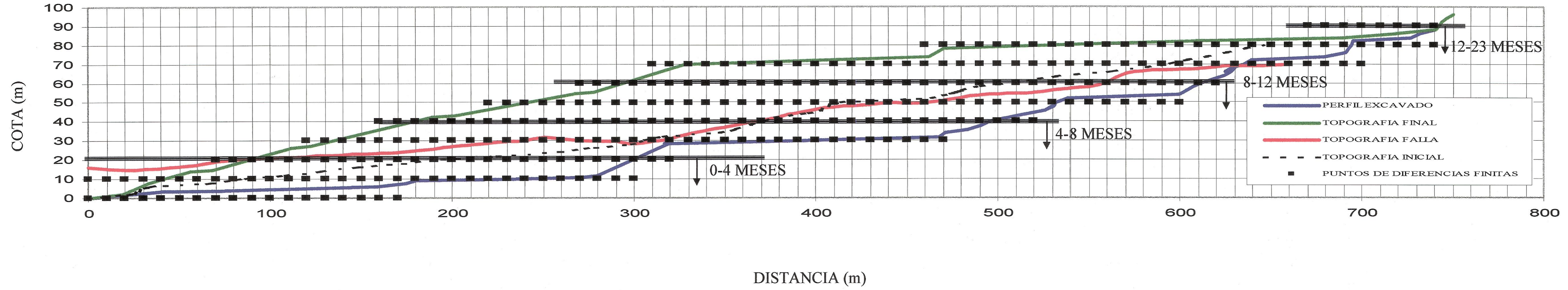
GRUPO EMPRESARIAL: LOS PARRALES S.A.
CALLE 100 No. 100-100, APT. 100, BOGOTÁ, COLOMBIA
Módulo de Estructura y Seguridad S.A. E.S.P.A.

PLAN DE HIGIENE Y SEGURIDAD

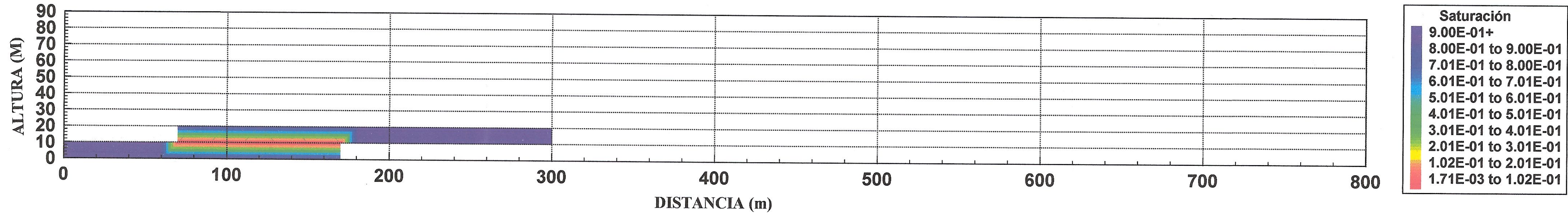
Vargas Ana Isabel	Ligia de Vargas	madre	674-1889	B +	---	Famisanar- Colsubsidio
Yamin Luis	Mª Fernanda Silva	esposa	215-6520	O +		Colpatría

ADL - Grismala Ralph	Michel Martel	gerente general de ADL Bogotá	636-6060				
ADL - Silva Francisco	Michel Martel	ADL Bogotá	636-6060				
ADL - Lambe T. William	Michel Martel	ADL Bogotá	636-6060				
ADL -	Michel Martel	ADL Bogotá	636-6060				
SII - Soler Néstor	Amparo Soler	esposa	216-0872	O +	-		SII
SII - Joseph Willey	Néstor Soler	colega	216-0872		-		SII
SII - Bashar Assadi	Amparo Soler	colega	216-0872		-		SII
SII -							

