

## **GEOMETRIA EN PROFUNDIDAD DEL AFLORAMIENTO VOLCANICO DE PIEDRABUENA (CIUDAD REAL) EN BASE A DATOS GRAVIMETRICOS**

J.F. BERGAMIN \*  
A. CARBO \*  
I. SANTA TERESA \*  
S. CADAVID \*

**RESUMEN.**— Se han realizado medidas gravimetricas sobre el afloramiento volcanico de Piedrabuena (Ciudad-Real) para obtener información sobre su forma geométrica.

Las anomalias observadas através del perfil se compara con perfiles calculados de carácter regional y se obtiene un modelo probable para aquel afloramiento.

**SUMMARY.**— In the volcanic outcropping of Piedrabuena (Ciudad Real) it has been carried out a gravity survey to obtain information about the geometric shape.

The gravity anomaly observed across the profile is compared with computed profiles across a model and a probably model is obtained.

\* Cta. Geod. Interna; Dpto. Geomorf. y Geotectónica. (Fac. C. Geol. U.C.M.).

### **INTRODUCCION**

El objetivo de la investigación se centra en determinar la geometría en profundidad del afloramiento de rocas volcánicas de Piedrabuena (Ciudad Real) Fig. 1, sobre la base de un levantamiento gravimétrico y considerando el importante contraste de densidades existentes entre las rocas basálticas y las cuarcitas, areniscas y pizarras del encajante paleozóico. Este estudio forma parte de un trabajo regional que sobre el mismo tema se desarrolla en los Campos de Calatrava.

El vulcanismo de la región de Calatrava, desarrolla estructuras relativamente sencillas y de pequeño tamaño, siendo corta su variedad litológica.

La masa eruptiva que surge del aparato volcánico de Piedrabuena, es una de las más extensas de la región, ocupando aproximadamente 1.500 Hm<sup>2</sup>. ALVARADO y HERNANDEZ-PACHECHO (1932), describen los materiales como basaltos

nefelínicos, existiendo basaltos plagioclásicos típicos en el borde Sur. ANCOECHEA (en prensa), define coladas formadas en distintos momentos, con direcciones de propagación: Norte, Suroeste, Este y Sur. La composición de los materiales para este autor es Nefelinita olivinica y Basalto olivinico y el centro de emisión se situa en  $39^{\circ} 03' 43''$  N ,  $4^{\circ} 09' 26''$  W.

Los materiales volcánicos descritos, ocupan el núcleo del Sinclinal de Piedrabuena, que afecta a series Ordovicicas constituidas fundamentalmente por cuarcitas y areniscas con algún nivel pizarrosos MACHENS (1954), Fig. 1.

La extensión del afloramiento, el pequeño espesor de las coladas, la previsible sencillez de la estructura del volcán, la baja densidad de las cuarcitas en el conjunto paleozóico y una serie de razones de tipo logístico, son los factores que nos llevan a elegir la zona de Piedrabuena como área idónea para este trabajo.

## GRAVIMETRIA

El levantamiento gravimétrico se ha efectuado a escala 1:100.000, realizándose con un gravímetro Worden Prospector de sensibilidad 0.01 miligal y tomando como bases las estaciones: 738, 667, 775 y 774 del levantamiento gravimétrico del I.G.N. para la provincia de Ciudad Real. A partir de estas bases, se han efectuado 79 lecturas, repartidas en un área de 157 Km<sup>2</sup>, según 6 itinerarios con una duración máxima de dos horas cada uno.

Las lecturas han sido corregidas por: deriva instrumental y variación diurna; latitud; aire-libre; lámina de Bouguer; y topografía. La densidad media utilizada para la corrección de Bouguer es de 2.67 g/cc.

A partir de las anomalías de Bouguer calculadas, TABLA I, se ha obtenido el perfil A-A', Figs. 1 y 2 que con dirección NE-SW, pasa por el centro de emisión, corta el afloramiento volcánico por su eje mínimo y tiene dirección practicamente perpendicular a la traza de plano axial del Sinclinal de Piedrabuena. Este perfil es por tanto el idóneo para calcular con modelos bidimensionales la estructura a la que responde.

