



# Caracterización Estratigráfica de los **SUELOS DE GUAYAQUIL**





---

**Caracterización  
Estratigráfica de los  
Suelos de Guayaquil**

---

Carmen Terreros de Varela, Ph. D.  
Profesora UEES

**UNIVERSIDAD ESPÍRITU SANTO**

Km. 2,5 Víaa Samborondón - Ecuador

Teléfono: (593-4) 2835630

ceninv@uees.edu.ec

www.uees.edu.ec

**Autor:**

Carmen Terreros de Varela

**Editores:**

Fernando Espinoza Fuentes

Alexandra Portalanza Chavarría

**Coordinadora editorial:**

Natascha Ortiz Yánez

**Cita:**

(Terreros-Caicedo,2019)

**Referencia Bibliográfica:**

Terreros,C. (1970-2015). Caracterización estratigráfica de los suelos de Guayaquil.

**Portada:**

Universidad Espíritu Santo

**Diagramación e impresión:**

Impgrficorp S.A.

Km. 16 Vía a Daule, Av. Pascuales SIN

Teléfono: (593-4) 2162202

ventas l@impgrficorp.net

**EDICIÓN:**

Junio 2019

**ISBN-E:**

978-9978-25-209-3

Derechos reservados. Prohibida la reproducción parcial o total de esa obra, por cualquier medio, sin la autorización escrita de los editores.

## INDICE

Página

1. ANTECEDENTES.....	1
2. MAPAS GEOLÓGICOS DE GUAYAQUIL ANTIGUO..... Fig. 1.	1
Guayaquil en sus inicios 1560-1670 .....	2
Fig. 2. Guayaquil de 1737.....	2
Fig. 3. Plano de Guayaquil de 1860.....	3
Fig. 4. Parte del estuario donde se asienta la ciudad de Guayaquil..... Fig. 5.	3
Esteros y calles en el Guayaquil actual.....	4
Fig. 6. Plano del Guayaquil actual.....	5
Fig. 7. Calles Ballén y Carchi.....	7
Fig. 8. Calles Loja y Rocafuerte.....	7
Fig. 9. Universidad de Guayaquil - Ingeniería Química.....	8
3. METODOLOGÍA - ESTUDIOS PREVIOS.....	8
4. CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LOS SUELOS.....	9
5. LOS CERROS DE GUAYAQUIL.....	12
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	12
7. ANEXOS.....	15
Mapa 1. Zonificación Geotécnica.....	15
Mapa 2. Zona 1.....	16
Fig. 10. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle 9 de Octubre.....	17
Fig. 11. Sondeos a lo largo de la calle 9 de Octubre.....	18
Fig. 12. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Aguirre.....	19
Fig. 13. Sondeos a lo largo de la calle Aguirre.....	20
Fig. 14. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Boyacá.....	21
Fig. 15. Sondeos a lo largo de la calle Boyacá.....	22
Fig. 16. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Chimborazo.....	23
Fig. 17. Sondeos a lo largo de la calle Chimborazo.....	24
Fig. 18. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Clemente Ballén.....	25
Fig. 19. Sondeos a lo largo de la calle Clemente Ballén.....	26
Fig. 20. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Clemente Ballén.....	27
Fig. 21. Sondeos a lo largo de la calle Clemente Ballén.....	28
Fig. 22. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle P. Icaza.....	29
Fig. 23. Sondeos a lo largo de la calle P. Icaza.....	30
Fig. 24. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Vélez.....	31
Fig. 25. Sondeos a lo largo de la calle Vélez.....	32
Fig. 26. Sondeo en la calle Tungurahua y Clemente Ballén.....	33
Fig. 27. Sondeo en las calles Rumichaca y Zaruma.....	34

Fig. 28. Sondeo en las calles Eloy Alfaro y 9 de Octubre.....	35
Fig. 29. Sondeo en las calles Antepara y 9 de Octubre.....	36
Mapa 3. Mapa de Zona 2.....	37
Fig. 30. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Chile.....	38
Fig. 31. Sondeos a lo largo de la calle Chile.....	39
Fig. 32. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Avilés.....	40
Fig. 33. Sondeos a lo largo de la calle Avilés.....	41
Fig. 34. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Pichincha.....	42
Fig. 35. Sondeos a lo largo de la calle Pichincha.....	43
Mapa 4. Zona 3.....	44
Fig. 36. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Eloy Alfaro.....	45
Fig. 37. Sondeos a lo largo de la calle Eloy Alfaro.....	46
Mapa 5. Zona 4.....	47
Fig. 38. Sondeo en la calle Tungurahua y Capitán Nájera (Z.SUR_1).....	48-49
Fig. 39. Sondeo en la calle Los Ríos y Maracaibo (Z.SUR_2).....	50
Mapa 6. Zona 5.....	51
Fig. 40. Sondeo URDESA - 1 y URDESA - 2.....	52-53
Fig. 41. Sondeo URDESA - 3.....	54
Fig. 42. Sondeo URDESA - 4.....	55
Fig. 43. Sondeo URDESA - 5.....	56
Fig. 44. Sondeo URDESA - 6.....	57
Fig. 45. Sondeo URDESA - 7.....	58
Fig. 46. Sondeo URDESA - 8 y URDESA - 9.....	59-60
Fig. 47. Sondeo URDESA - 11.....	61
Mapa 7. Ubicación Geográfica de Perfiles en el Sector de Urdesa y Garzota.....	62
Fig. 48. Perfil Hipotético 1 - Urdesa.....	63
Fig. 49. Perfil Hipotético 2 - Urdesa.....	64
Fig. 50. Perfil Hipotético 3 - Urdesa.....	65
Mapa 8. Zona 6.....	66
Fig. 51. Perfil Hipotético 3 - Urdesa.....	67
Fig. 52. Sondeo URDESA - 10.....	68
Fig. 53. Sondeo ALBORADA.....	69
Fig. 54. Sondeo GARZOTA.....	70
Fig. 55. Sondeo C - SIMÓN BOLÍVAR.....	71
Fig. 56. Sondeo C2 - SIMÓN BOLÍVAR.....	72
Fig. 57. Sondeo C. LA GARZOTA.....	73
Mapa 9. Zona 7.....	74
Fig. 58. Sondeo KM 7.7.....	75

Fig. 59. Sondeo 2 - KM 7.7.....	76
Fig. 60. Sondeo KM 7.5.....	77
Fig. 61. Sondeo ÁLAMOS.....	78
Fig. 62. Sondeo Vía a Daule Km 8.5.....	79
Mapa.10. Zona 8.....	80
Fig. 63. Ampliación Vía a la Costa.....	81
Mapa 11. Zona 9.....	82
Fig. 64. Sondeos SAMBO - 1.....	83
Fig. 65. Sondeos SAMBO - 2.....	84
Mapa 12. Zona 10.....	85
Fig. 66. Sondeos DURÁN - 1.....	86
Fig. 67. Sondeos DURÁN - 2.....	87-88
Referencias.....	89



## **AGRADECIMIENTO**

- A las diferentes universidades y laboratorios de suelos que me facilitaron adquirir la información necesaria para este estudio.
- A la Ing. Gillian Lara Zamora y al Ing. Franklin Barros Camargo, que me ayudaron en la recopilación de la información.
- Al Ing. Nelson Guamán Maji, por su valiosa colaboración al introducir e interpretar datos de sondeos y perfiles estratigráficos con la ayuda de los programas Google Earth, AutoCad y Arcgis.
- A los señores profesionales y estudiantes de Ingeniería Civil y Arquitectura que constantemente manifiestan sus preguntas e inquietudes de los suelos de Guayaquil, lo que me incentivó a hacer esta investigación.
- A la Universidad Espíritu Santo, primera universidad de Guayaquil, por permitirme hacer esta publicación.





## PRÓLOGO

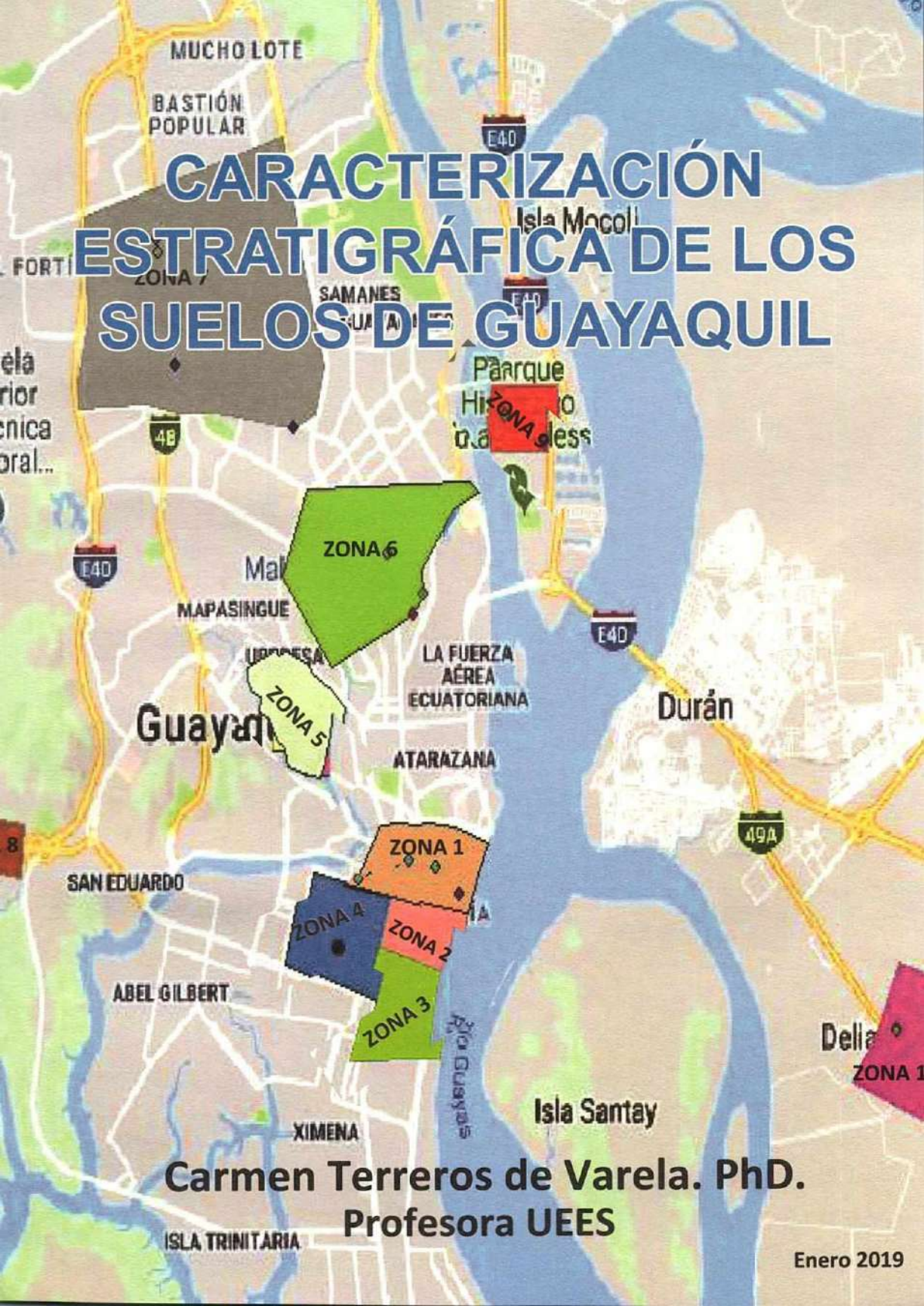
En Guayaquil tenemos graves problemas de suelos que han ocasionado fallas severas en las construcciones: asentamientos o levantamientos diferenciales, fisuras y grietas, etc. Ante la posibilidad de un riesgo sísmico es necesario que Ingenieros Civiles y Arquitectos visualicemos la problemática de la zona, donde se va a construir, antes de empezar a realizar el estudio de suelos y direccionar los ensayos pertinentes.

Dadas las condiciones geológicas de la ciudad, casi siempre es necesario hacer un mejoramiento del suelo que permita estar seguros de la estabilidad de la obra.

He tratado de resumir una gran cantidad de estudios de suelos realizados en diferentes laboratorios, incluso algunos de mi autoría, durante muchos años. Creo que esta pequeña obra puede ayudarnos a prever la problemática de la zona donde pensamos construir.



# CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LOS SUELOS DE GUAYAQUIL



**Carmen Terreros de Varela. PhD.  
Profesora UEES**

Enero 2019



## **ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE GUAYAQUIL**

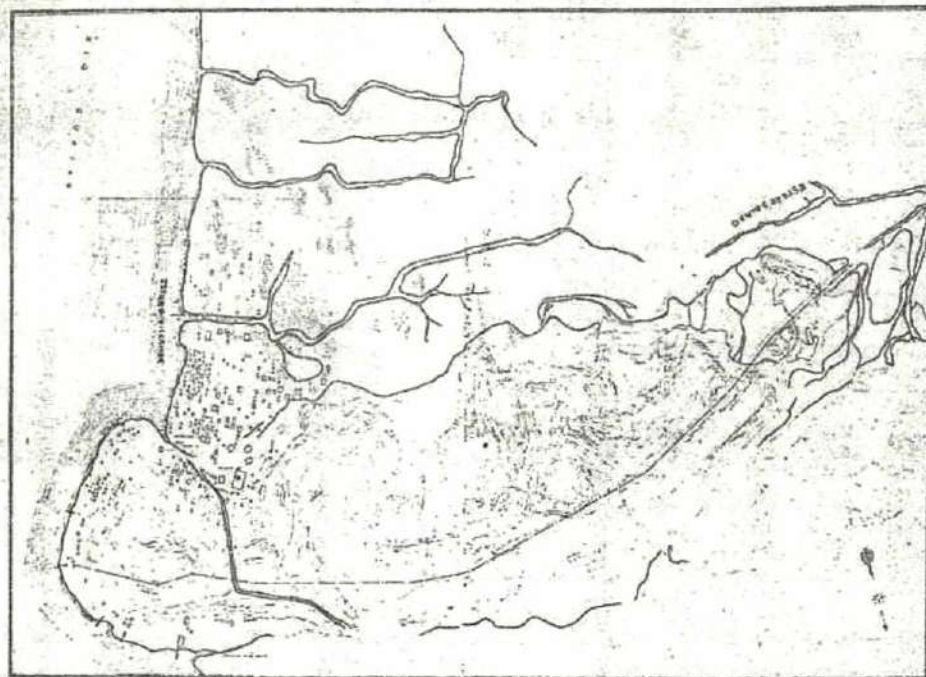
### **1. ANTECEDENTES**

Luego de haber sido ubicada en diversos sitios, finalmente, la ciudad de Guayaquil fue fundada el 25 de Julio de 1535 entre el Río Guayas y el Estero Salado, en el Cerro del Carmen por considerar que era zona no inundable y protegida contra la piratería. Al final de Terciario los cerros de Santa Ana eran una isla de separación entre lo que es hoy el río Guayas y el Estero Salado.

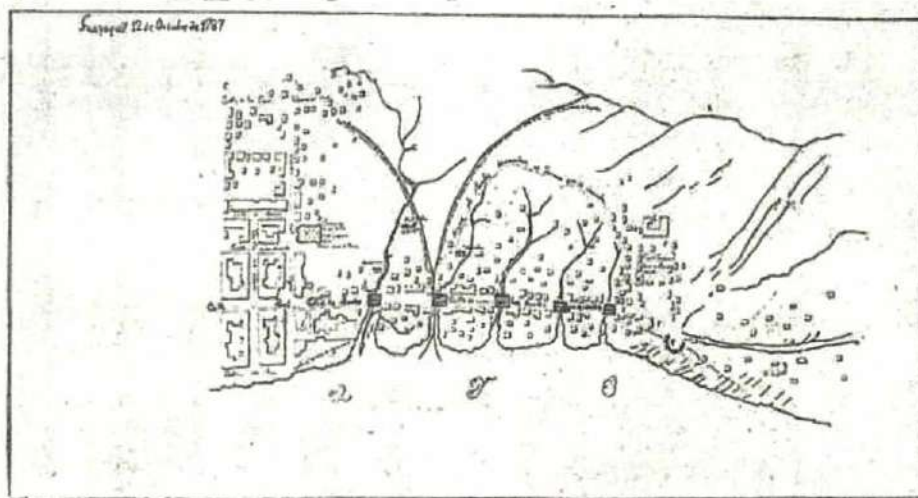
Ya en esa época existían muchos esteros y manglares de conformidad con lo que indican los primeros planos de Guayaquil (1560) (fig.1) Se puede observar la longitud de los esteros que rodeaban las pocas viviendas de la época y que el Estero Salado y el estero de Villamar (ramificación del río Guayas) estaban a una distancia de unos 200 metros, a la altura del Cementerio General.

### **2. MAPAS GEOLÓGICOS DEL GUAYAQUIL ANTIGUO**

Para comprender un poco el comportamiento del subsuelo de Guayaquil es importante observar los planos del Guayaquil antiguo, a pesar de que éstos solo son de un sector del Guayaquil actual. La ciudad se ha extendido de una manera no imaginable y la mayor parte de ella no tiene una historia geológica gráfica. No obstante, dadas las características observadas en los estudios de suelos, es lógico suponer que ha existido una gran cantidad de esteros, manglares, rellenos de basura y con cascajo encima dando lugar a muchos suelos de mala calidad, de poca o nula capacidad portante como la turba. También existen depósitos lacustres y formaciones rocosas (Cayo y Guayaquil) en la zona Noroeste de la ciudad cuyas características geotécnicas son diferentes y su comportamiento en taludes no es predecible.



**Fig. 1.** Guayaquil en sus inicios 1560 -1670  
**Fuente:** Biblioteca Municipal e Guayaquil. Autor anónimo



**Fig. 2.** Guayaquil de 1737  
**Fuente:** Biblioteca Municipal de Guayaquil. Autor anónimo

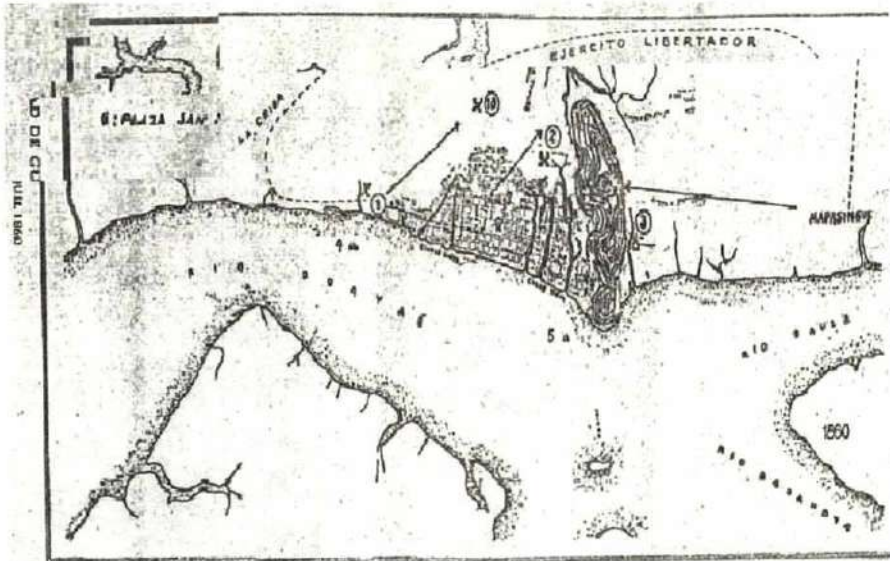


Fig. 3. Plano de Guayaquil de 1860

Fuente: Biblioteca Espinoza Polit en Quito. Autor: Ingeniero del Estado Juan Elías Bonnemaisas