ETAPAS DE MODELACION EN DIFERENCIAS FINITAS



Saturación
Modelo sin Chimeneas
Mes # 4



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
 CIMOC

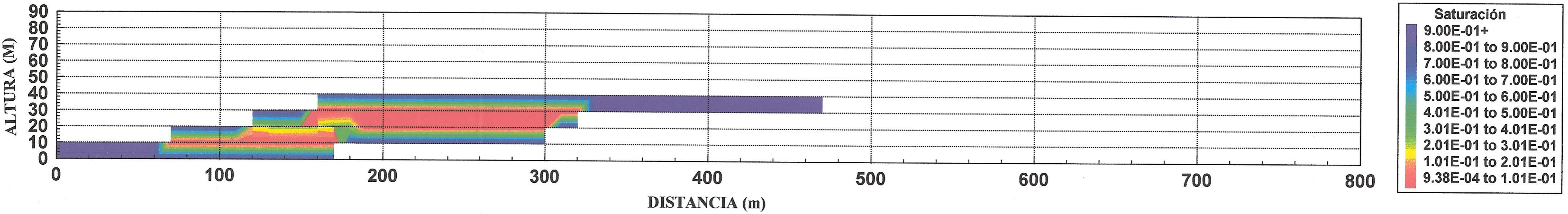
RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA
ZONA II

RESULTADOS MODELO DE DIFERENCIAS FINITAS

FECHA: 5/12/97 ELABORADO POR: B.C., F.S., C.A.

FIGURA 6.2

Saturación Modelo sin Chimeneas Mes # 8



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

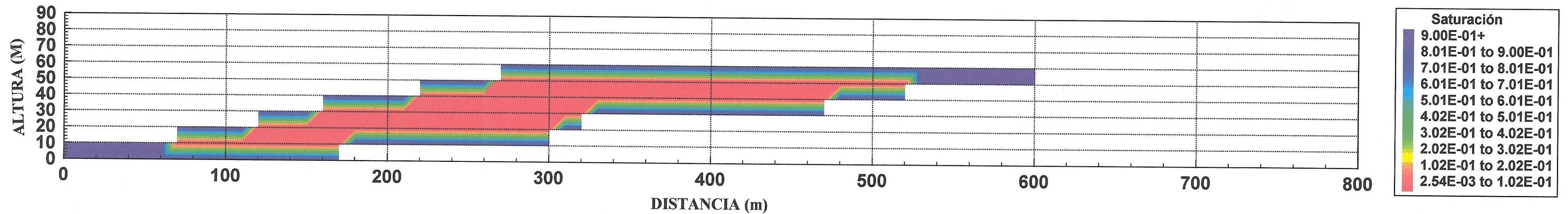
RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA
ZONA II

RESULTADOS MODELO DE DIFERENCIAS FINITAS

FECHA: 5/12/97 ELABORADO POR: B.C., F.S., C.A.

FIGURA 6.3

Saturación Modelo sin Chimeneas Mes # 12



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

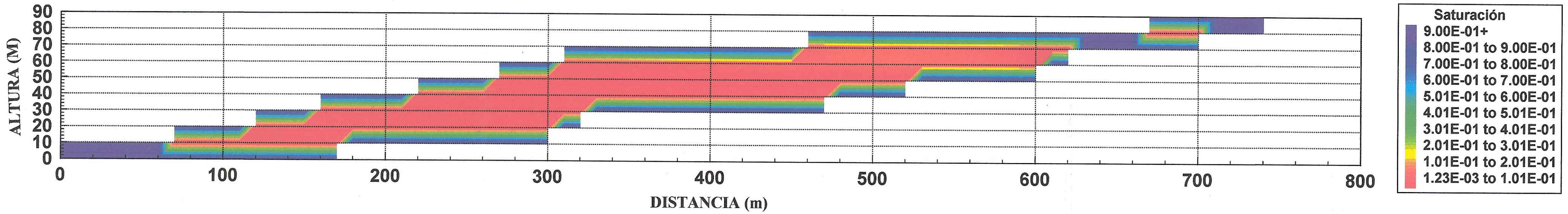
RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA ZONA II

RESULTADOS MODELO DE DIFERENCIAS FINITAS

FECHA: 5/12/97 ELABORADO POR: B.C., F.S., C.A.