## DENSIDADES

Para determinar las densidades medias de las unidades que intervienen en los modelos, se ha llevado a cabo un muestreo sistemático de las formaciones volu-

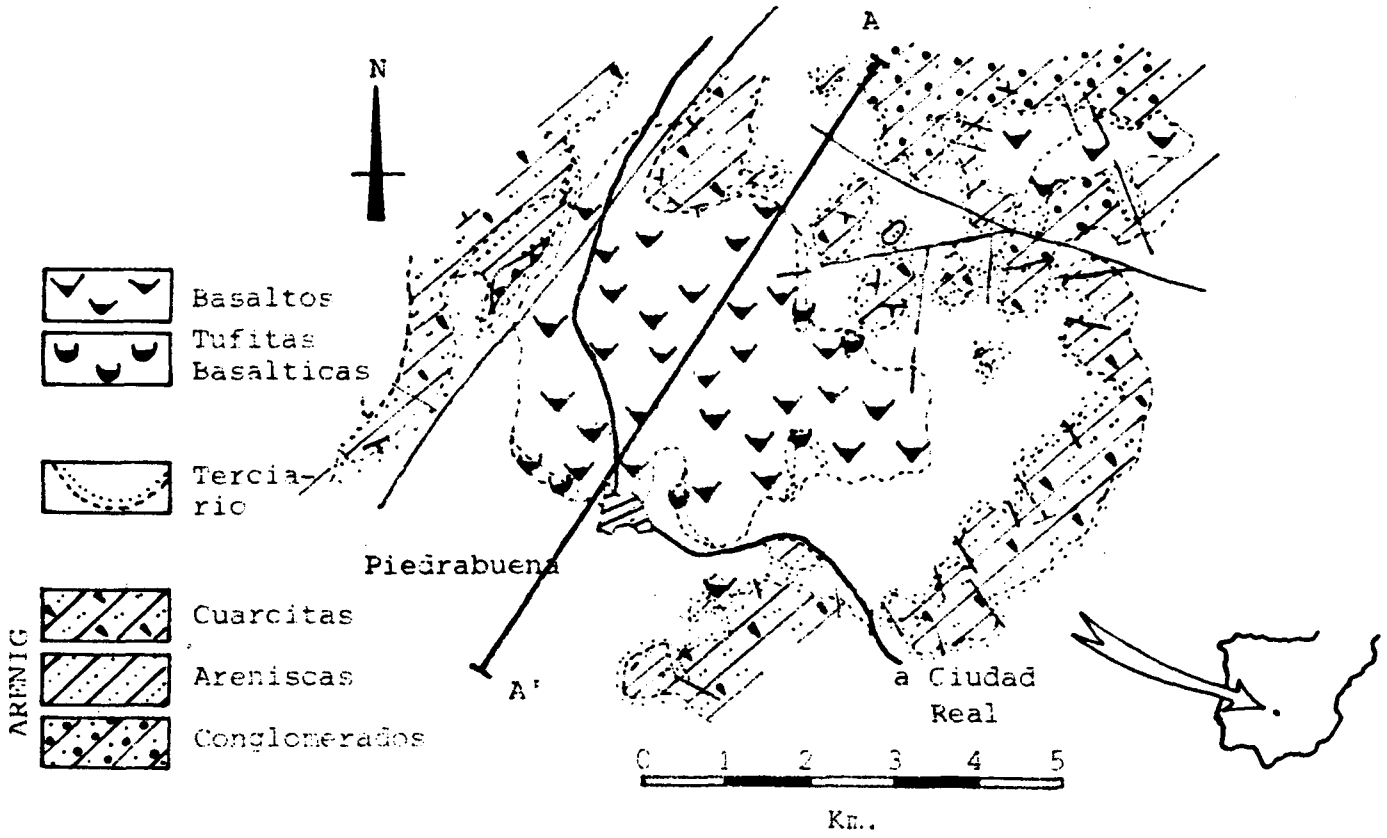


FIGURA 1

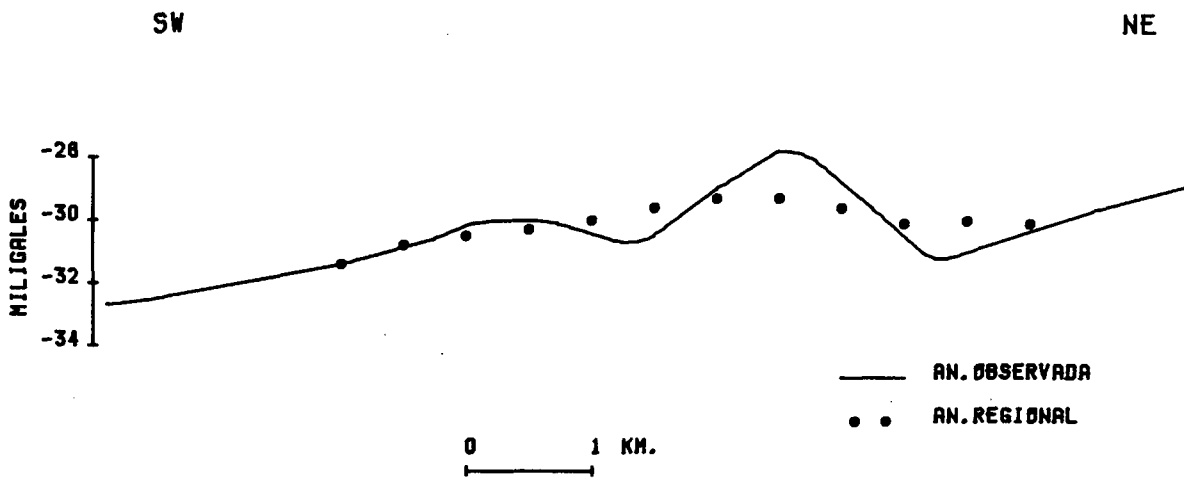


FIGURA 2

MODELO PROPUESTO

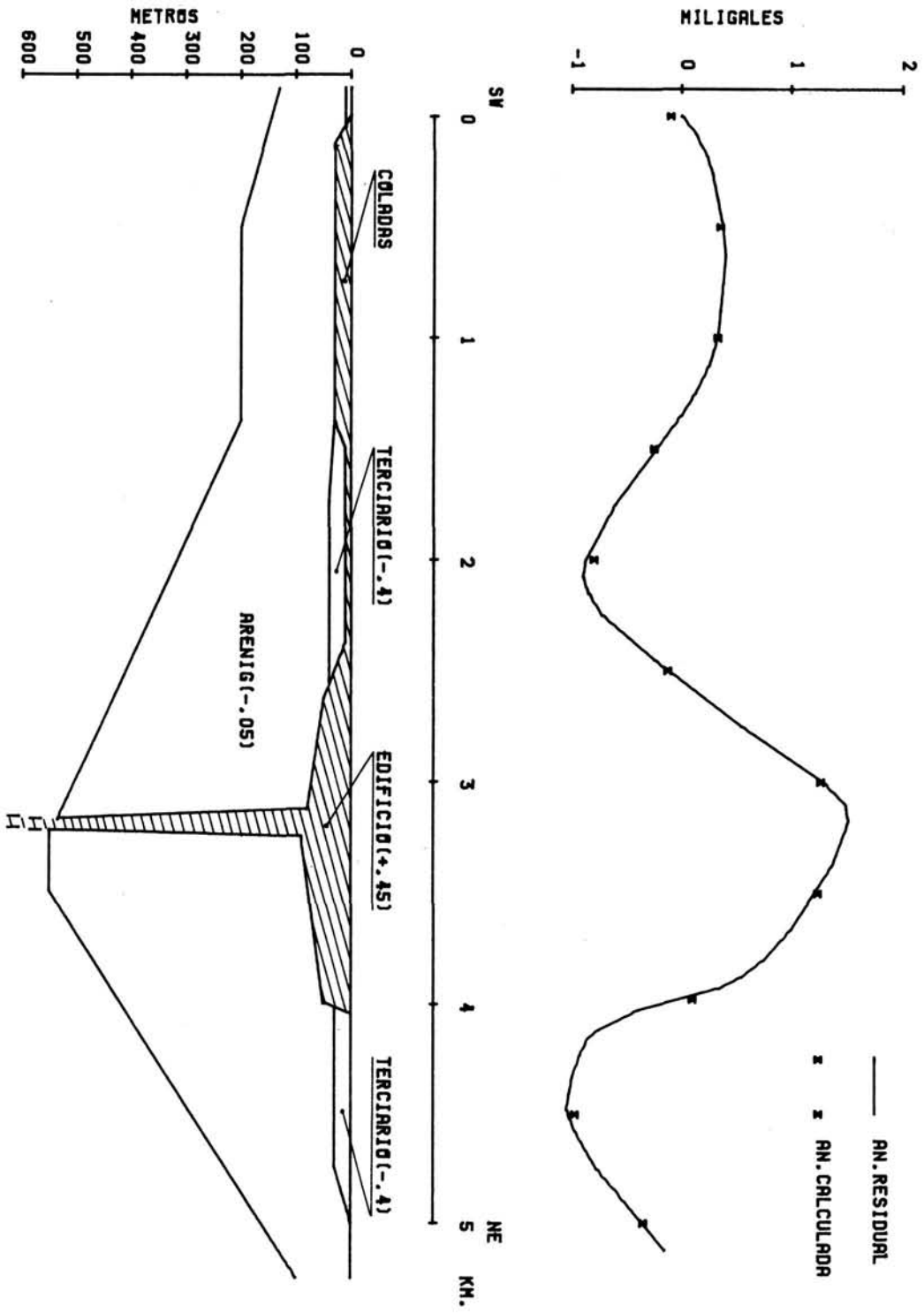


FIGURA 3

métricamente más significativas que afloran a lo largo del perfil, obteniendo las densidades que aparecen en la TABLA II.

Para la unidad correspondiente a materiales terciarios se ha estimado una densidad media de 2.3 g/cc.

## INTERPRETACION DEL PERFIL

### *Separación Regional-Residual.*

La anomalía regional se ha definido teniendo en cuenta los valores estabilizados sobre perfiles paralelos, fuera de la zona de influencia del volcán, y la resultante de aplicar un filtro móvil con paso de banda de 500 m., tanto en el perfil estudiado como en uno transversal al N del centro de emisión. El resultado se pone de manifiesto en la Fig. 2 y el residual que se deduce es el de la Fig. 3.

### *Modelos Bidimensionales.*

Las anomalías gravimétricas generadas por modelos geométricos bidimensionales, se calculan utilizando el programa TALWO 580, CARBO (inérito) con un método de cálculo basado en el desarrollado por TALWANI *et. al.* (1959).