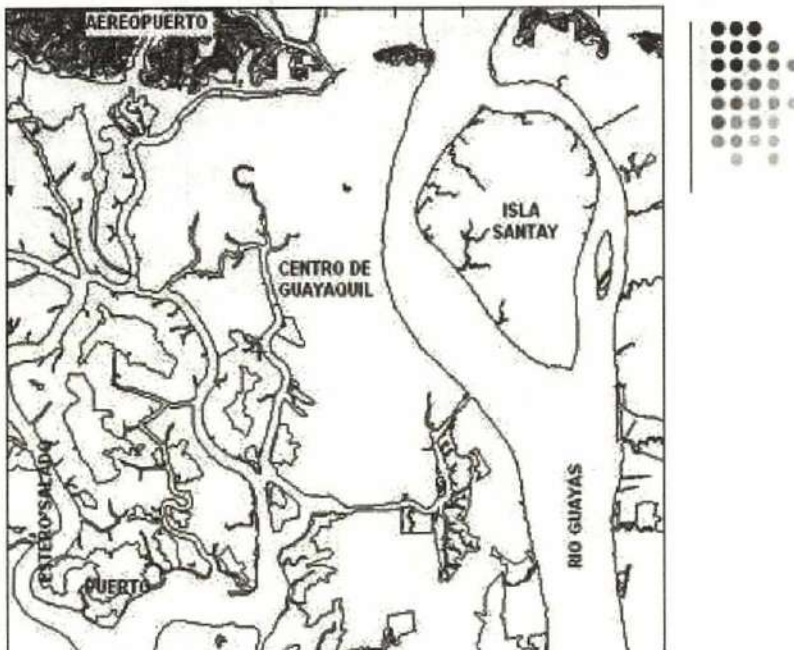


Fig. 4. Parte del estuario donde se asienta la ciudad de Guayaquil

Fuente: Biblioteca Municipal de Guayaquil. Autor anónimo



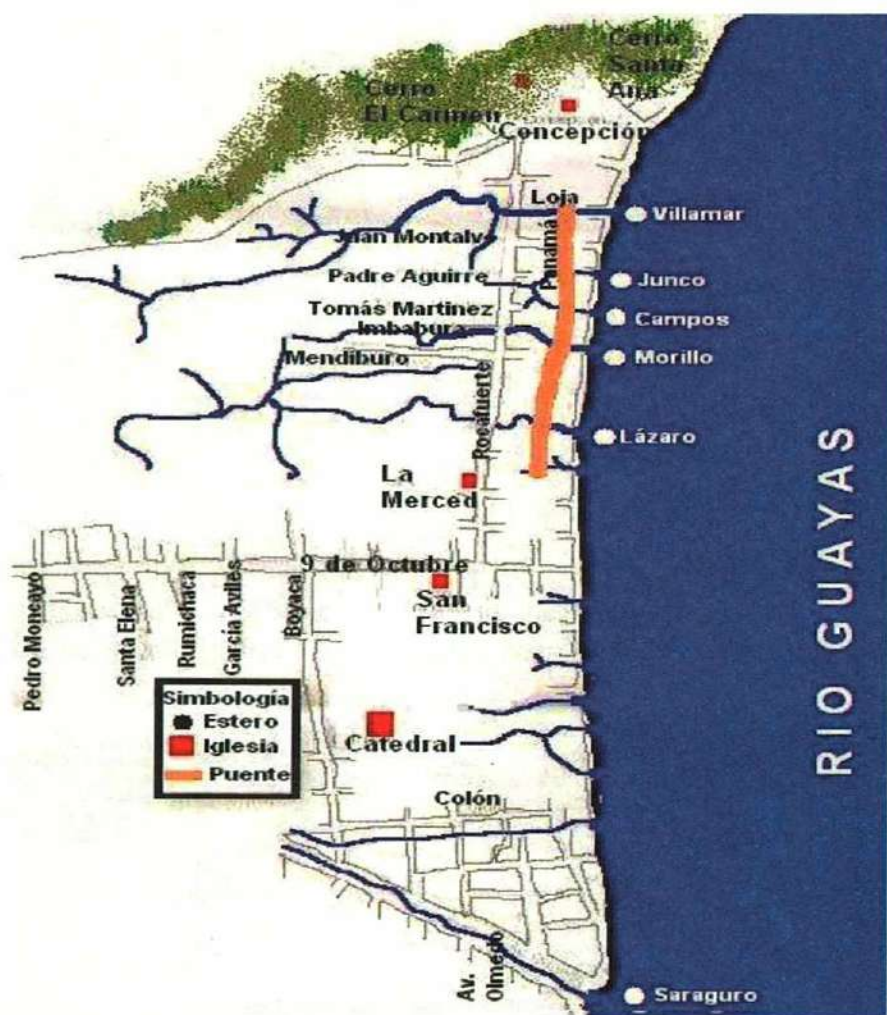
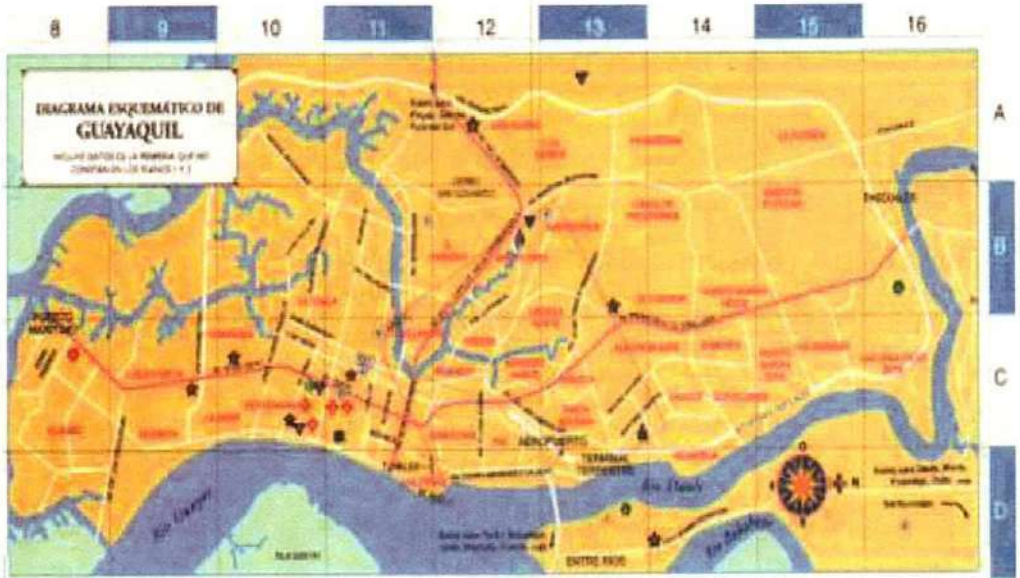


Fig. 5. Esteros y calles en el Guayaquil actual

Fuente: La autora



**Fig. 6.** Plano del Guayaquil actual

**Fuente:** Biblioteca Municipal de Guayaquil

Poco a poco fue creciendo la ciudad y los habitantes se vieron en la necesidad de rellenar los esteros, manglares y salitrales, empezando por las zonas bajas al sur del cerro para poder expandir la ciudad sobre el nivel de las máximas mareas. Pero estos rellenos fueron colocados en forma no técnica.

Se fue agrandando la urbe formándose la Ciudad Nueva, comprendida entre las calles Loja y Colón hasta la calle Boyacá por el lado Oeste.

Eran construcciones de gente de escasos recursos, zonas de constante inundación atravesada por cinco esteros:

- Villamar, lo que es actualmente la calle Loja
- Junco, actual calle Padre Aguirre
- Campos, que es ahora calle Tomás Martínez
- Murillo, actual calle Imbabura
- Lázaro, actual calle Roca

Estos esteros estaban atravesados por un puente de madera "De las ochocientas varas". Actualmente es la calle Panamá.

Hacia el Sur, la ciudad limitaba por el estero de Saraguro o San Carlos, lo que es hoy la Avenida Olmedo, y el estero Mejía o Carrión que también se llamaba Conchero en lo que es la calle Colón.

Hacia el Oeste, el estero Salado tenía algunos ramales que han sido cubiertos:

- Estero Duarte en dirección Norte-Sur, hasta lo que es hoy Capitán Nájera y José Mascote.
- Otros ramales del estero llegaban hasta Los Ríos y Aguirre y hasta Hurtado y Tulcán.
- La calle Piedrahita era otro ramal del estero que llegaba hasta la calle Pedro Moncayo.
- Otro ramal atravesaba el Hospital de Aislamiento rodeando el Cerro del Carmen hasta lo que es la Ciudadela Naval.
- Otro llegaba hasta lo que es ahora el estadio Modelo.

Hacia el Sureste de la ciudad, el Estero del Muerto se dividía en los esteros de Puerto Liza y Las Ranas; el de Puerto Liza llegaba hasta las calles Bolivia y Abel Castillo y el de Las Ranas partía de Los Ríos y Benjamín Rosales hasta Rosendo Avilés y José Mascote y hacia el Este se prolongaba atravesando la Avenida 25 de Julio.

En el Estero Salado se encontraba la Isla San José, actualmente unida a la ciudad por medio de rellenos. Frente al Aeropuerto se encontraban algunas ramificaciones del estero que han desaparecido.

Por el año 1920 empezaron las construcciones de hormigón como la cárcel ubicada al pie del cerro del Carmen, los primeros Colegios como: La Providencia, La Inmaculada y San José. Posteriormente, en 1950 se construyeron edificios de más de seis pisos. Con esto empezaron los problemas de asentamientos y destrucción de edificios vecinos.



**Fig.- 7.** Calle Ballén y Carchi

**Fuente:** La autora



**Fig. 8.** Calle Loja y Rocafuerte

**Fuente:** La autora



**Fig. 9.** Universidad de Guayaquil - Ingeniería Química

**Fuente:** La autora

También se han presentado graves problemas de asentamientos en 9 de Octubre y Boyacá, en algunos edificios del Barrio Orellana como el del Colegio de Ingenieros Comerciales, en el edificio del IEES en Avenida Olmedo y Boyacá, al Sur, en la construcción del Ministerio de la Vivienda (Avenida 25 de Julio), en la calle 12 y Portete, etc.

### **3. METODOLOGIA - ESTUDIOS PREVIOS**

Ante estos problemas de asentamientos surgió la necesidad de estudiar los suelos de la ciudad. El profesional de la Ingeniería debía calcular las deformaciones verticales que tienen que ver con su historia geológica. Diseñar las cimentaciones de conformidad con las cargas y la estratigrafía del subsuelo para prever que no se produzcan asentamientos, mejorar la capacidad portante del suelo y estudiar las mejores alternativas de cimentaciones.

En el año 1957 se creó el Laboratorio "Ing. Arnaldo Ruffilli" de la Universidad de Guayaquil, luego surgieron Suelos y Concreto, Asesoría y Estudios Técnicos y otras empresas de profesionales dedicados a esta especialización. Los archivos técnicos e informes de los suelos de casi toda la ciudad han permitido hacer esta pequeña recopilación.

El objetivo de este trabajo es alertar a los actuales y futuros profesionales de la Ingeniería Civil y la Arquitectura para que tomen precauciones en los diseños de cimentaciones, muy especialmente en las arcillas muy blandas, que tenemos en la ciudad de Guayaquil a fin de evitar los asentamientos.

Sin embargo debo hacer hincapié en que es necesario e imprescindible hacer los estudios de suelo. Esta zonificación geotécnica de la ciudad es solo una guía, pero puede suceder que a corta distancia de lo que se señala en este estudio se encuentre un suelo totalmente diferente. Por ejemplo, en la ciudadela La Garzota, justo en el parque hay un suelo muy duro, pero a dos cuadras del mismo hay un suelo extremadamente blando, seguramente el primer suelo tenía una sobrecarga natural, un cerro, y el segundo era un manglar o salitral en épocas anteriores de su historia geológica. No hay planos antiguos de esa zona, no se puede predecir lo que se encontrará.

En otras ocasiones, cuando las estructuras son ligeras, se piensa que no habrá problemas porque la capacidad de carga del suelo si lo permitirá, pero justo en esas estructuras ligeras en muchas ocasiones, aparecen los suelos expansivos que pueden ocasionar roturas de pisos, pavimentos, tuberías, grandes grietas, daños estructurales en columnas, etc. la destrucción total de la obra. Siempre será necesario el estudio del suelo.

#### **4. CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LOS SUELOS**

Como consecuencia de su historia de esteros, manglares, zonas bajas sometidas a constante inundación, los suelos de Guayaquil están en proceso de consolidación, son muy blandos. Han ocasionado problemas de asentamientos uniformes o diferenciales en muchos edificios.

En gran parte de la ciudad encontramos primero una capa de relleno de cascajo, de 0,5 a 1,5 m seguido de una arcilla amarilla de diferentes características, de buena resistencia, preconsolidados por desecación. Generalmente, se encuentra en los sitios donde no ha habido esteros o, una arcilla negra o gris oscura en los sitios donde hay descomposición de materia vegetal, lugares de antiguos esteros, casi en un 80 % de la ciudad.

La arcilla amarilla clara aparece con diferentes combinaciones: con limo (calles Colombia y 5 de Junio), con gravilla (calle P.Icaza y Córdova), con arcilla café (Calle Brasil y Lorenzo de Garaycoa) y (Diez de Agosto y García Moreno).

La arcilla amarilla oscura con materia vegetal (Urdesa Norte), con limo (calle 6 de Marzo), con gravilla y limo (Julián Coronel y Rocafuerte). Con residuos calcáreos (Escobedo y V.M.Rendón).

Arcilla gris verdosa aparece en algunos lugares, sobre todo al sur de la ciudad. Este estrato es blando a muy blando y causante de graves problemas de asentamientos. Son necesarios los ensayos de consolidación en los puntos donde el suelo se presenta en estado líquido ( $w_n > WL$ ) sobre todo si se va a colocar pilotes.

En algunas ocasiones hay capas de arena dentro de la arcilla gris verdosa lo que le da cierta oxidación y aumento de resistencia

A partir de los 3 o 4 m. se encuentra arcilla gris verdosa oscura o clara en casi toda la ciudad, con algo de limo o de materia vegetal, altamente compresible. También se encuentra algo de residuos calcáreos junto con la arcilla gris.

Esta arcilla es la principal causante de los problemas de asentamientos de la ciudad.

Arcilla café aparece en gran parte de Urdesa Central, arcilla azulada en 6 de marzo entre Huancavilca y Capitán Nájera, y en la Ciudadela Kennedy

En la **Zona 1**: 1,2 m de relleno, arcilla blanda y luego de consistencia media, a partir de los 15 o 40 metros aparece la arena con diferentes estados de compacidad, pero también con pequeñas capas de arcilla blanda y en algunas ocasiones de turba (Lorenzo de Garaicoa).

En el centro de la ciudad, a pesar de que hay capas de relleno de más de 50 años no se puede asegurar que los suelos están consolidados totalmente. El resto de la urbe, con rellenos recientes está en peor condición.

Hay calles, como Aguirre y Pedro Moncayo, en que aparecen pequeñas capas de arena entre los 5 y 7 m, y luego continúa la arcilla hasta los 30 m. Esta descripción se muestra en el Mapa 2, y en la Fig. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29.

En la **Zona 2**, luego del relleno, hay arcilla blanda a media hasta los 15 m. y luego arena con capas de arcilla de mediana consistencia como se muestra en el Mapa 3, las figuras Fig. 30, 31, 32, 33, 34, 35.

La **Zona 3** tiene un relleno de 1,5 m. seguido de arcilla blanda con pequeños bolsones de arena. En Eloy Alfaro y Cañar a los 10 m ya aparece arcilla de consistencia dura hasta los 26 m. Hacia el Norte de la ciudad encontramos arena a partir de los 15 m. con  $N_{spt}$  promedio de 35 como se muestra en el Mapa 4, y en las figuras Fig. 36, 37.

En la **Zona 4** existe una capa de relleno grueso de 45 cm seguido de arena en un espesor aproximado de 45 cm. Luego capas de arcilla con  $N_{spt} = 1$  intercalada con pequeñas capitas de arena. A partir de los 24 m. hay capitas de arcilla y limos de alta compresibilidad. A los 37m ya se observa una arena uniforme y limosa con  $N_{spt} = 30$ , como se muestra en el Mapa .5, y las figuras Fig. 38, 39.

**Zona 5.** En Urdesa y Kennedy se observa relleno de 1 m. aproximadamente seguido de gran cantidad de arcilla blanda a muy blanda, con "qu" entre 2,3 T/m<sup>2</sup> en los primeros metros (1 a 2m) y luego 1.8, 1.2, ....T/m<sup>2</sup>. Aproximadamente a los 12 m. aparece la arcilla dura. En Víctor Emilio Estrada e llanes los suelos se presentan duros (roca vulcano- sedimentaria) con alta capacidad de carga, pero con estratos de arcilla blanda a compacta entre 2 y 4 metros. En ciertos casos la grava arcillosa aparece a los 5 o 6 m. y en otros a partir de 1 o 2 m. Luego predomina la arcilla blanda hasta los 20 m, como se muestra en el Mapa. 6, y en las figuras Fig. 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, y perfiles estratigráficos de la zona en el Mapa 7, y figuras Fig. 48, 49, 50.

**Zona 6.** Gran cantidad de relleno en los sitios cercanos al estero, en otros solo arena limosa y arcilla compacta hasta los 3 m. seguidos de arcilla blanda a media hasta los 20 m. Luego aparece arena arcillosa o arcilla compacta.

Hay grava arcillosa hasta 5 o 6 m. en unos sectores, pero en otros a partir de 1 o 2 m. hasta los 20 m., hay arcilla blanda como se indica en el Mapa 8, y en las figuras Fig. 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, donde se encuentra un perfil hipotético y sus respectivos sondeos.

**Zona 7.** Primeros 6 metros muy resistentes ("qu" entre 6 y 24 T/m<sup>2</sup>). En algunos casos entre 3 y 4 m. aparece grava arcillosa.

En cambio en el kilómetro 7,5 de la Vía a Daule los primeros 2 a 3 metros son de arcilla de mediana consistencia seguida de arcilla muy blanda a blanda.

En Los Álamos, luego de una capa de material granular de 1,5 m. aparece arcilla dura hasta casi los 9 m. y luego hay arcilla blanda como indica el Mapa 9 y las figuras Fig. 58, 59, 60, 61, 62.



**Zona 8.** En la Vía a la Costa hay 4 m. de arena arcillosa y luego arcilla y limo de mediana consistencia hasta los 10 metros como muestra el Mapa 10, y la Fig.63.

**Zona 9.** En la Vía a Samborondón hay 2,5 m. de relleno de grava arcillosa luego, arcilla dura en un espesor de 0,5 a 4 o 6 m, seguido de arcilla blanda y luego arena arcillosa hasta los 15 m.

En Samborondón hay 1,5 a 1,8 m. de relleno de grava arcillosa. A continuación arcilla firme hasta los 3 m., luego arcilla blanda y luego, entre 6,6 y 9 m. se observa arena arcillosa como indica el Mapa .11 y las figuras Fig. 64, 65

**Zona 10.** Un primer metro de arcilla firme, otro metro de consistencia media y luego arcilla blanda a muy blanda hasta los 15 m. explorados como muestra el Mapa .12 y las figuras Fig. 66, 67.

## **5. LOS CERROS DE GUAYAQUIL**

Siendo Guayaquil una ciudad privilegiada, naturalmente hermosa, no podían faltarle los cerros. Pero, aquí también los constructores deben tomar medidas respecto a su posible deslizamiento de taludes. No olvidemos que el 24 de Marzo de 1997, luego de fuertes lluvias se produjo el deslizamiento del Cerro del Carmen. El talud se deslizó y penetró en la Sala San Antonio del Hospital de LEA, derrumbando paredes y columnas.

El estudio, del suelo y de la roca, demostró el cambio total de su resistencia por efecto de las fuertes lluvias. Se presentan estratos decimétricos y centimétricos cíclicos de lutitas y limonitas silicificadas en diferente grado que han desarrollado contactos arcillosos y limosos. Se forman plegamientos terminales (Slumps) que si no son estabilizados pueden fallar.

El agua lluvia ocasiona cárcavas y sanjones y si no hay canales de desfogue van deteriorando la roca. Es necesario analizar la potencial superficie de falla y encontrar el factor de seguridad para la condición más crítica. Buscar las soluciones que signifiquen seguridad y economía: muros, bermas, estabilización con suelo-cemento, pantallas de filtración y tuberías de drenaje, etc.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Las zonas de Guayaquil analizadas nos hacen prever la posibilidad de asentamientos aun en obras livianas, de poco peso, como el edificio de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Guayaquil, de dos niveles que se encuentra con gran deformación vertical.

No existen planos antiguos de toda la ciudad, pero ya se ha comprobado la baja capacidad portante de los suelos casi en un 80 % de su territorio y ello se debe a la presencia de muchos esteros, manglares, salitrales que se han tapado con rellenos, pero que aún no están consolidados. Imprescindible también, la verificación de la presión de preconsolidación  $P_c$  y del índice de compresibilidad.

$C_c$  para calcular los posibles asentamientos según la opción analizada. En el caso de que no se tenga un ensayo de consolidación ya existen fórmulas indirectas para ese análisis, incluso obtenidas en nuestros suelos, partiendo de la humedad natural o de los Límites de Atterberg (pág.35 Mecánica de Suelos y Asfalto, C. Terreros).

Se requerirá una evaluación geotécnica de la cimentación, partiendo del estudio de suelos realizado en el sitio del análisis de su esfuerzo admisible y de las cargas correspondientes que soportará la cimentación.

Según el número de pisos y según la resistencia del suelo, se podrán observar algunas alternativas buscando economía con seguridad:

- Plintos arriostrados (una planta)
- Zapatas aisladas o continuas (2-4 plantas)
- Losas (a partir de 3 o 4 pisos)
- Cimentación semicompensada o totalmente compensada (solución ideal en edificios intermedios)
- Plintos-pilotes, (4 o más pisos) el estudio del suelo nos indicará dónde se encuentra el estrato competente.

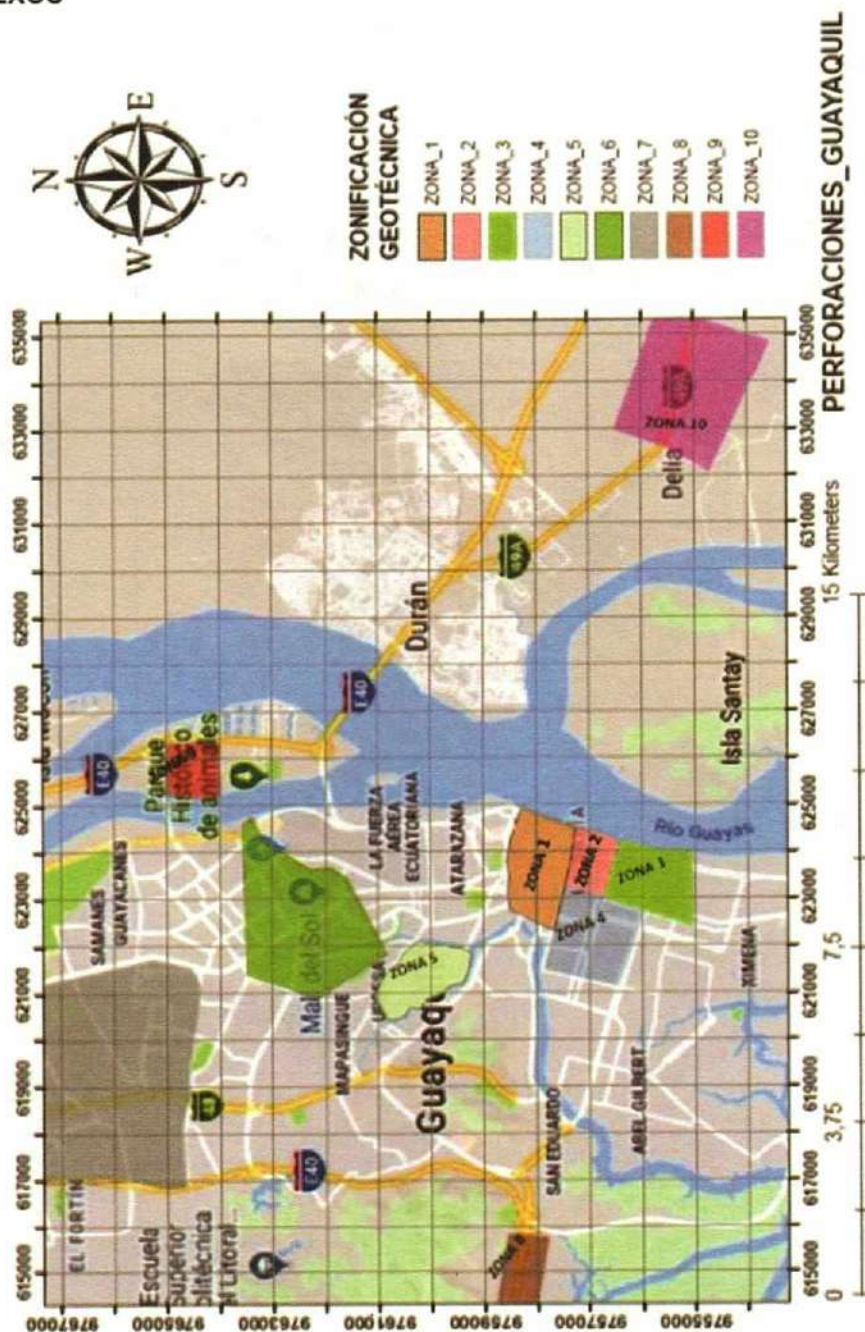
Debemos estar convencidos de que los asentamientos no serán perjudiciales para la edificación o para los edificios vecinos.