FIGURA 6.4

Saturación Modelo sin Chimeneas Mes # 16



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

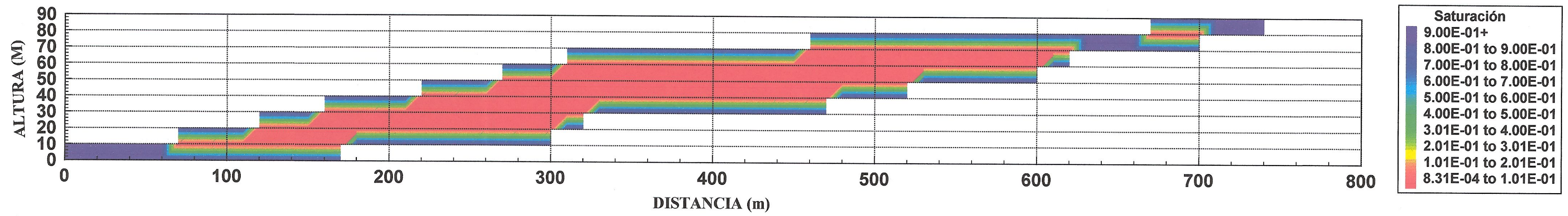
RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA
ZONA II

RESULTADOS MODELO DE DIFERENCIAS FINITAS

FECHA: 5/12/97 ELABORADO POR: B.C., F.S., C.A.

FIGURA 6.5

Saturación Modelo sin Chimeneas Mes # 20



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

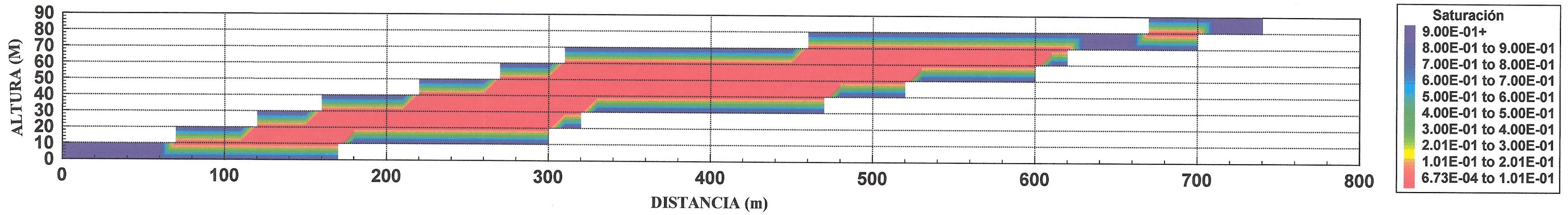
RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA
ZONA II

RESULTADOS MODELO DE DIFERENCIAS FINITAS

FECHA: 5/12/97 ELABORADO POR: B.C., F.S., C.A.

FIGURA 6.6

Saturación Modelo sin Chimeneas Mes # 23



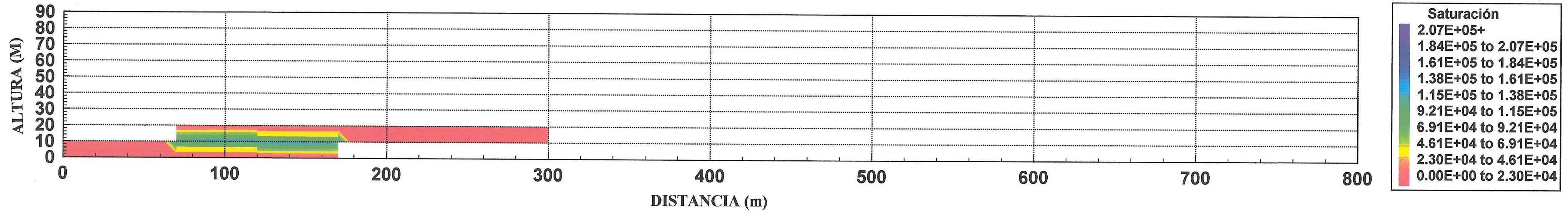
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA
ZONA II

RESULTADOS MODELO DE DIFERENCIAS FINITAS

FECHA: 5/12/97 ELABORADO POR: B.C., F.S., C.A. FIGURA 6.7

Presión de Gas Modelo sin Chimeneas Mes # 4



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA
ZONA II

RESULTADOS MODELO DE DIFERENCIAS FINITAS

FECHA: 5/12/97 ELABORADO POR: B.C., F.S., C.A. FIGURA 6.8