La observación de la anomalía residual, Fig. 3, nos conduce al establecimiento de una serie de factores sumamente útiles para la construcción del modelo:

- La anomalía positiva central bien definida y nítida, localiza el lugar de emplazamiento del edificio volcánico.
- El edificio volcánico no puede ser de gran tamaño dada la amplitud de la anomalía que genera.
- La también anomalía positiva del borde SW con techo plano, responde a la presencia de coladas no muy potentes.
- La tendencia general de la anomalía, se debe al sinclinal que afecta a materiales fundamentalmente cuarcíticos, y que por tanto dan una anomalía negativa por comparación con el fondo regional paleozoico de densidad más alta.

Tras un proceso iterativo con el fin de ajustar la anomalía calculada, a la anomalía residual observada, se llega al modelo propuesto en la Fig. 3, que dado

el grado de ajuste existente entre las dos curvas, consideramos como el modelo probable.

El polígono que se corresponde con el edificio volcánico (contraste + 0.45) se desarrolla sobre una zona deprimida laxa, con el conducto de emisión aproximadamente en el centro. Las coladas se desarrollan lateralmente y en parte de la zona central, que no podemos determinar puesto que el método no nos permite diferenciarlas.

El polígono correspondiente a las cuarcitas y areniscas (Arenig), (contraste -.05), se desarrolla según un sinclinal con profundidad de 500-600 m.

Los polígonos de materiales terciarios tienen un contraste de densidad e -.4 y aparecen con poco espesor.

### CONCLUSIONES

- Los materiales volcánicos se localizan rellenando una zona deprimida laxa, bajo la cual se encuentra el conducto de emisión.
- Es un volcán en escudo con elevada relación longitud/anchura.
- Las coladas se extienden lateralmente unos 2.5 Km. con un espesor máximo de 30-35 m.
- Las raíces, en función de la anchura de la chimenea (110 m.), parecen corresponder a un pitón subvolcánico.
- Del modelo se deduce un relieve pre-terciario, un relieve intra o terciario sobre el que se emplazan los materiales volcánicos y un relieve actual.
- Los materiales ordovícicos (Arenig) con predominio de cuarcitas afectados por el sinclinal de Piedrabuena, alcanzan una profundidad máxima de 500-600 m.