Hay que prever que en construcciones cercanas a los cerros, que tienen depósitos inclinados, se pueden producir asentamientos diferenciales. Preferible usar pilotes prefabricados.

En todos los casos es mejor hacer un mejoramiento del suelo antes de empezar la construcción, acelerar el proceso de consolidación por desecación o por precarga o con drenes de arena, incluso con inyecciones de cal.

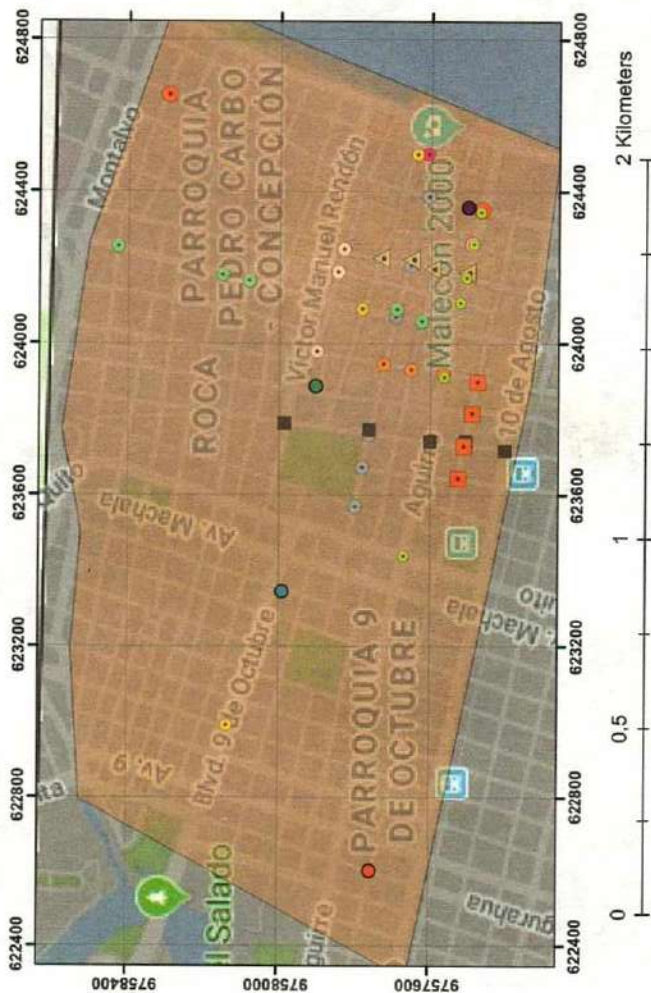
También es importante que, cuando se coloque relleno, éste sea bien compactado capa por capa al 95 % de su densidad seca Proctor. Solo en el caso de consolidación por precarga, que es un relleno provisional, no es necesaria su compactación, sino solo en unos 50 centímetros, al inicio de la precarga.

7. ANEXOS



Mapa 1. Zonificación Geotécnica

Fuente: La autora

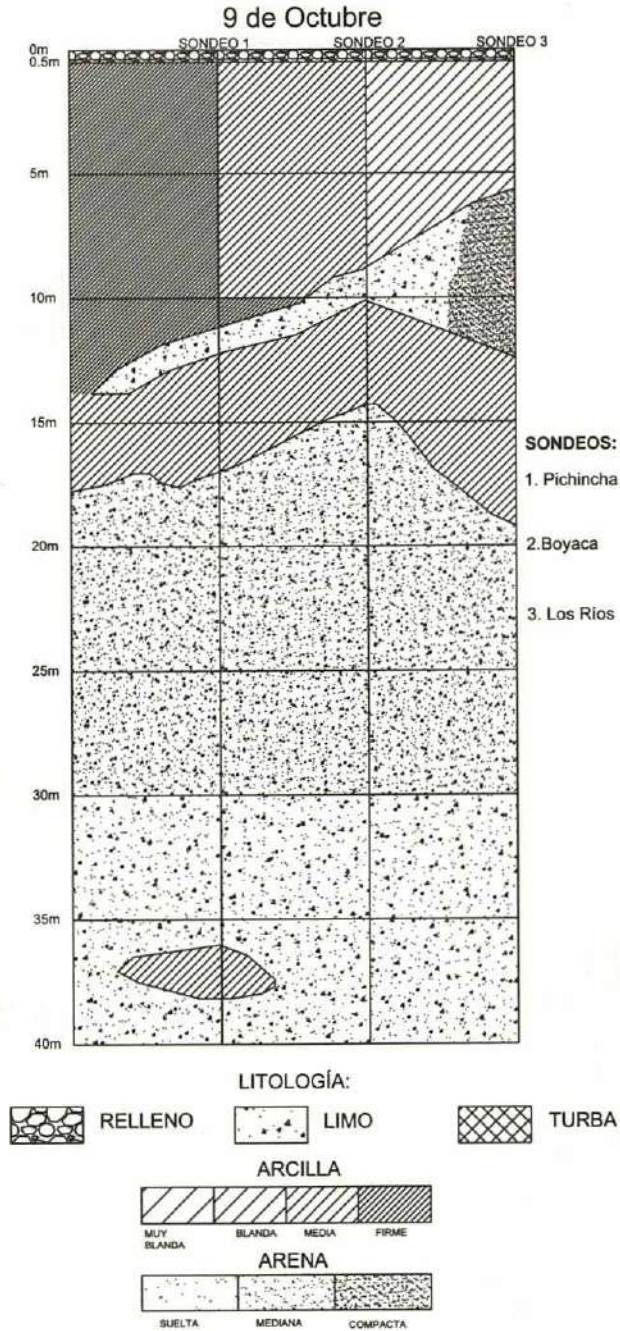


**ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA**

- ZONA\_1
- 9\_OCTU\_UTM
- AGUIRRE\_UTM
- BOYACA\_UTM
- CHILE\_UTM
- CHIMBORAZO\_UTM
- CLEMENTE\_UTM
- GARCIA AVILES\_UTM
- LGARICOA\_UTM
- ICAZA\_UTM
- PICHINCHA\_UTM
- ELOY ALFARO\_UTM
- VELEZ\_UTM
- TC\_BALLEN
- R\_ZARUMA
- PRODUBANCO
- FISCALIA\_DEL\_GUAYAS

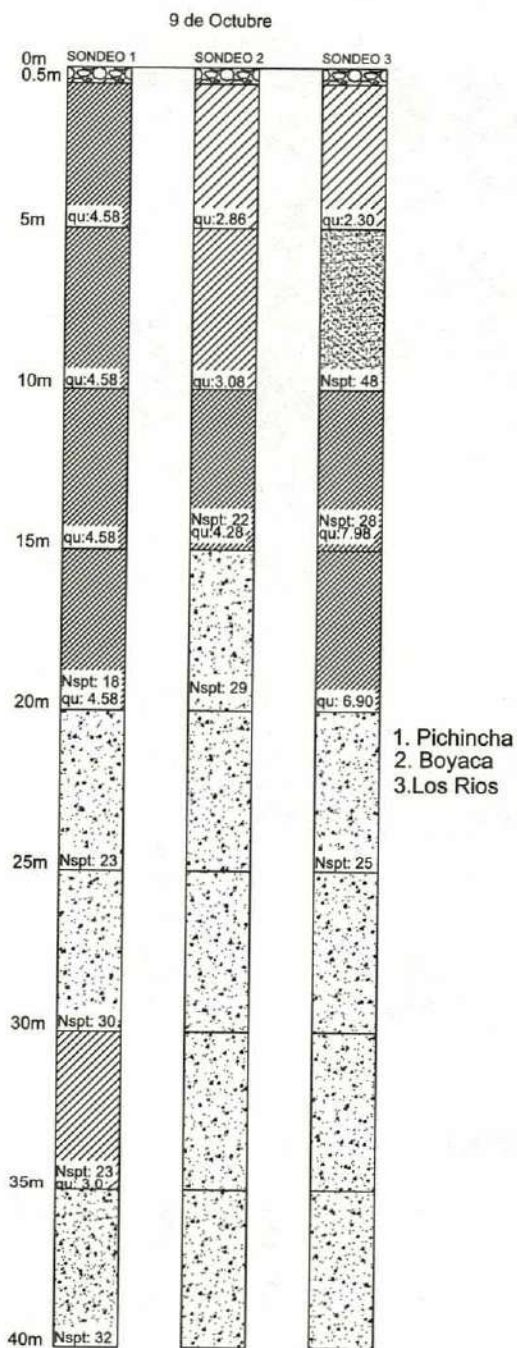
**ZONA 1**  
**PERFORACIONES\_GUAYAQUIL**

**Mapa 2. Zona 1**  
**Fuente:** La autora



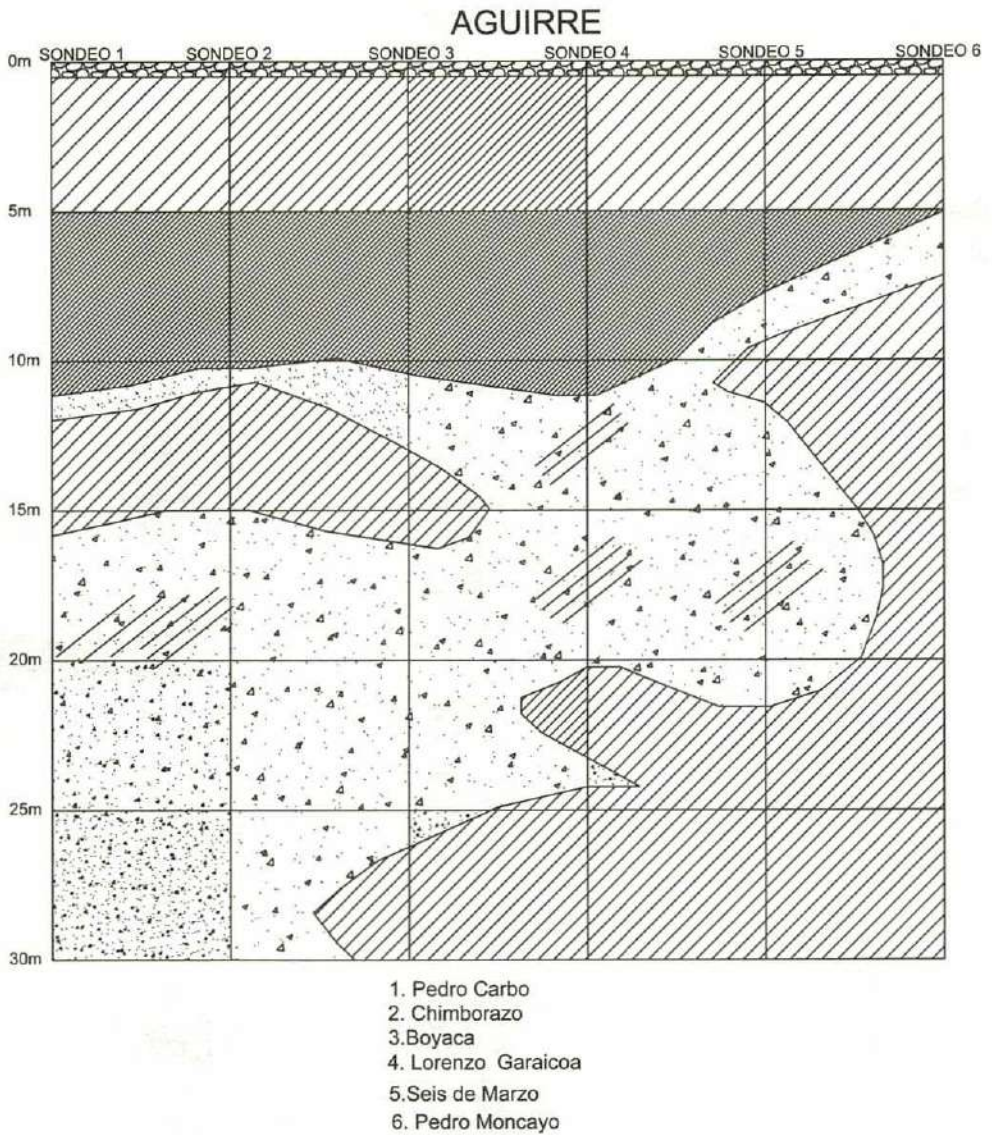
**Fig. 10.** Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle 9 de Octubre.

**Fuente:** La autora



**Fig. 11.** Sondeos a lo largo de la calle 9 de Octubre.

**Fuente:** La autora

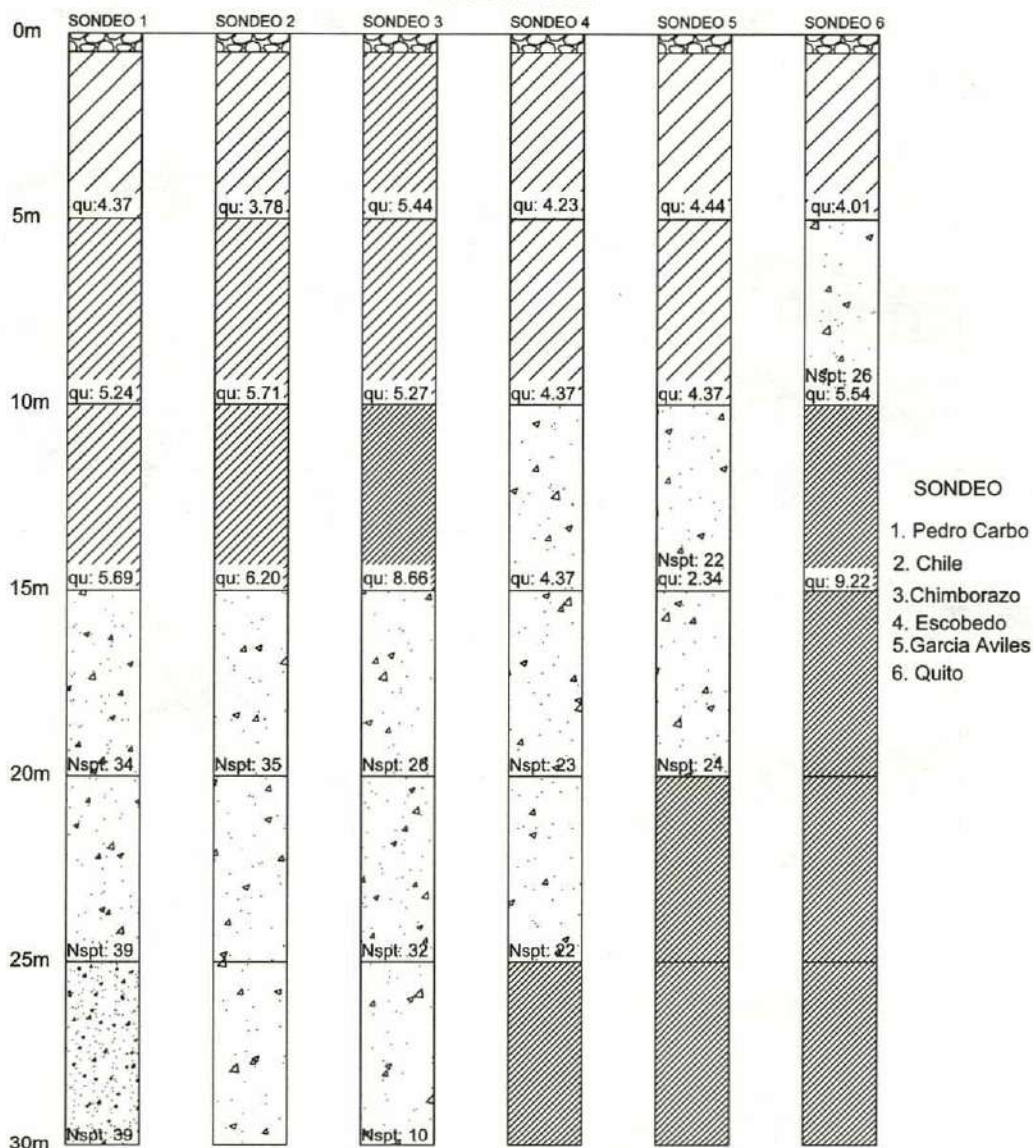


**Fig.12.** Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Aguirre

**Fuente:** La autora

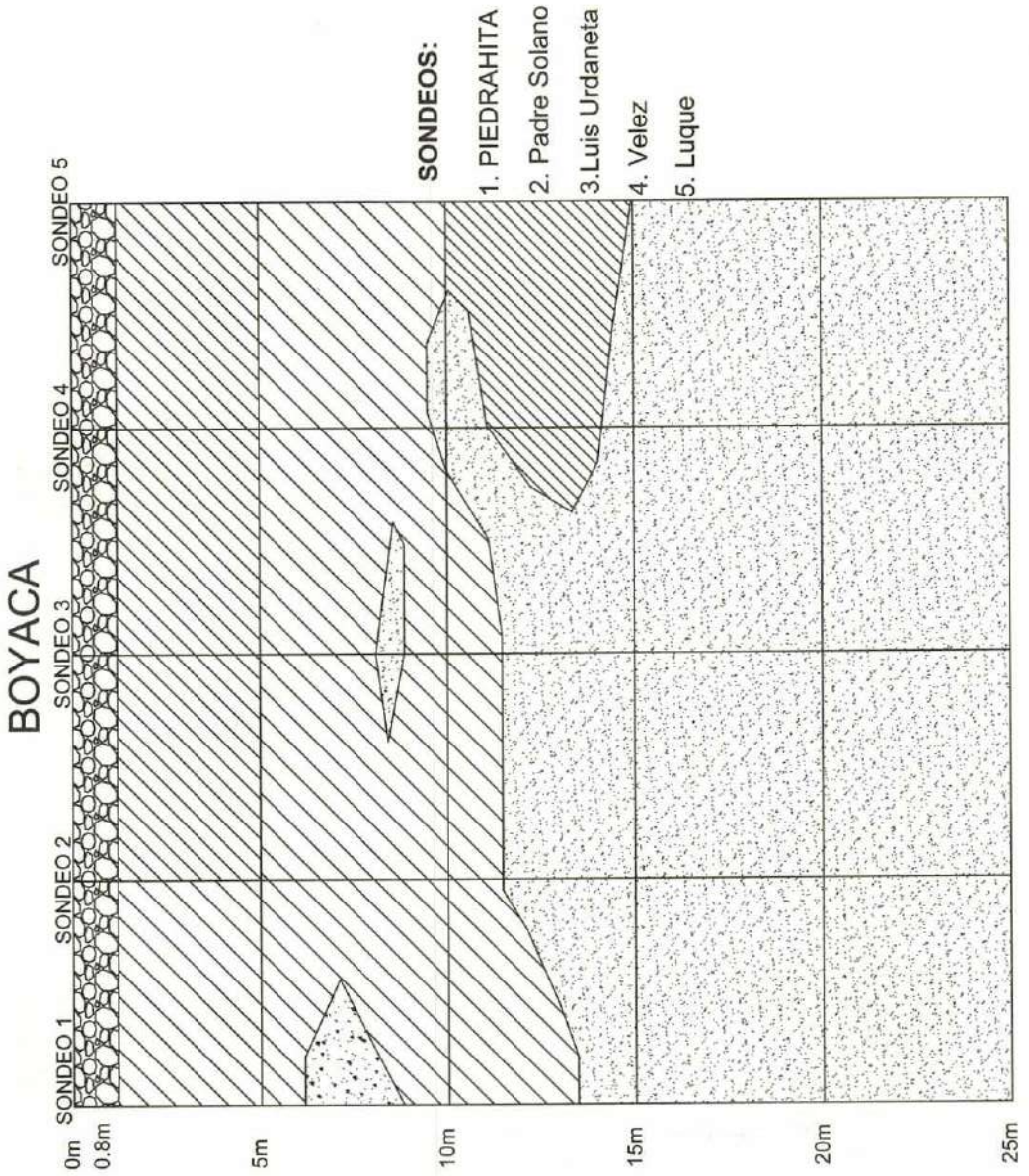


## AGUIRRE



**Fig. 13.** Sondeos a lo largo de la calle Aguirre.

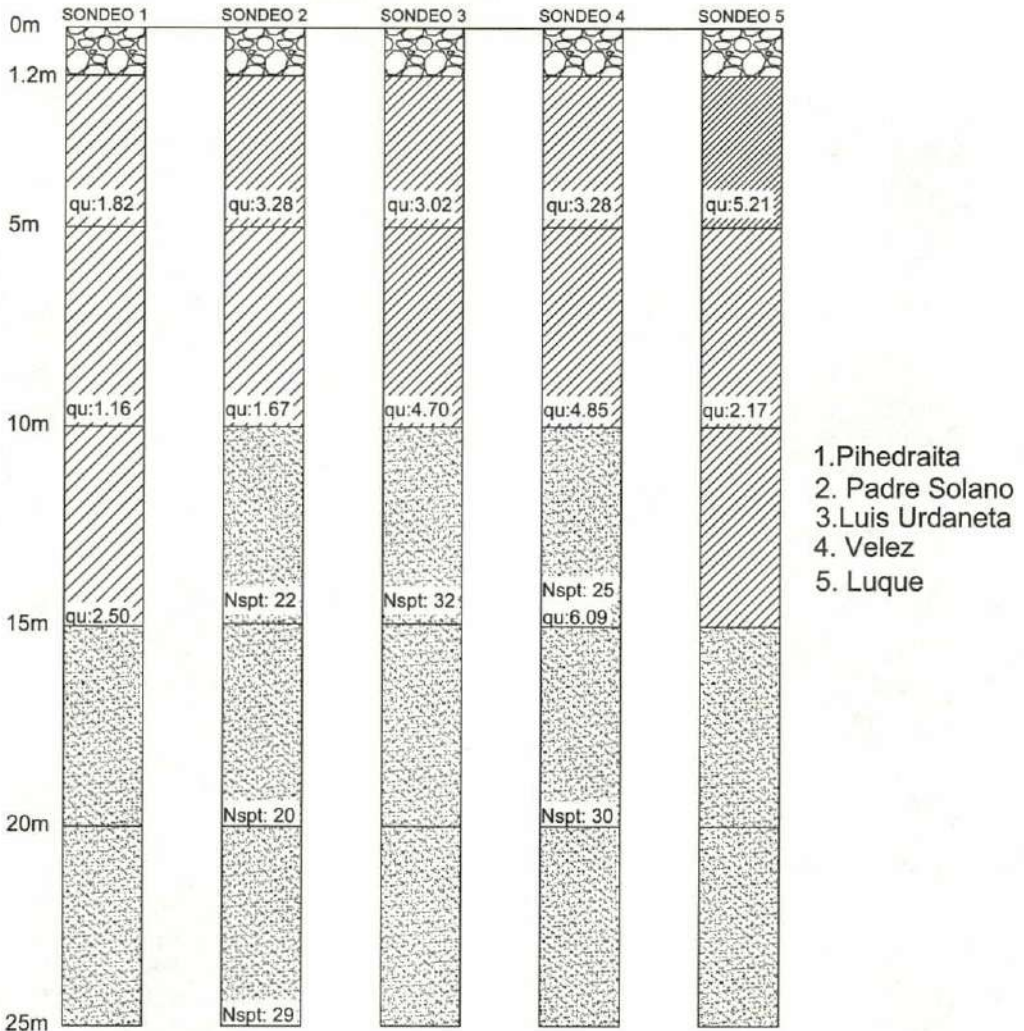
**Fuente:** El Autor.