### BIBLIOGRAFIA

- ALVARADO, A. y HERNANDEZ-PACHECO, F. (1932). Hoja Geológica nº 759 (Piedrabuena) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 I.G.M.E.
- ANCOECHA, E. Evolución espacial y temporal del volcanismo reciente de España Central. Tesis Doctoral. U. Complutense. Madrid. (En prensa).

- CARBO, A. «Programa en FORTRAN IV, TALWO 580 para la obtención de anomalías gravimétricas generadas por modelos bidimensionales». (Inédito).
- MACHENS, E. (1954). Stratigraphie und Tektonik der südöstlichen Iberischen Meseta im Bereich des oberen Guadiana. Unveröff. Diss. Math. Naturwiss. Fak. Univ. Münster, 1735, Münster.
- TALWANI, M.; WORZEL, J.L.; LANDINSMAN, M. (1959). «Rapid gravity Computations for two dimensional bodies with application to the Mendocine submarine fracture zone». Jour. Geophys. Res. 64, pp. 49-59.

PUNTO	LONG. UTM	LAT. UTM	COTA	GR. OBSER.	GR. NORM.	C.T.	AN. BOUGUER
1	394100	4322300	547.50	979943.92	980083.97	0.320	- 31.14
2	395550	4319300	549.00	979941.09	980081.60	0.210	- 31.41
3	396850	4326400	643.01	979929.46	980087.27	0.235	- 30.02
4	396250	4326900	615.72	979935.23	980087.66	0.240	- 30.05
5	395850	4328500	598.96	979940.57	980088.94	0.250	- 29.30
6	396550	4329500	617.37	979938.24	980089.74	0.260	- 28.78
7	394450	4329050	567.99	979947.43	980089.36	0.260	- 29.00
8	394800	4327500	573.22	979945.94	980088.13	0.260	- 28.23
9	393200	4327050	552.87	979948.42	980087.75	0.330	- 29.34
10	392900	4324200	559.86	979945.73	980085.48	0.361	- 28.34
11	393300	4322850	542.71	979945.59	980084.40	0.345	- 30.83
12	394500	4321500	526.96	979944.65	980083.34	0.300	- 33.87
13	394800	4320600	529.28	979943.38	980082.63	0.270	- 34.00
14	394550	4320050	527.34	979943.56	980082.19	0.275	- 33.76
15	395600	4320200	532.12	979942.82	980082.40	0.235	- 33.81
16	396550	4320350	539.79	979941.32	980082.45	0.199	- 33.87
17	396550	4319900	545.98	979940.83	980082.09	0.200	- 32.77
18	396500	4318900	543.75	979939.76	980081.29	0.220	- 33.46
19	394850	4318700	529.46	979942.51	980081.11	0.200	- 33.39
20	397150	4317800	584.10	979931.25	980080.42	0.210	- 33.11



PUNTO	LONG. UTM	LAT. UTM	COTA	GR. OBSER.	GR. NORM.	C.T.	AN. BOUGUER
21	397200	4323250	579.09	979939.44	980084.76	0.225	- 30.24
22	397150	4322100	587.82	979937.12	980083.85	0.180	- 29.95
23	396100	4323200	622.72	979930.70	980084.71	0.275	- 30.21
24	396900	4321500	571.92	979939.27	980083.39	0.180	- 30.47
25	395900	4321700	567.60	979940.60	980083.51	0.250	- 30.08
26	394950	4321900	548.67	979944.24	980083.66	0.300	- 30.30
27	394150	4322950	575.61	979939.77	980084.49	0.330	- 30.22
28	400000	4327650	671.20	979925.85	980088.30	0.290	- 29.01
29	407050	4326500	742.00	979911.65	980087.45	0.000	- 28.29
30	398150	4324550	657.50	979925.48	980085.81	0.190	- 29.71
31	408050	4324400	615.80	979937.27	980085.79	0.000	- 26.36
32	408350	4323050	605.32	979937.52	980084.71	0.000	- 27.92
33	398450	4321650	597.60	979934.48	980083.50	0.125	- 30.35
34	398800	4322650	621.29	979930.77	980084.30	0.115	- 30.18
35	399550	4323150	641.81	979926.15	980084.71	0.100	- 31.14
36	400250	4323550	647.12	979924.87	980085.03	0.100	- 31.65
37	401650	4324900	654.21	979923.53	980086.12	0.195	- 32.62
38	402100	4323700	631.86	979925.45	980085.17	0.135	- 34.25
39	402950	4323700	633.32	979925.27	980085.12	0.155	- 34.13
40	402850	4324650	697.94	979916.46	980085.94	0.180	- 30.84
41	403650	4325550	747.91	979909.80	980086.66	0.200	- 28.27