**Fig. 14.** Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Boyacá

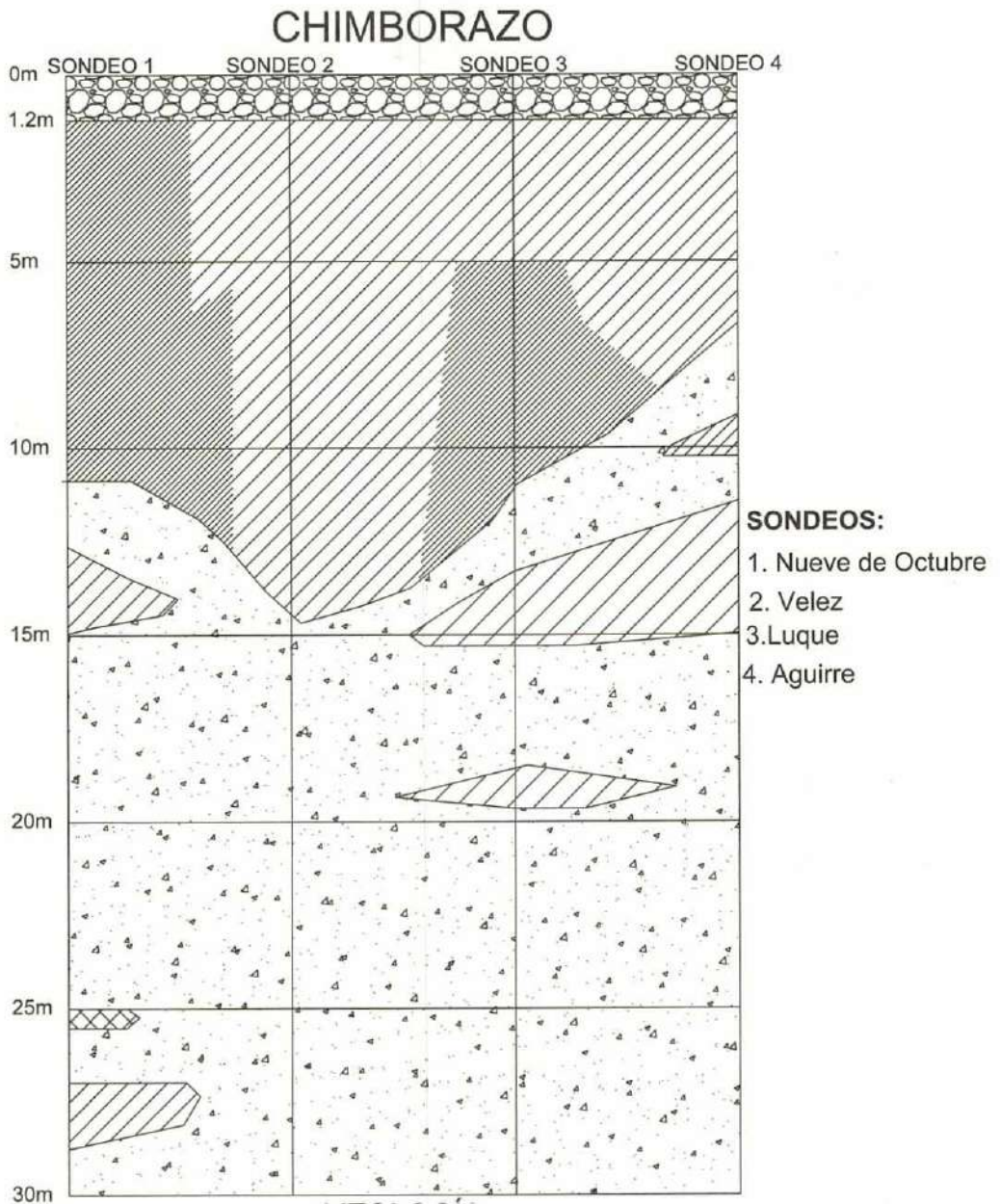
**Fuente:** La autora

# BOYACA



**Fig.15.** Sondeos a lo largo de la calle Boyacá

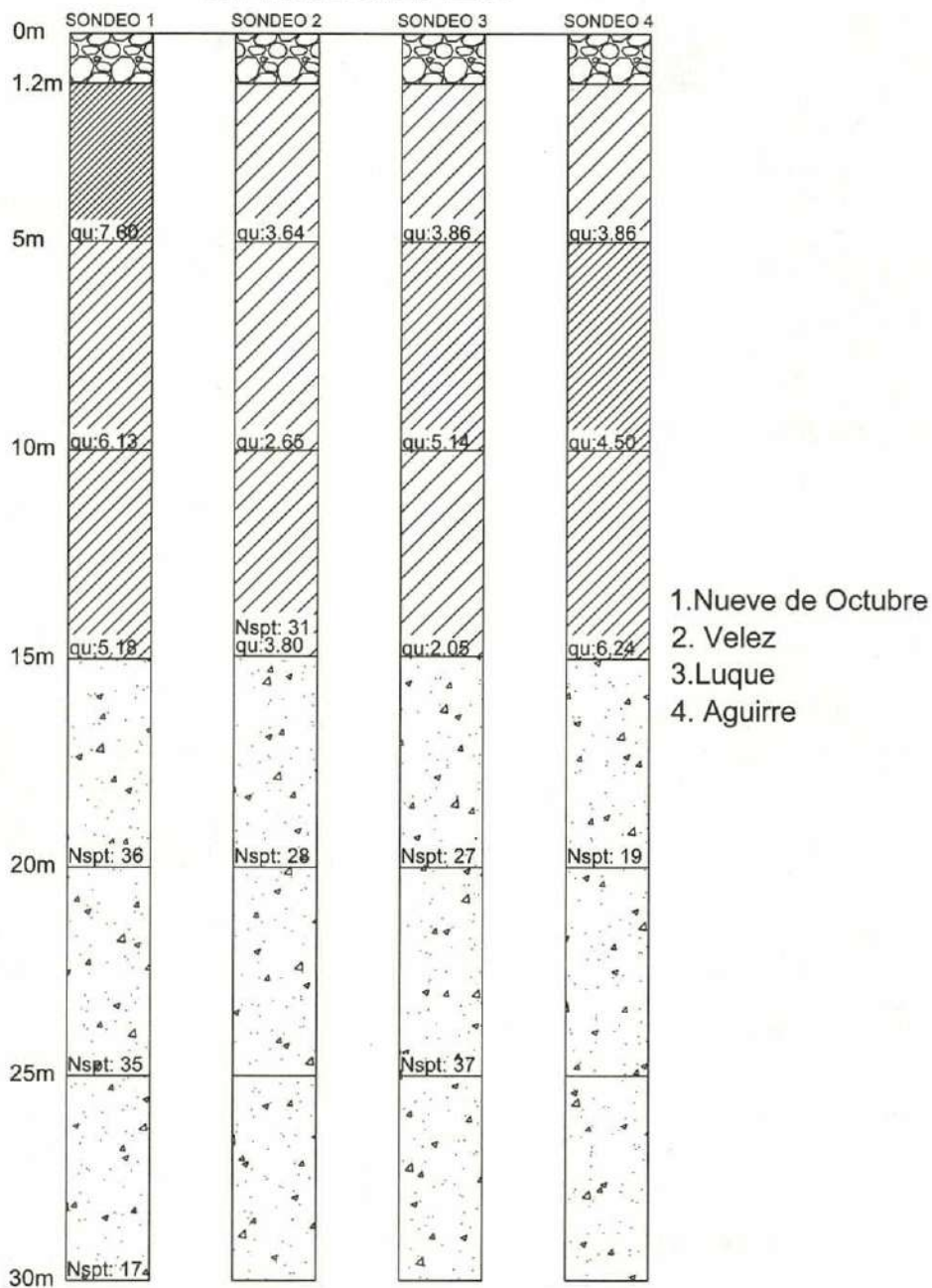
**Fuente:** La autora



**Fig. 16.** Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Chimborazo

**Fuente:** La autora

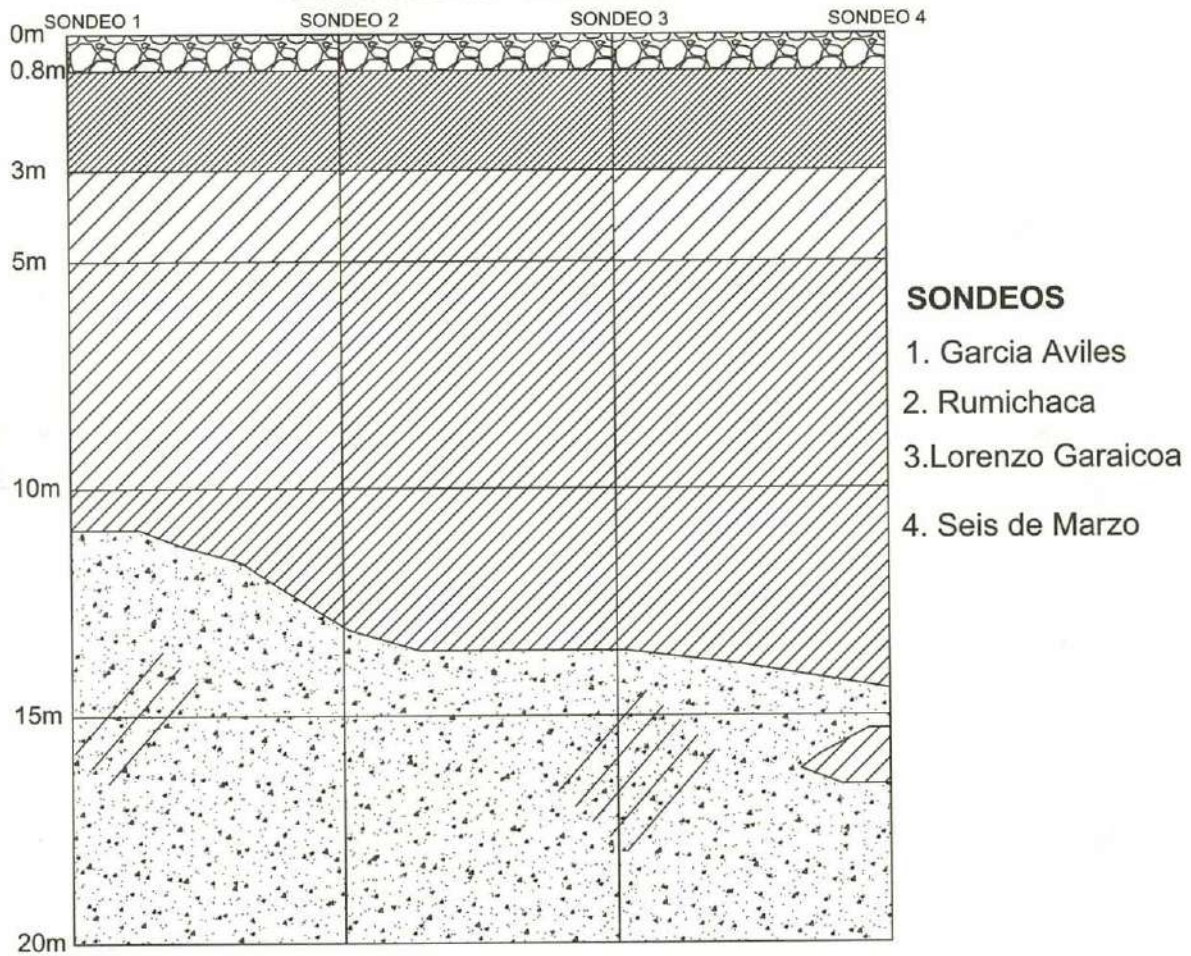
# CHIMBORAZO



**Fig.17.** Sondeos a lo largo de la calle Chimborazo.

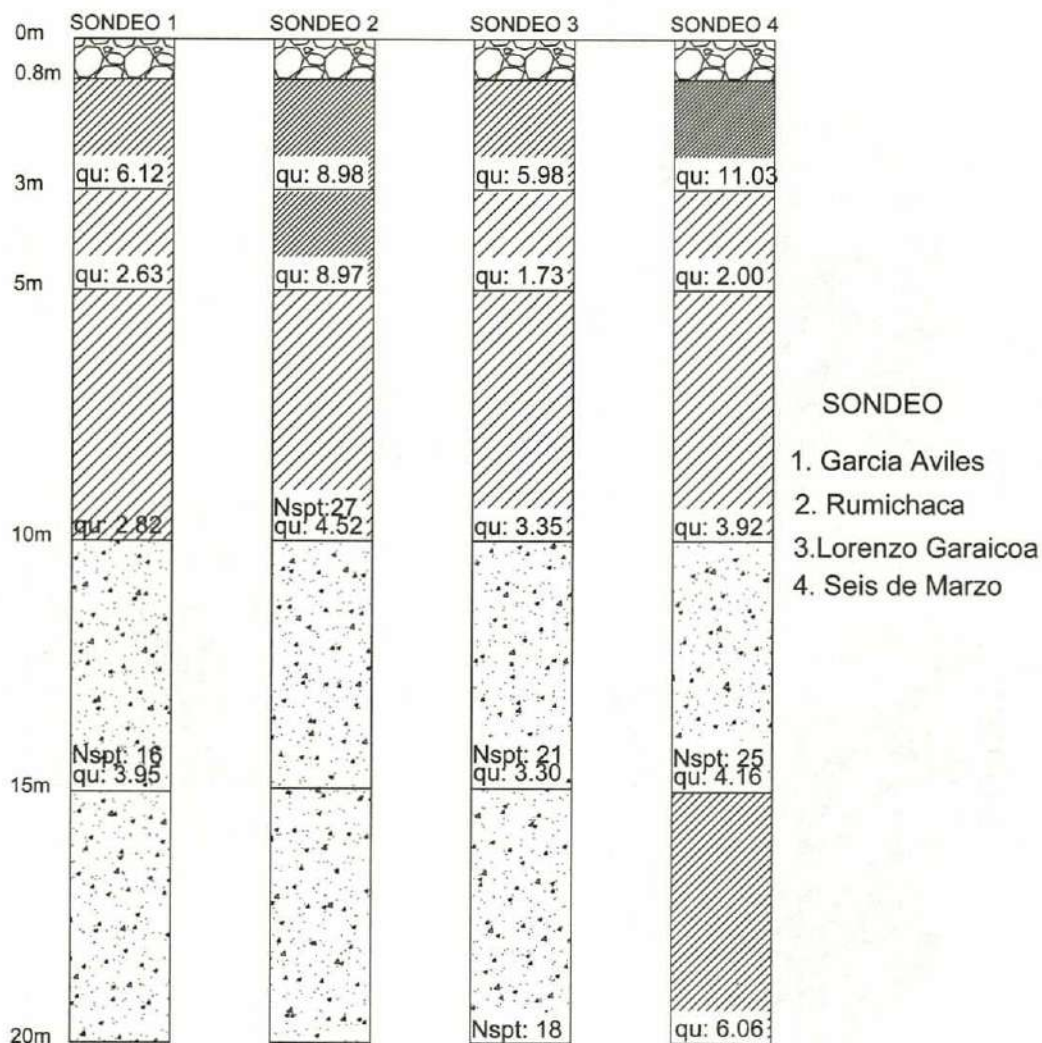
**Fuente:** La autora

# Clemente Ballen



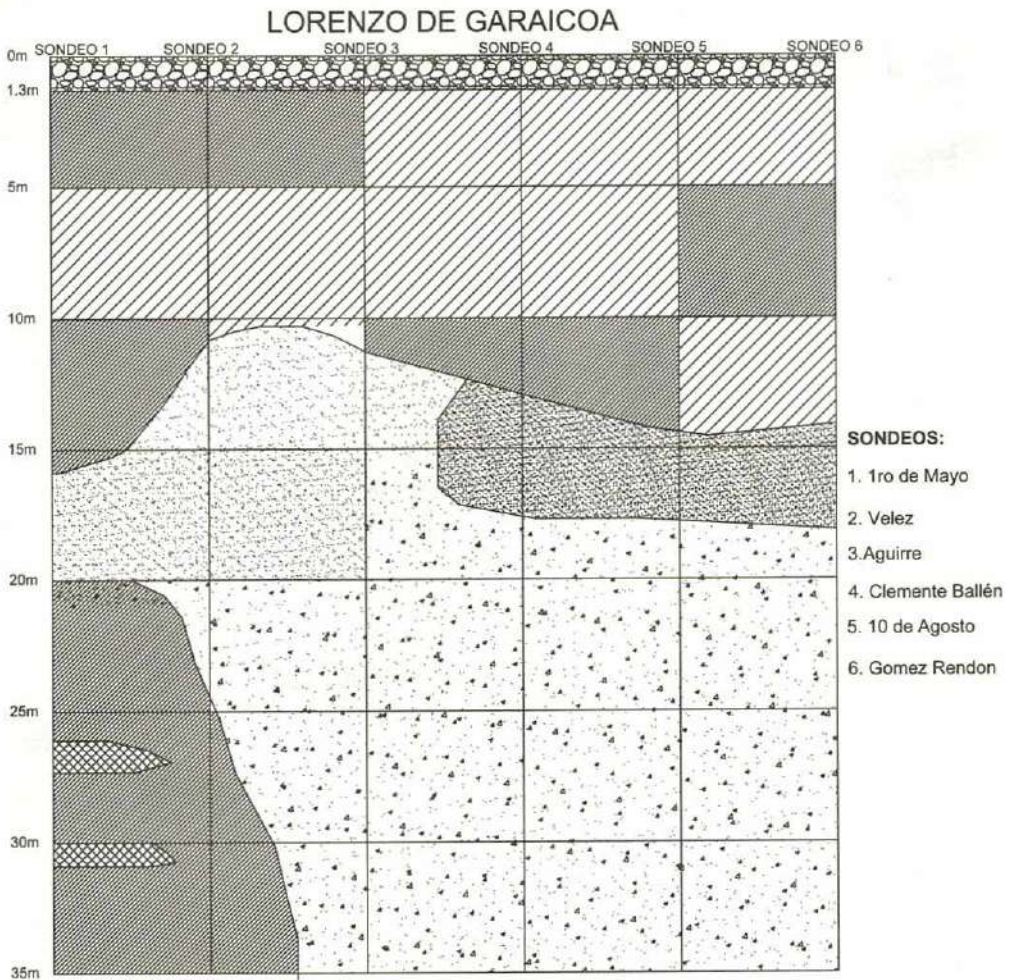
**Fig. 18.** Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Clemente Ballén.  
**Fuente:** La autora

### Clemente Ballén



**Fig. 19.** Sondeos a lo largo de la calle Clemente Ballén

**Fuente:** La autora

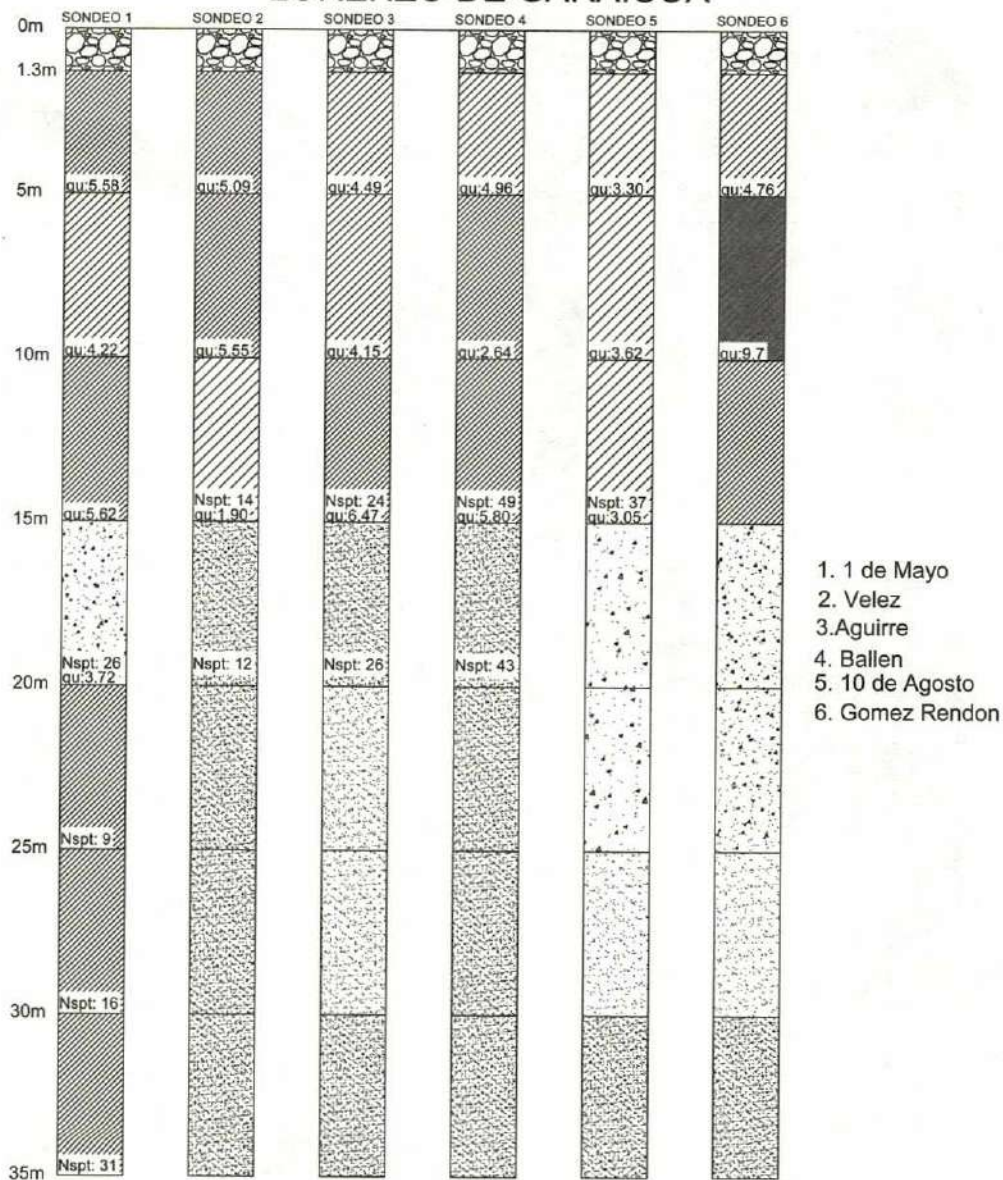


**Fig. 20.** Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Clemente Ballén

**Fuente:** La autora

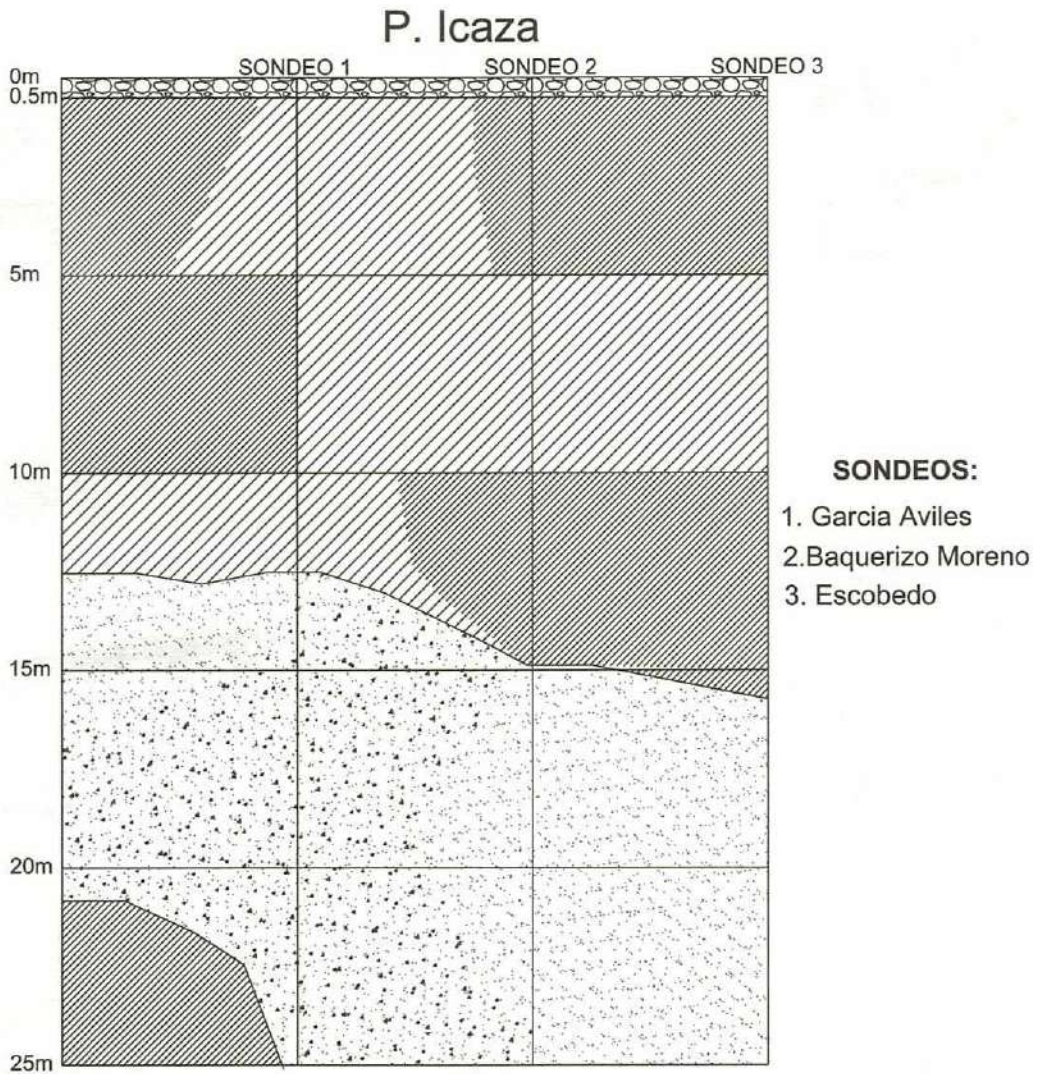


## LORENZO DE GARICOA



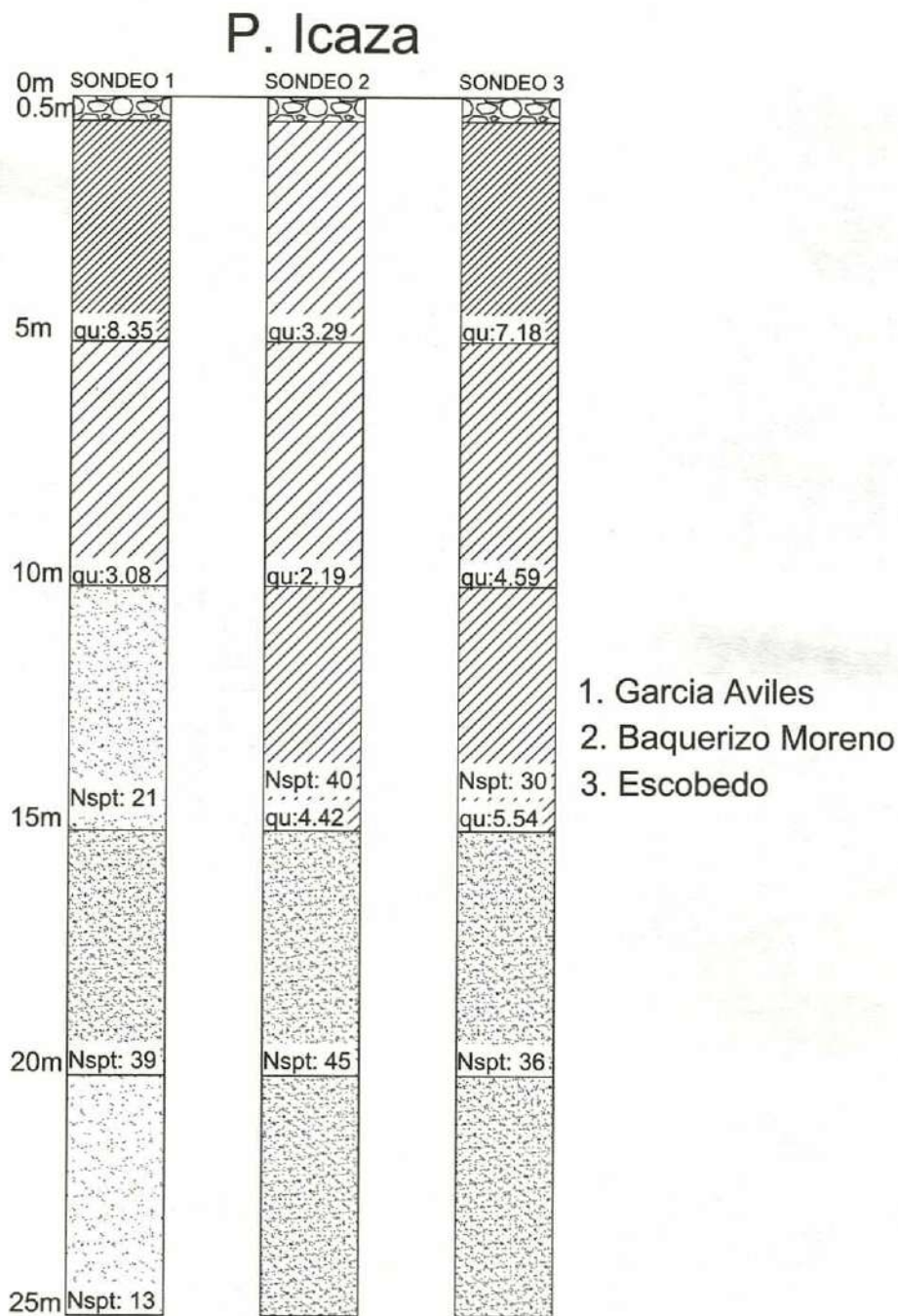
**Fig. 21.** Sondeos a lo largo de la calle Clemente Ballén