PUNTO	LONG. UTM	LAT. UTM	COTA	GR. OBSER.	GR. NORM.	C.T.	AN. BOUGUER
42	404300	4325850	763.05	979909.51	980086.91	0.198	- 25.80
43	404600	4324650	685.17	979919.97	980085.95	0.180	- 29.88
44	405400	4322900	646.02	979926.14	980084.56	0.170	- 30.10
45	406900	4323250	618.06	979933.13	980084.86	0.175	- 28.95
46	404500	4321500	672.51	979919.67	980083.44	0.160	- 30.19
47	402550	4319800	580.90	979917.13	980082.07	0.145	- 29.72
48	401400	4320450	684.04	979913.62	980082.57	0.120	- 32.83
49	398300	4320700	575.01	979939.27	980082.74	0.145	- 29.27
50	397950	4319950	587.47	979933.49	980082.14	0.165	- 31.96
51	397400	4318800	582.35	979933.56	980081.22	0.200	- 31.35
52	399650	4321200	592.81	979934.53	980083.15	0.100	- 30.93
53	401000	4320900	659.50	979920.13	980082.93	0.110	- 31.86
54	400700	4319700	700.51	979911.45	980081.97	0.200	- 31.34
55	399800	4319900	939.40	979884.02	980082.12	0.200	- 31.34
56	400700	4318400	669.62	979916.84	980080.93	0.210	- 31.04
57	400700	4321950	607.51	979933.20	980083.76	0.080	- 29.97
58	402300	4322500	624.10	979928.73	980084.22	0.100	- 31.59
59	399950	4322200	644.07	979926.00	980083.95	0.090	- 30.10
60	400900	4322850	645.07	979926.18	980084.48	0.080	- 30.26

PUNTO	LONG. UTM	LAT. UTM	COTA	GR. OBSER.	GR. NORM.	C.T.	AN. BOUGUER
61	398000	4324000	643.74	979927.53	980085.37	0.200	- 29.94
62	398400	4323200	632.56	979928.86	980084.74	0.160	- 30.24
63	398050	4322800	617.52	979931.23	980084.41	0.165	- 30.53
64	397650	4321950	605.09	979933.02	980083.73	0.165	- 30.52
65	397750	4321250	569.29	979938.67	980083.18	0.155	- 31.44
66	398400	4325350	642.83	979928.32	980086.45	0.190	- 30.42
67	398850	4326500	633.54	979930.87	980087.37	0.255	- 30.57
68	399900	4326100	682.10	979922.45	980087.06	0.250	- 29.05
69	397800	4326050	682.07	979921.55	980087.00	0.230	- 29.91
70	399550	4327300	646.54	979927.97	980088.02	0.289	- 31.50
71	399850	4324150	717.75	979915.08	980085.51	0.150	- 27.88
72	400450	4324800	683.69	979920.06	980086.03	0.200	- 30.14
73	399900	4325200	702.31	979916.40	980086.35	0.220	- 30.40
74	400500	4328400	649.36	979926.63	980088.90	0.290	- 33.17
75	404800	4328700	760.25	979911.94	980089.19	0.230	- 26.17
76	406400	4327150	659.83	979928.15	980087.96	0.190	- 28.73
77	404050	4320200	666.97	979919.58	980082.40	0.160	- 30.35
78	403050	4317800	686.45	979914.61	980080.48	0.170	- 29.52
79	404000	4318500	645.66	979924.81	980081.05	0.170	- 27.98

TABLA II

UNIDAD	COMPOSICION	N° DE MUESTRAS	DENSIDAD G/CC	DENSIDAD MEDIA G/CC
MATERIAL PALEOZOICO	CUARCITAS PIZARRAS	30	2.67	2.75
			2.83	
MATERIAL ORDOVICICO	CUARCITAS PIZARRAS	30	2.67	2.70
			2.83	
MATERIAL VOLCANICO	BASALTOS	40	3.2	3.2
MATERIAL TERCARIO	ESTIMACION DEL CONJUNTO			2.3