**Fuente:** La autora



**Fig. 22.** Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle P. Icaza

**Fuente:** La autora



**Fig. 23.** Sondeos a lo largo de la calle P. Icaza

**Fuente:** La autora

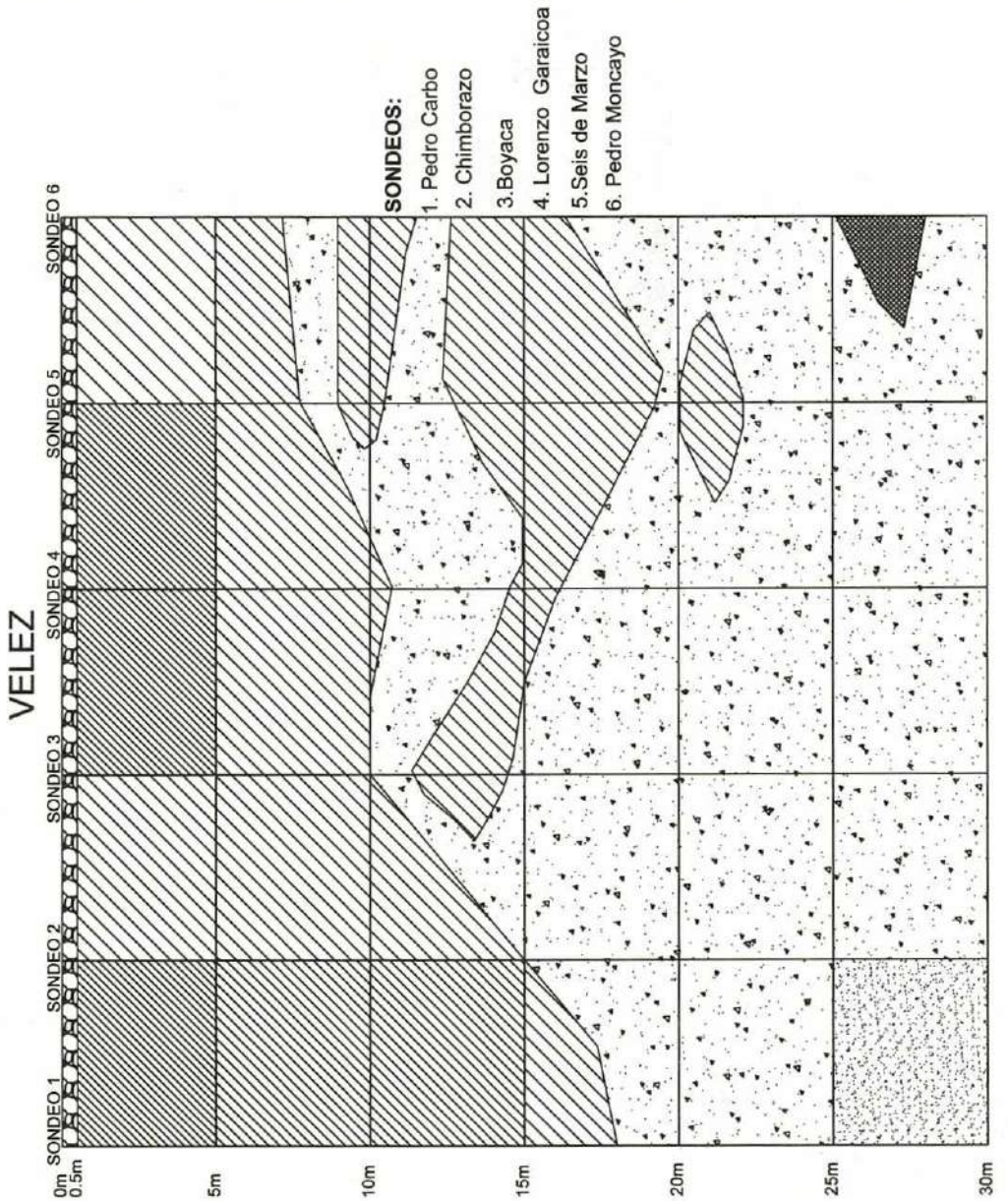


Fig. 24. Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Vélez

Fuente: La autora

VELEZ

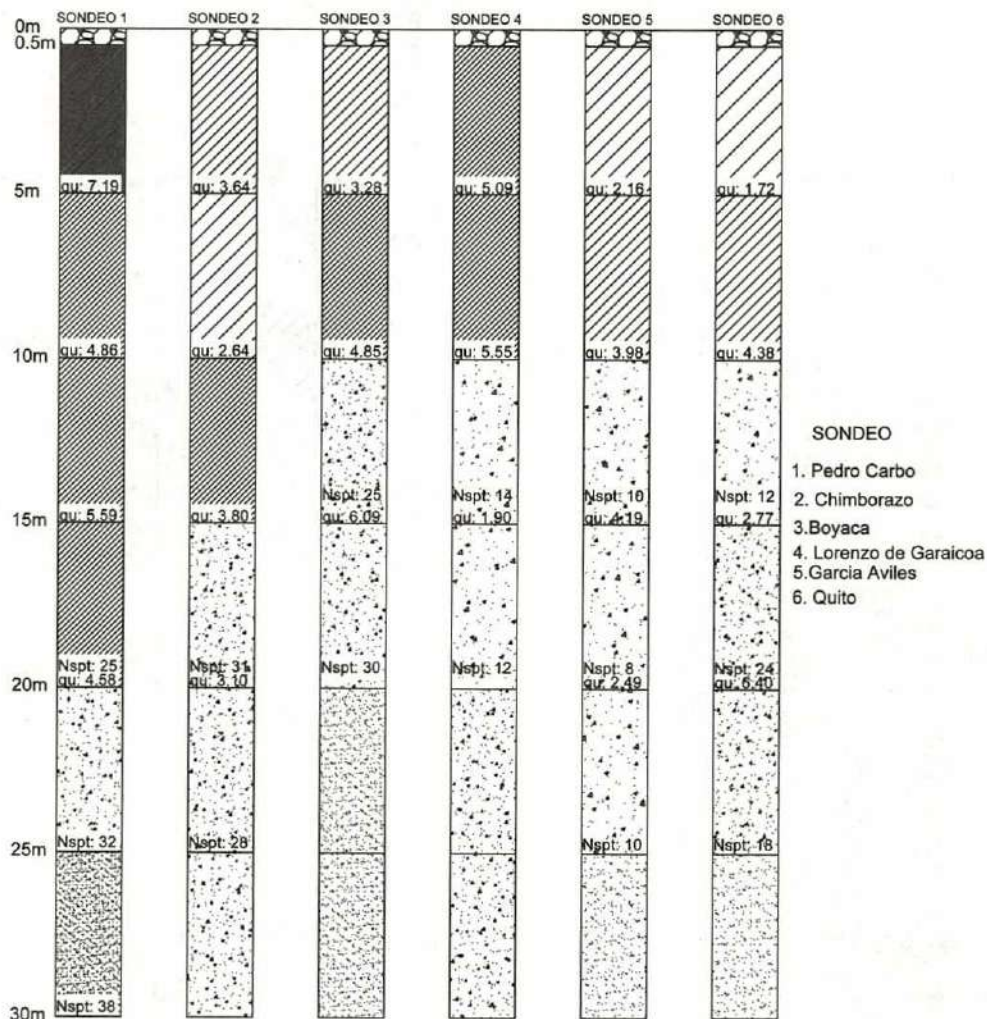


Fig. 25. Sondeos a lo largo de la calle Vélez

Fuente: La autora

T.C. Ballèn

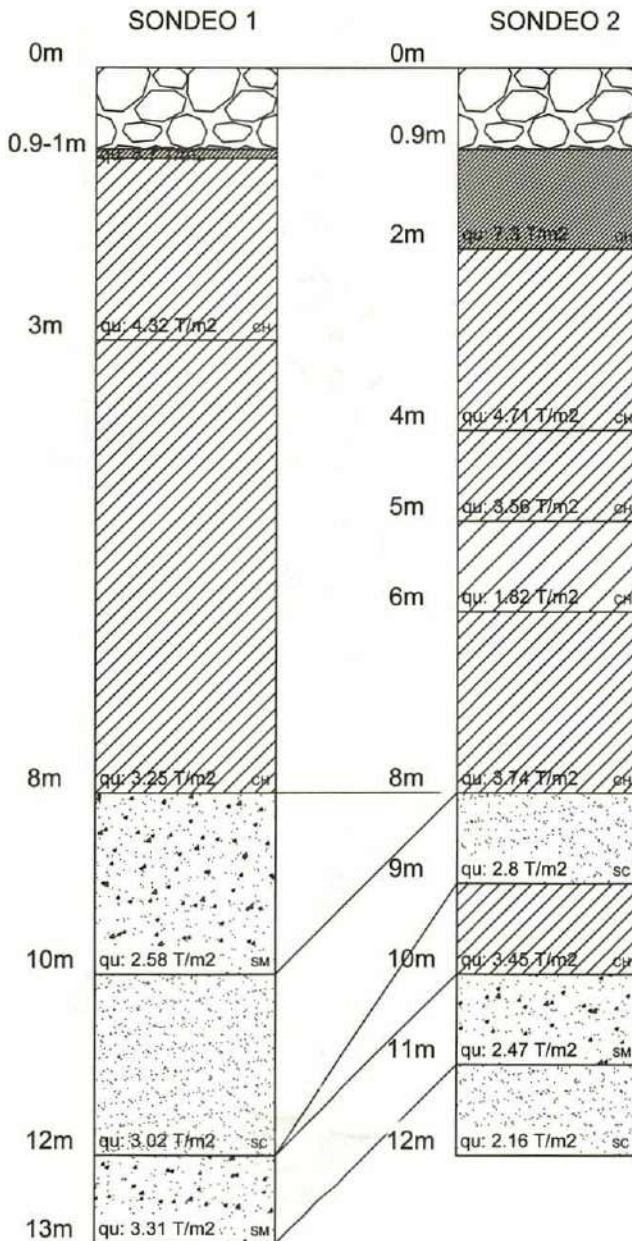


Fig. 26. Sondeo en la calle Tungurahua y Clemente Ballèn

Fuente: La autora

R. ZARUMA

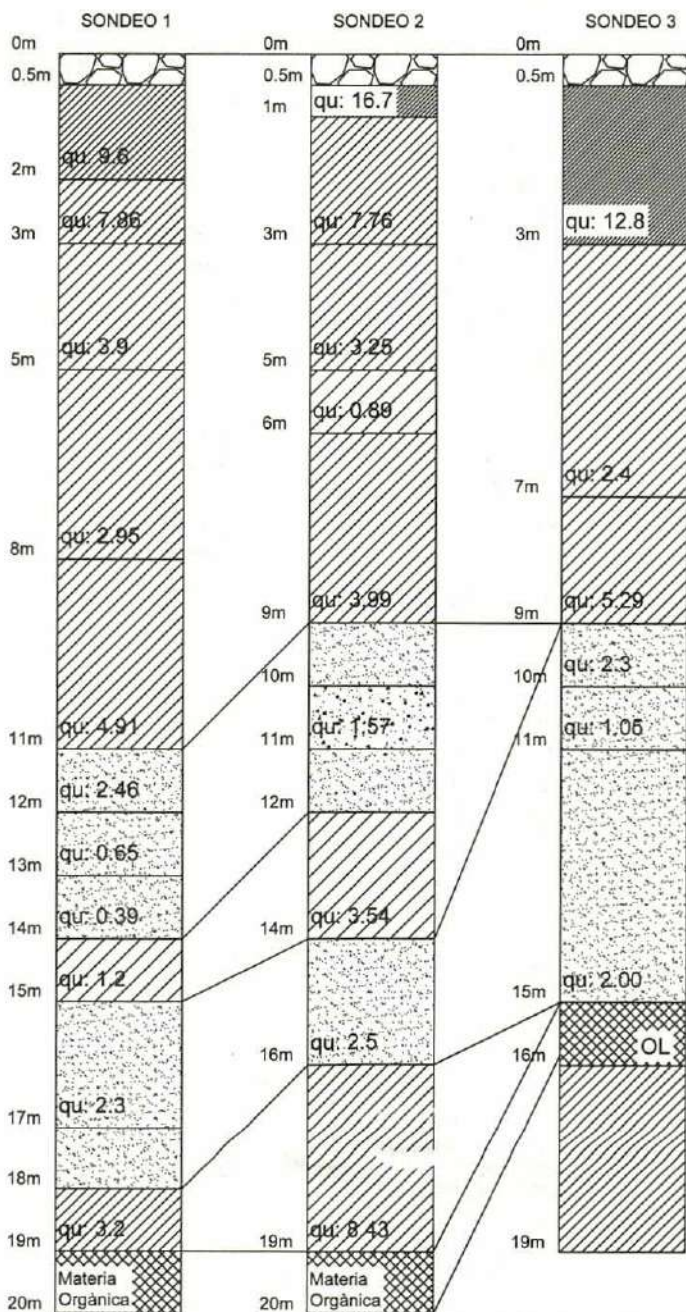


Fig.27. Sondeo en las calles Rumichaca y Zaruma

Fuente: La autora

PRODUBANCO

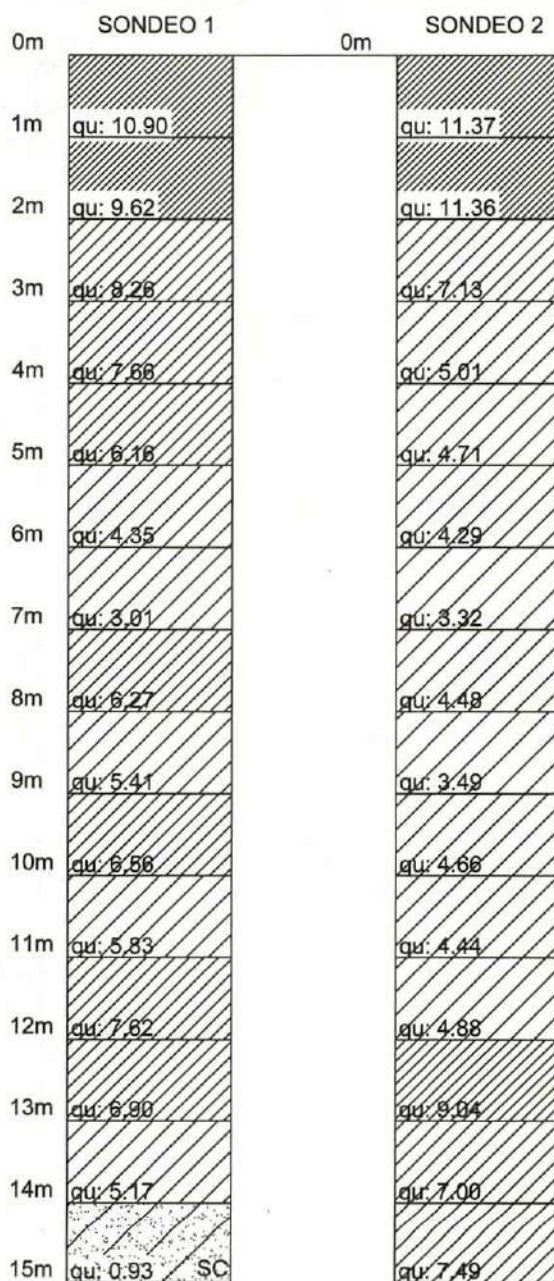
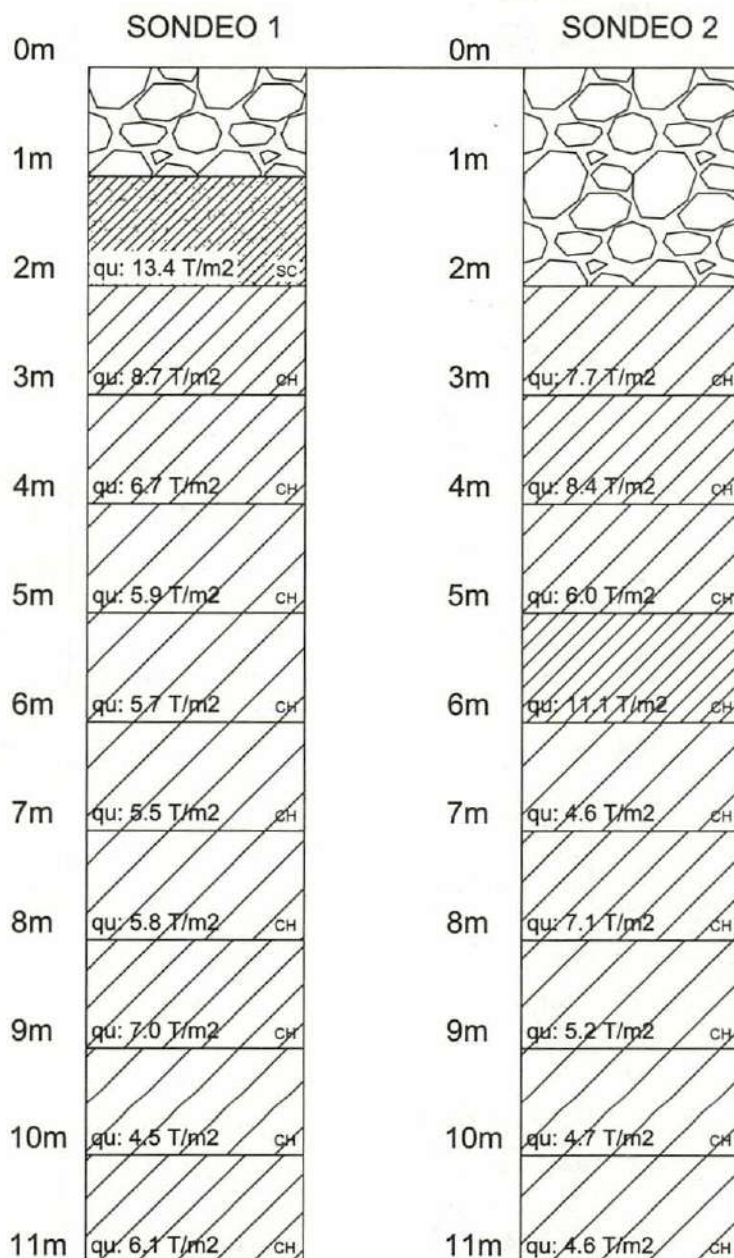


Fig. 28. Sondeo en las calles Eloy Alfaro y 9 de Octubre

Fuente: La autora

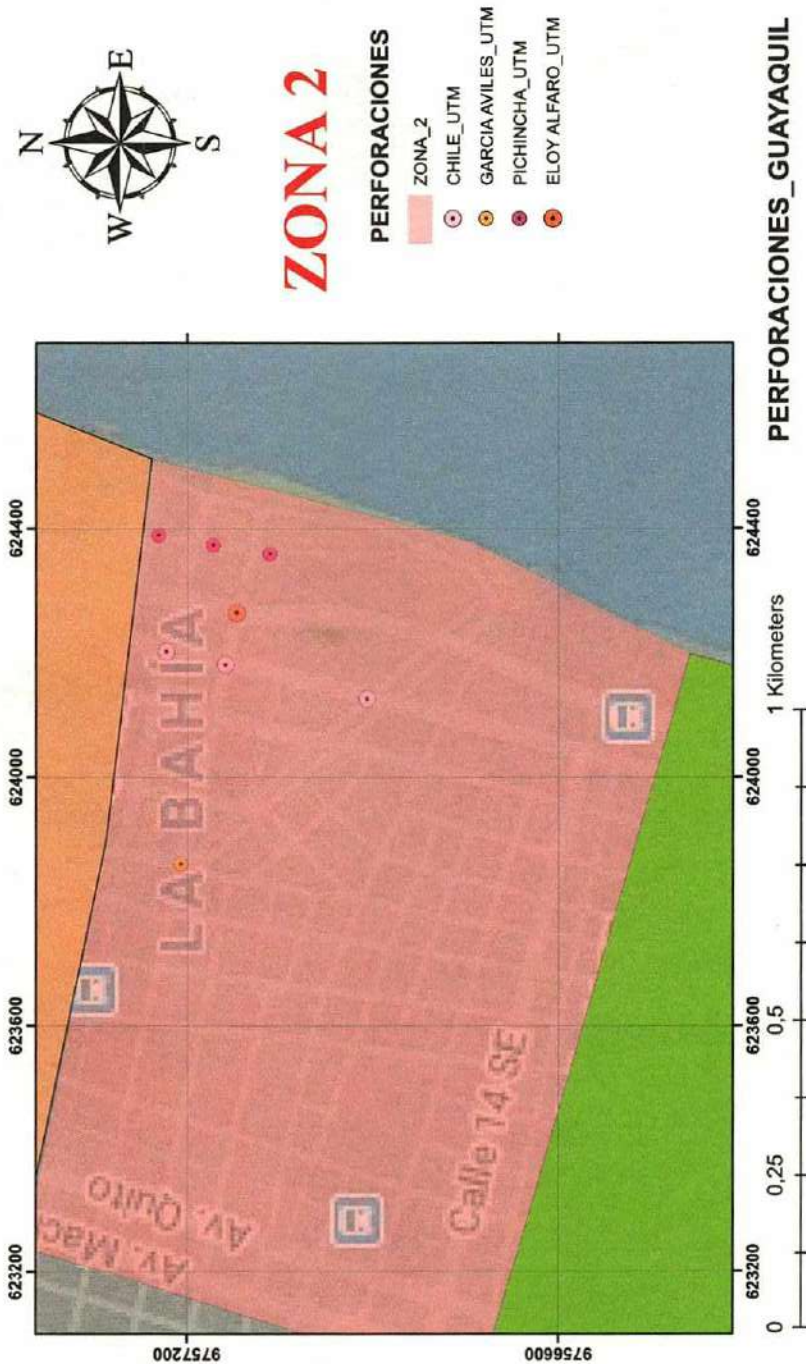


## FISCALIA DEL GUAYAS



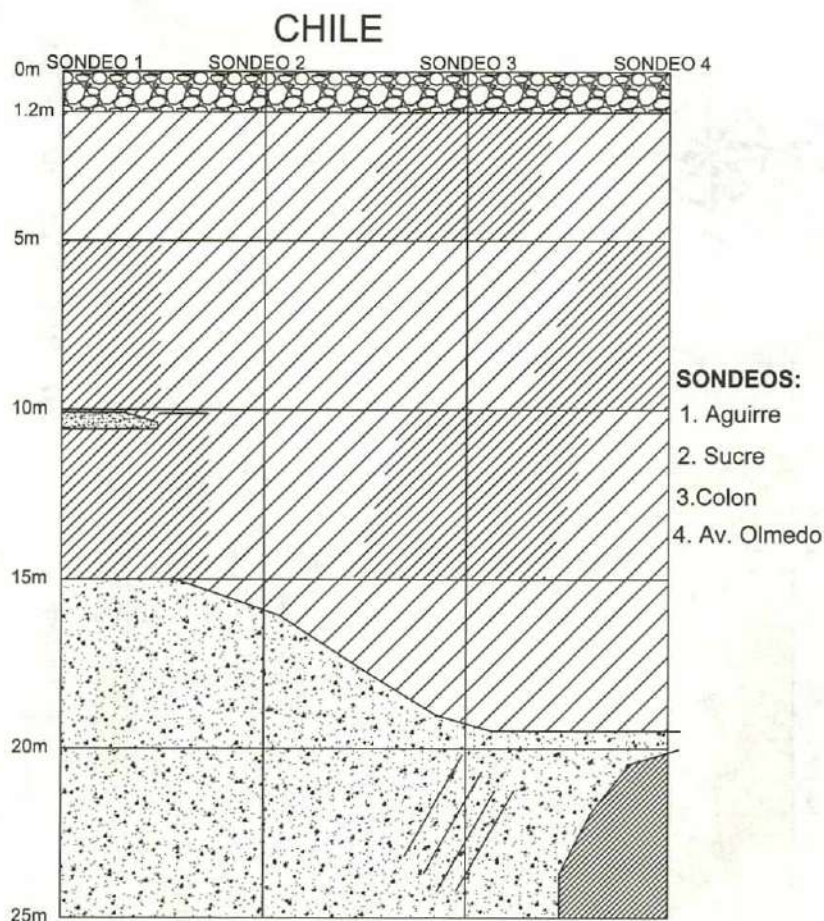
**Fig. 29.** Sondeo en las calles Antepará y 9 de Octubre

**Fuente:** La autora



Mapa 3. Mapa de Zona 2

Fuente: La autora



**LITOLOGÍA:**



RELLENO



LIMO



TURBA

**ARCILLA**



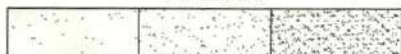
MUY  
BLANDA

BLANDA

MEDIA

FIRME

**ARENA**



SUELTA

MEDIANA

COMPACTA

**Fig. 30.** Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Chile

**Fuente:** La autora

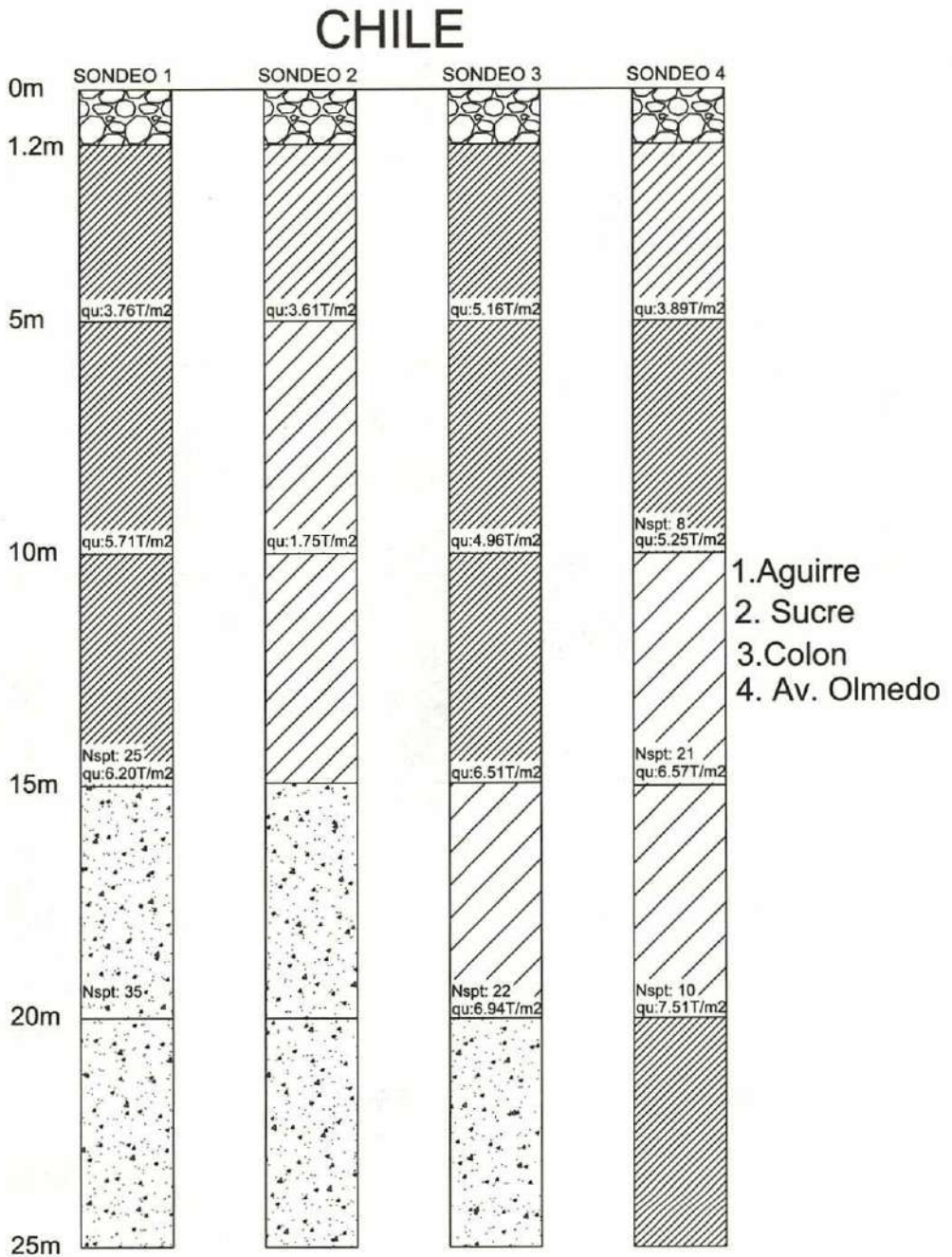
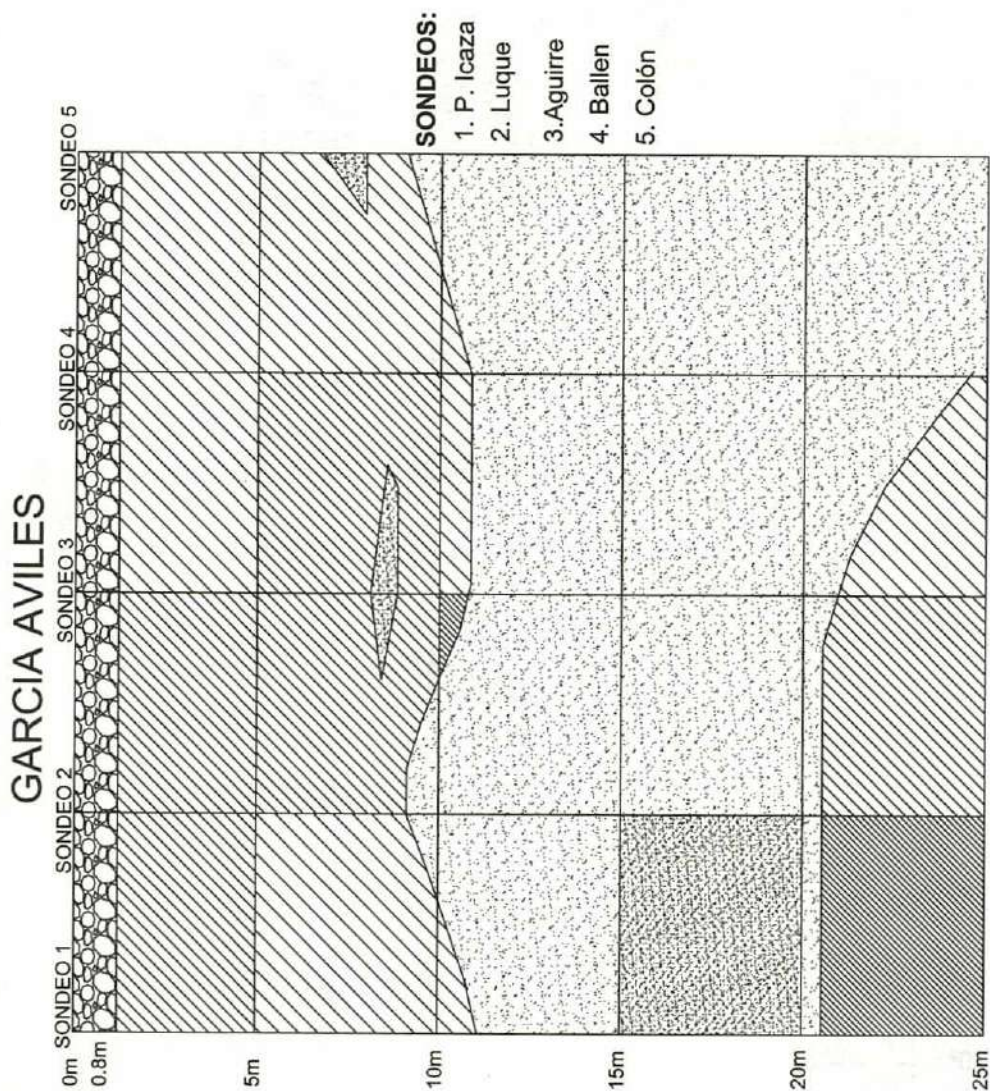


Fig. 31. Sondeos a lo largo de la calle Chile

Fuente: La autora



**Fig. 32.** Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Avilés

**Fuente:** La autora

## GARCIA AVILES

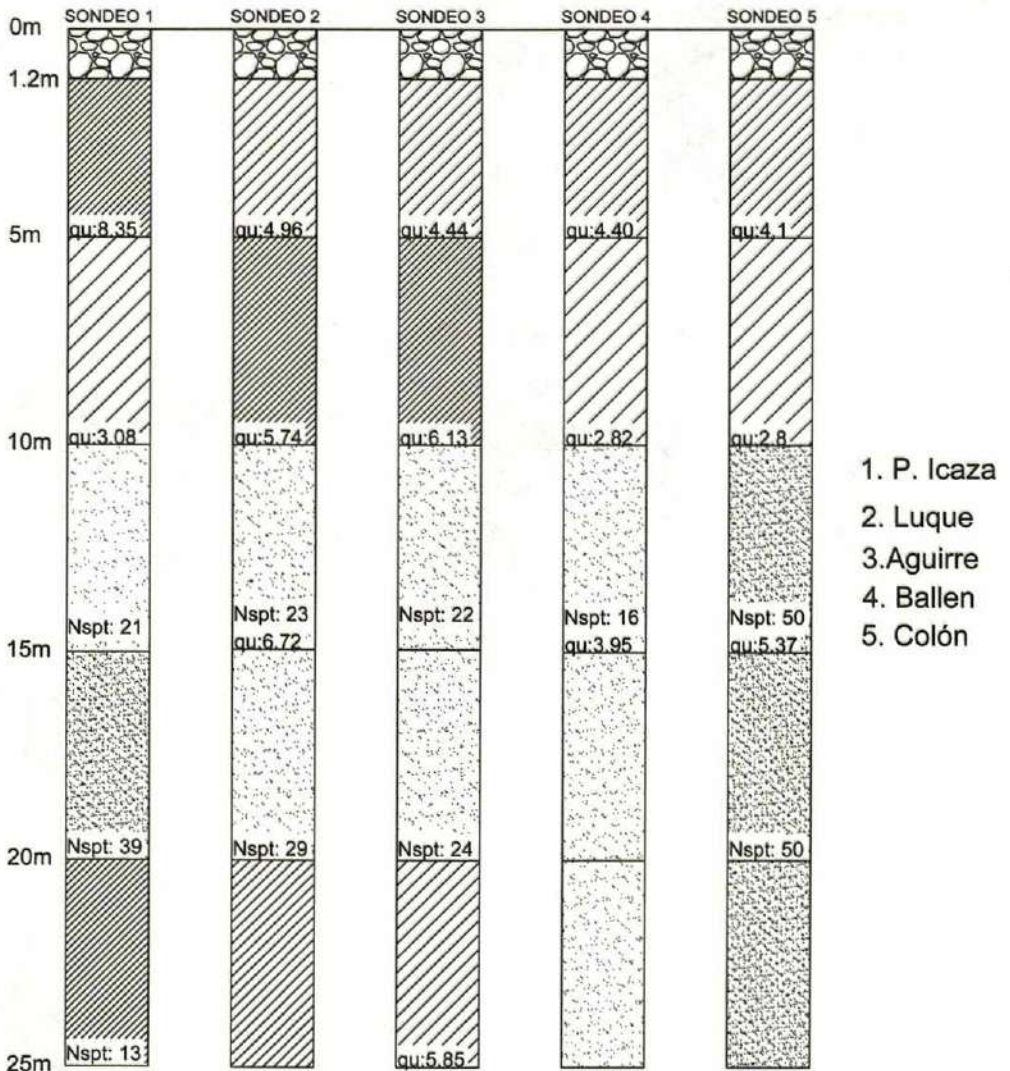
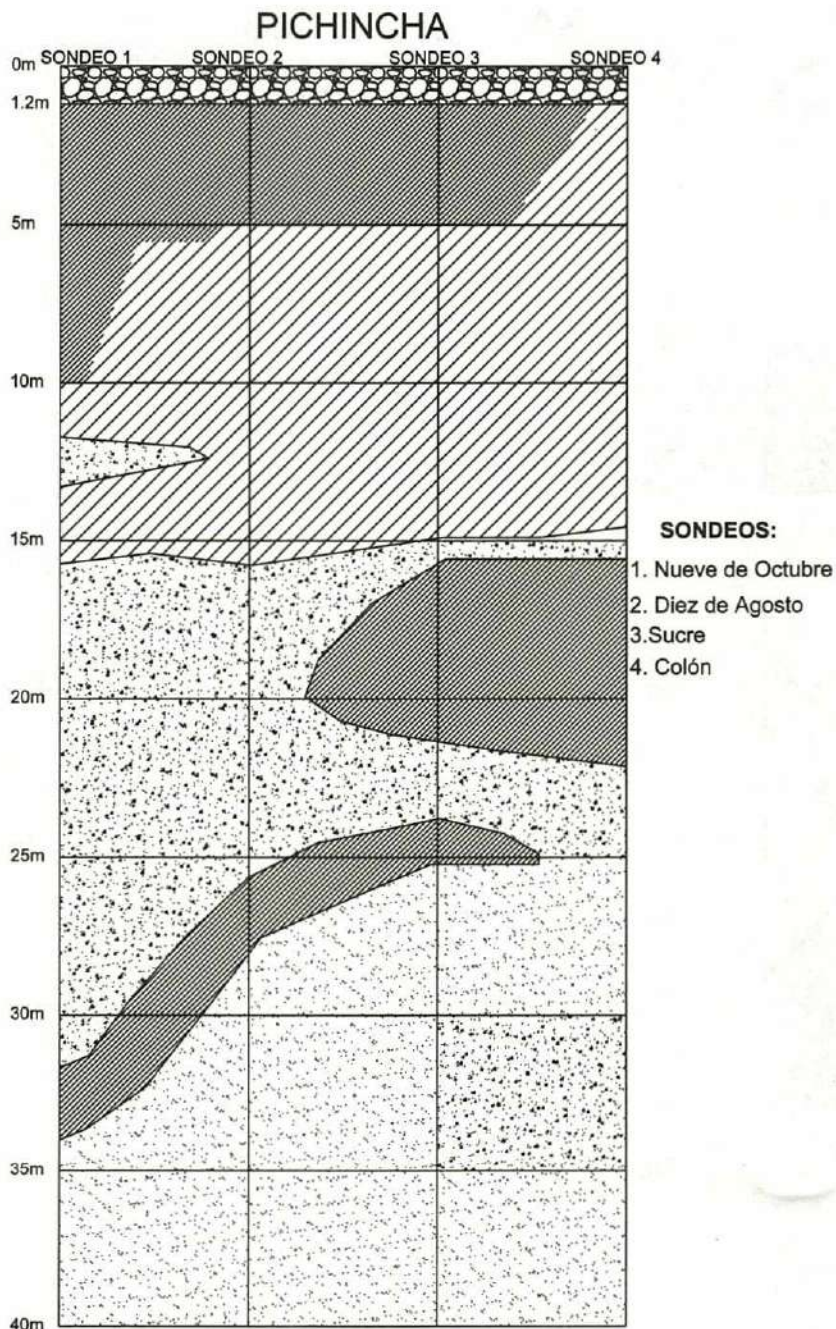


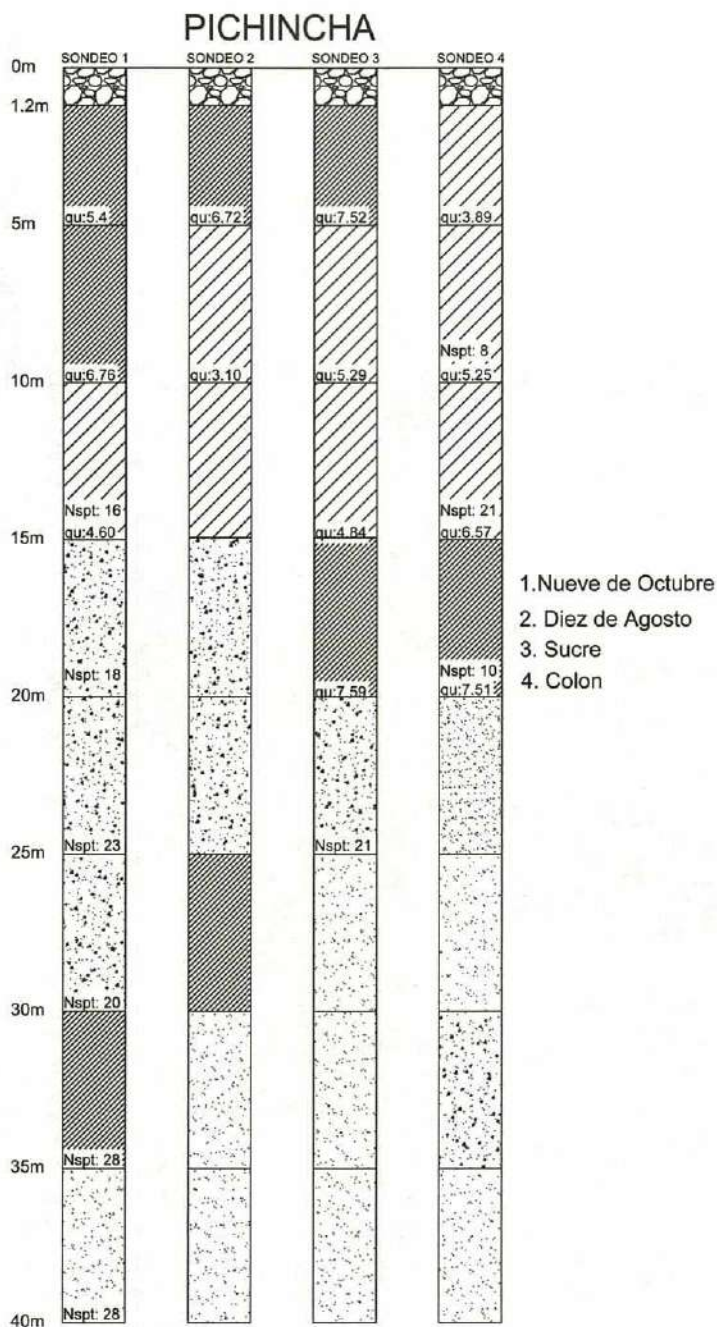
Fig. 33. Sondeos a lo largo de la calle Avilés

Fuente: La autora



**Fig. 34.** Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Pichincha

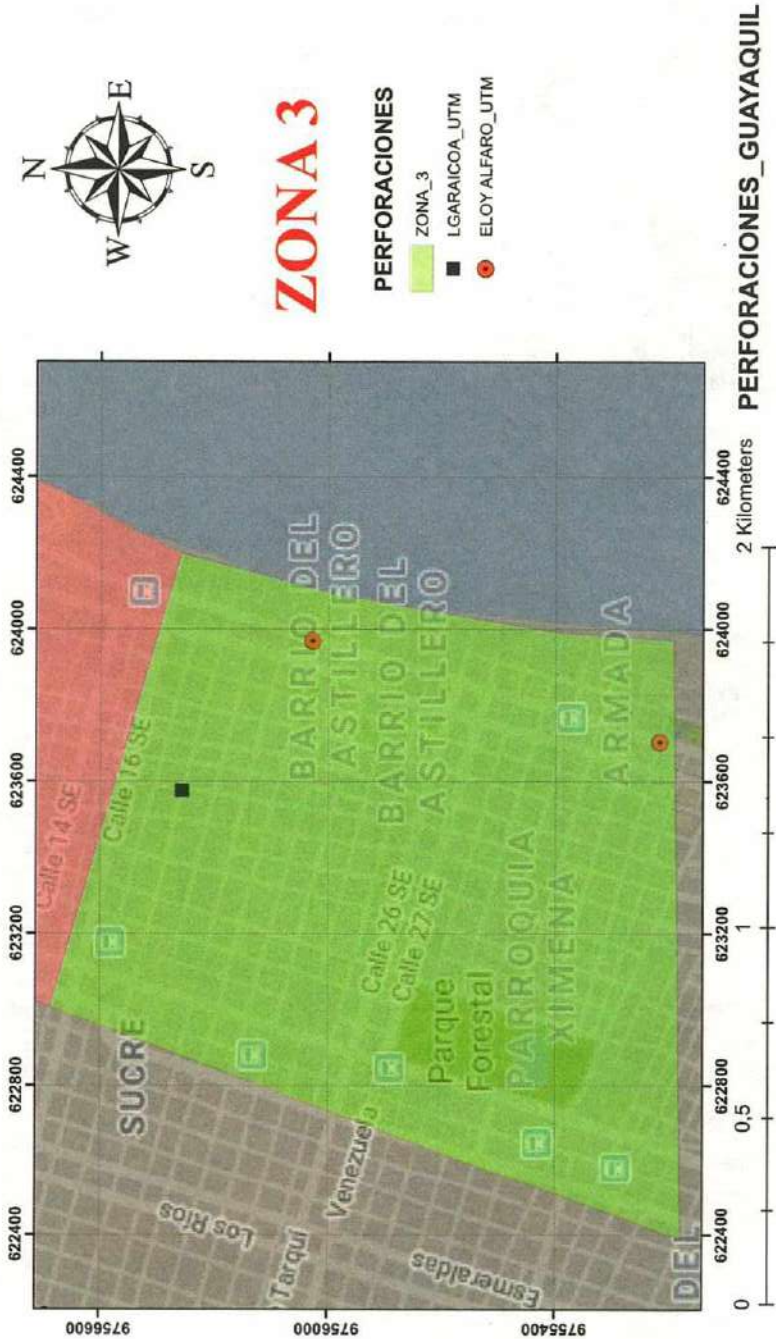
**Fuente:** La autora



**Fig. 35.** Sondeos a lo largo de la calle Pichincha

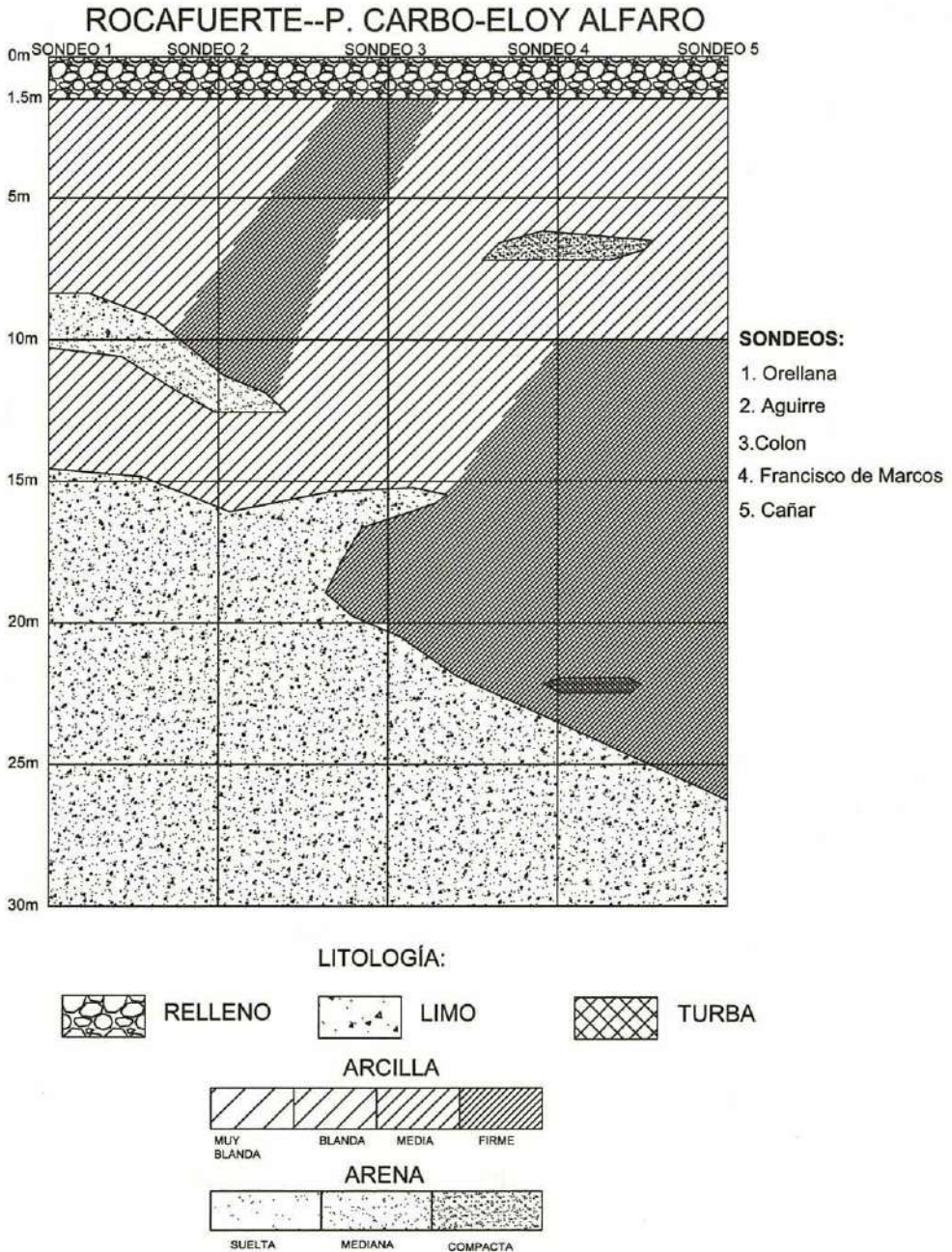
**Fuente:** La autora





Mapa 4. Zona 3

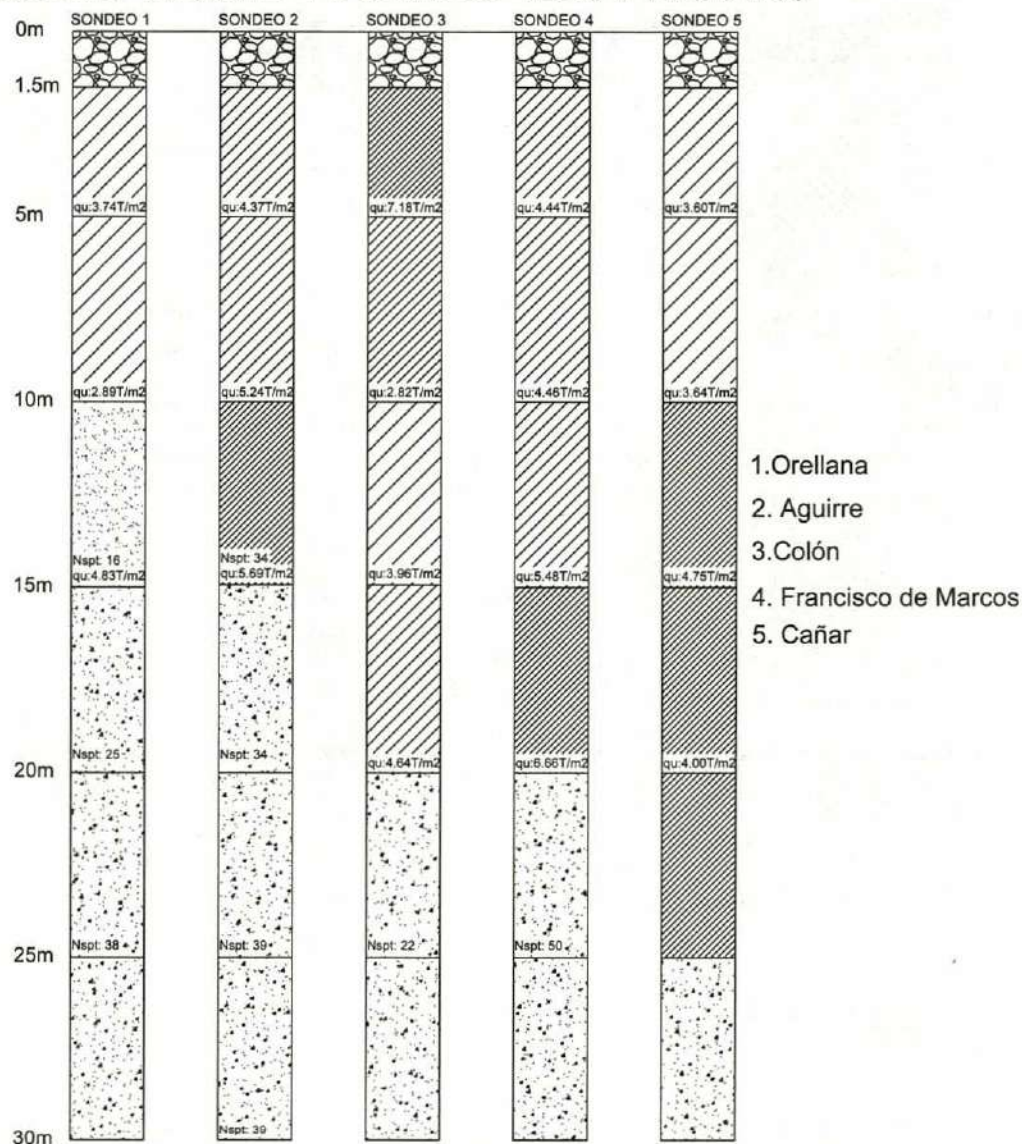
Fuente: La autora



**Fig. 36.** Perfil Estratigráfico a lo largo de la calle Eloy Alfaro

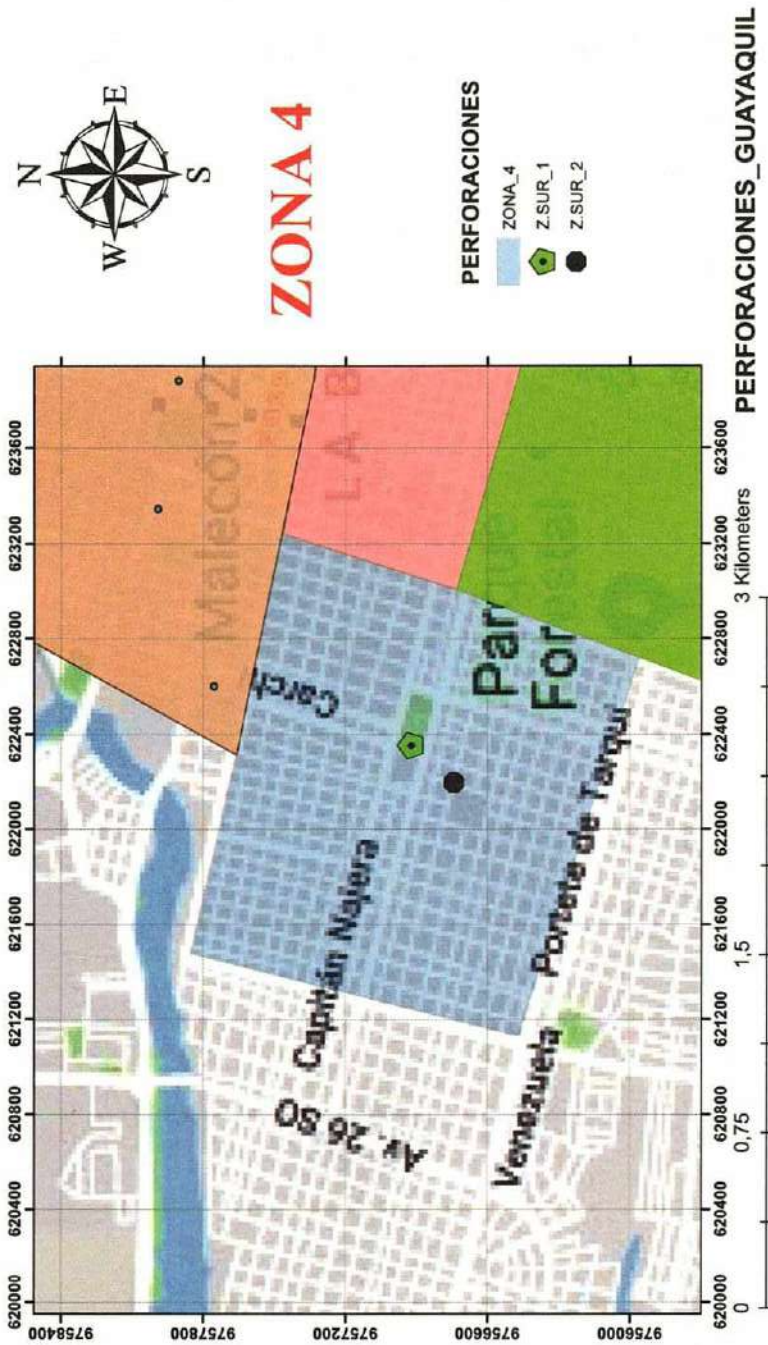
**Fuente:** La autora

## ROCAFUERTE- P. CARBO -ELOY ALFARO



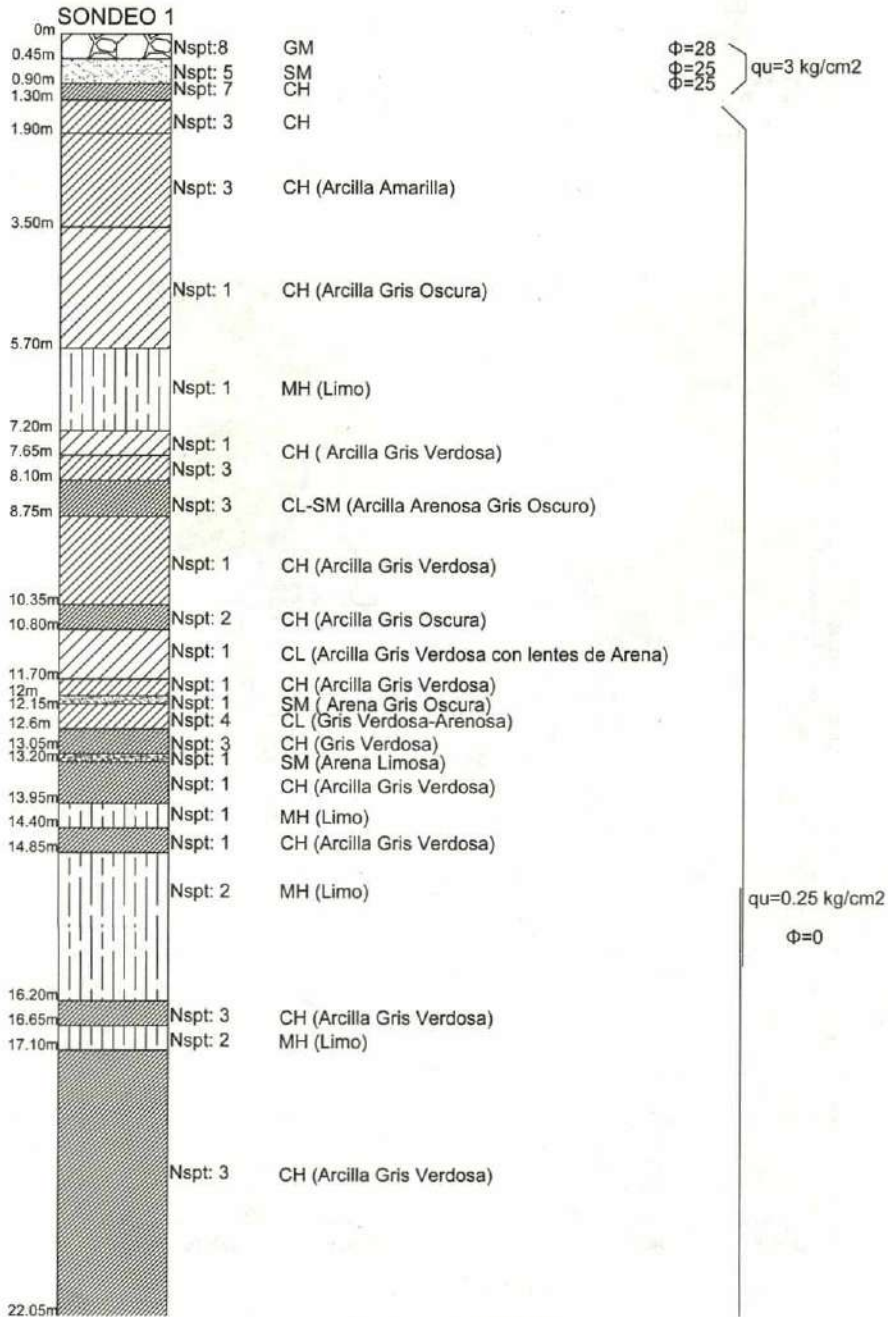
**Fig. 37.** Sondeos a lo largo de la calle Eloy Alfaro

**Fuente:** La autora



Mapa 5. Zona 4  
Fuente: La autora

# TUNGURAHUA Y CAPITAN NAJERA



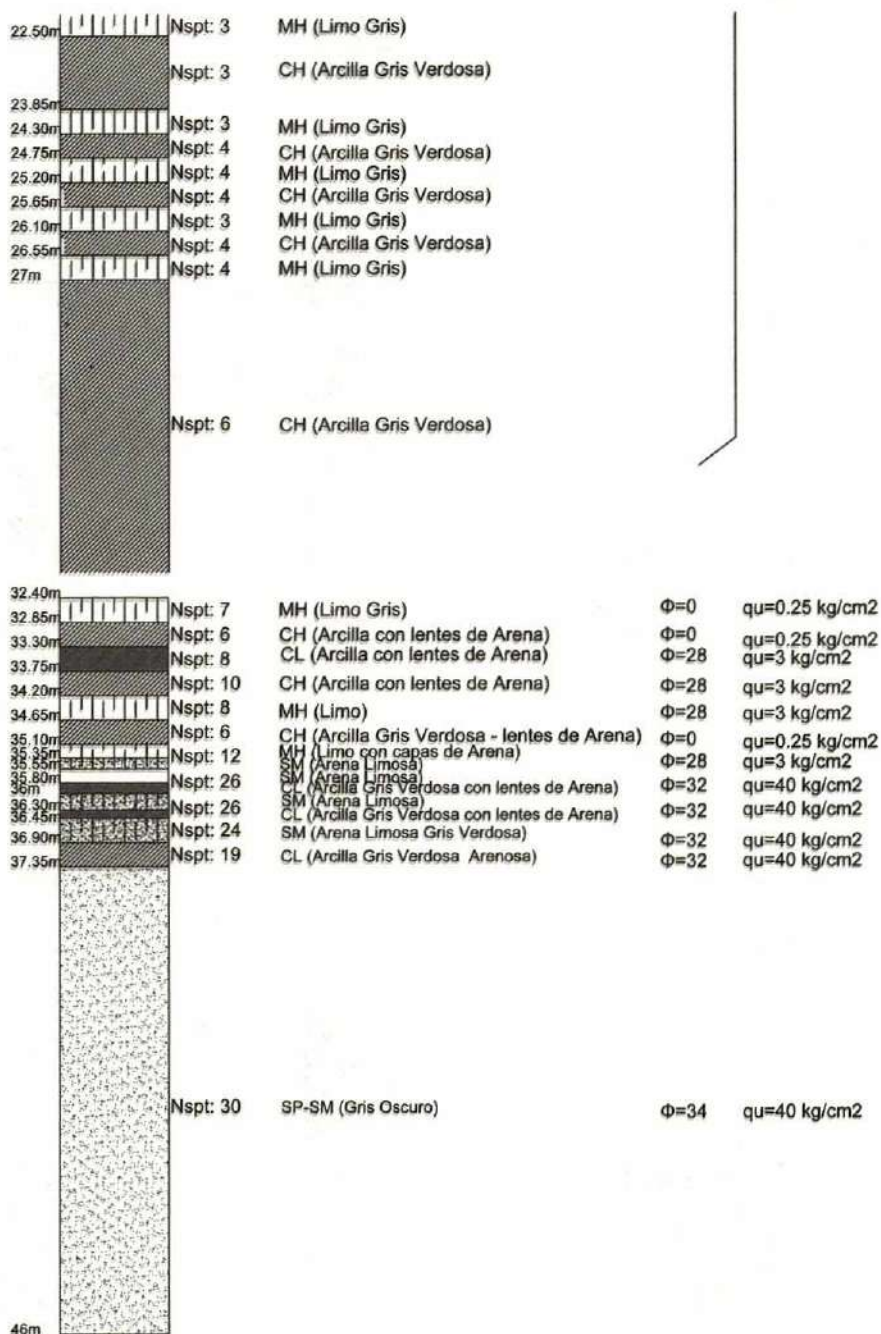
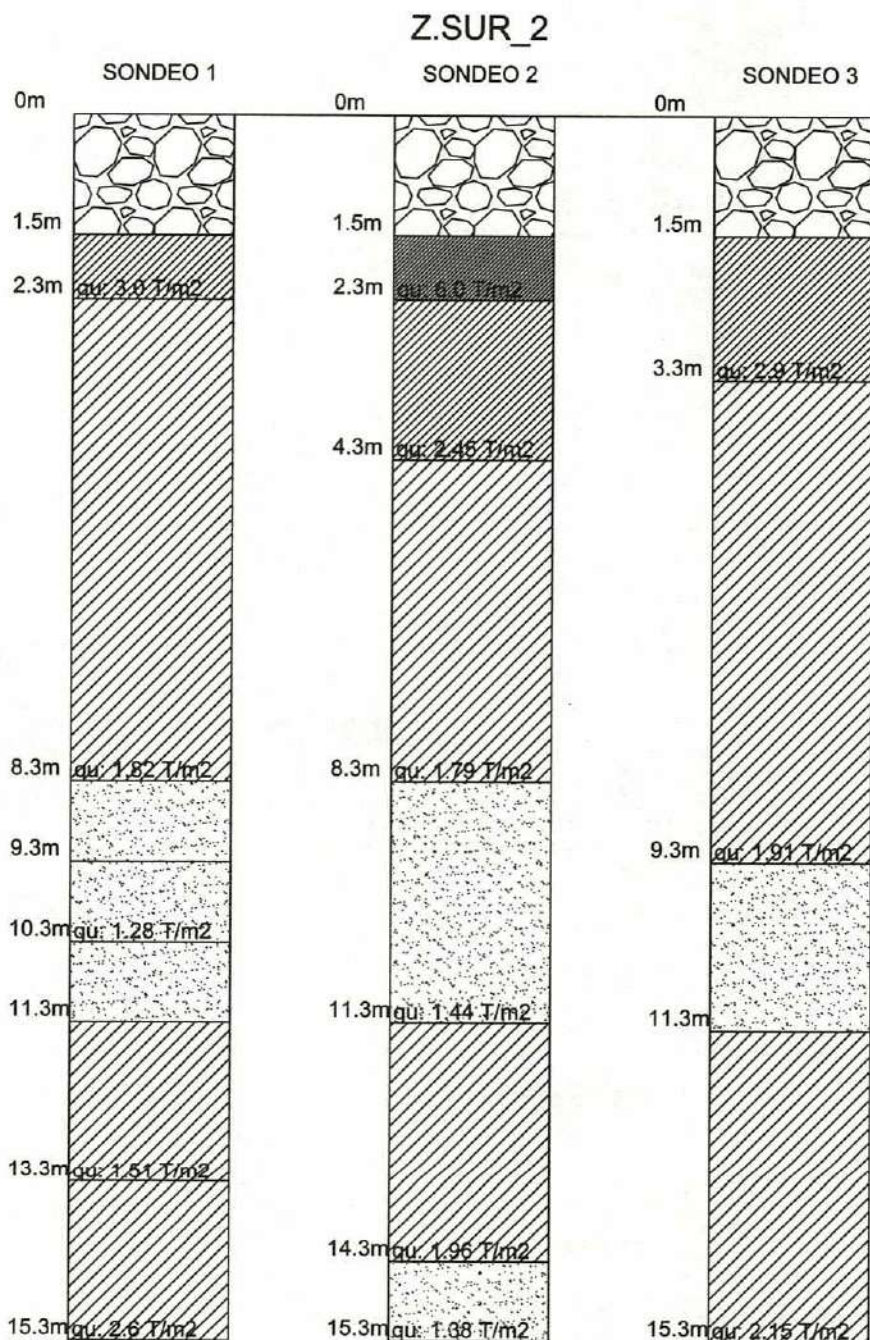


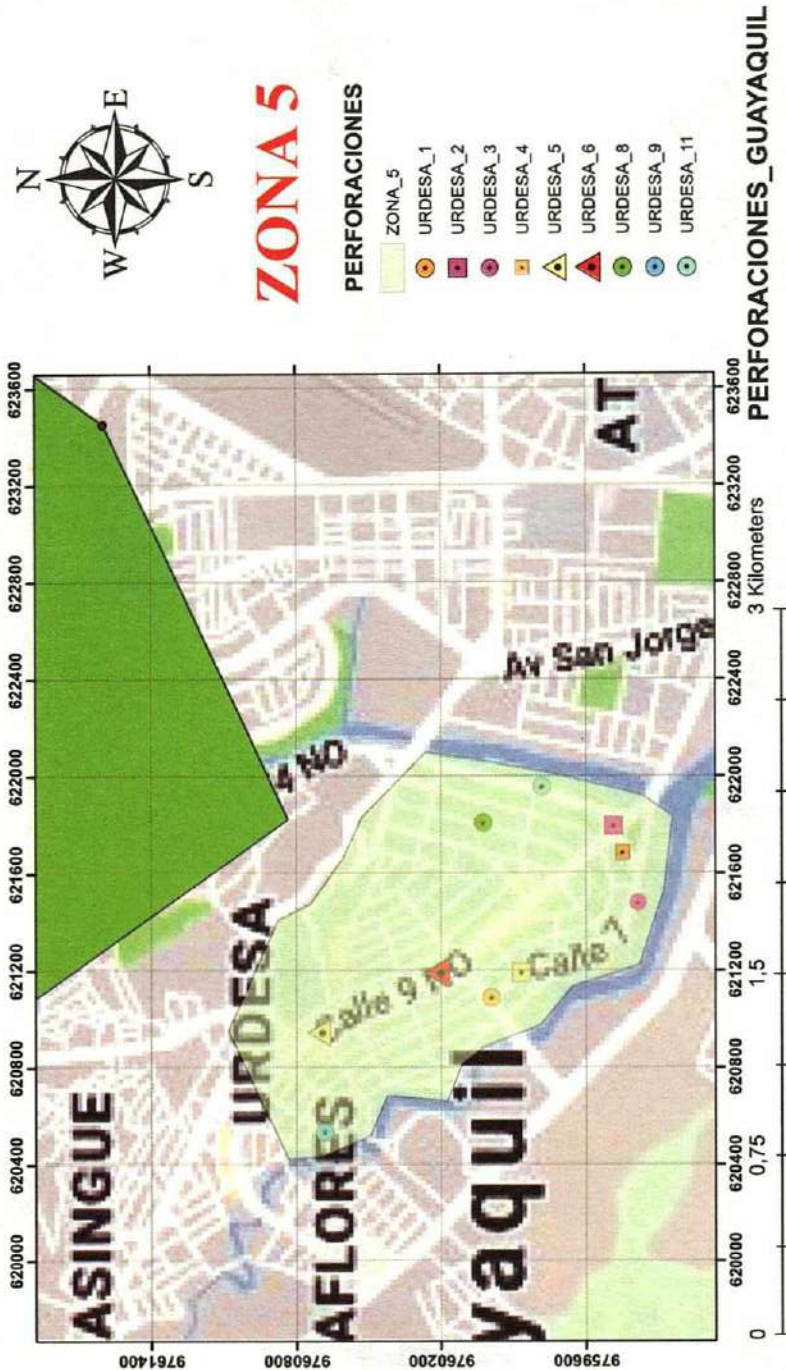
Fig. 38. Sondeo en la calle Tungurahua y Capitán Nájera (Z.SUR - 1)

Fuente: La autora



**Fig. 39.** Sondeo en la calle Los Ríos y Maracaibo (Z.SUR - 2)

**Fuente:** La autora

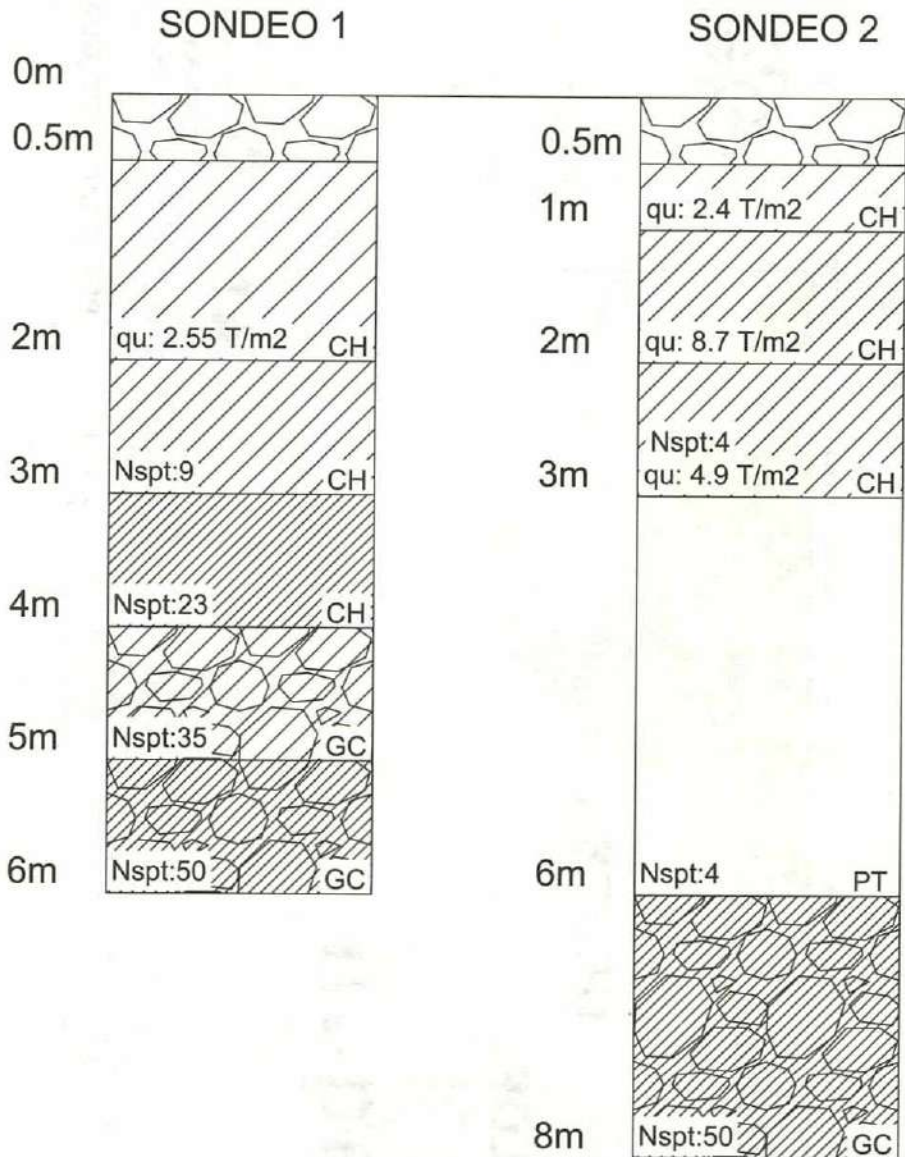


Mapa 6. Zona 5

Fuente: La autora



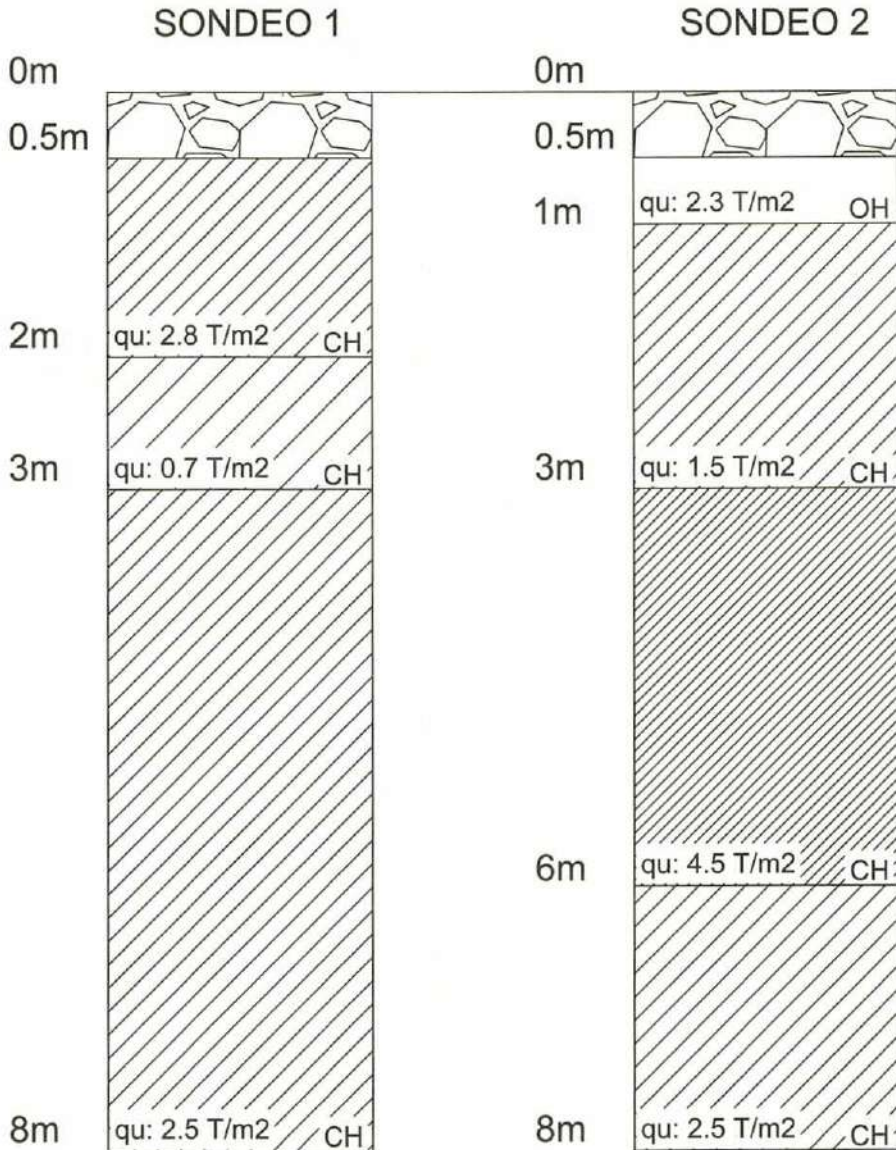
# URDESA\_1



**Fig. 40.** Sondeo URDESA -1 y URDESA - 2

**Fuente:** La autora

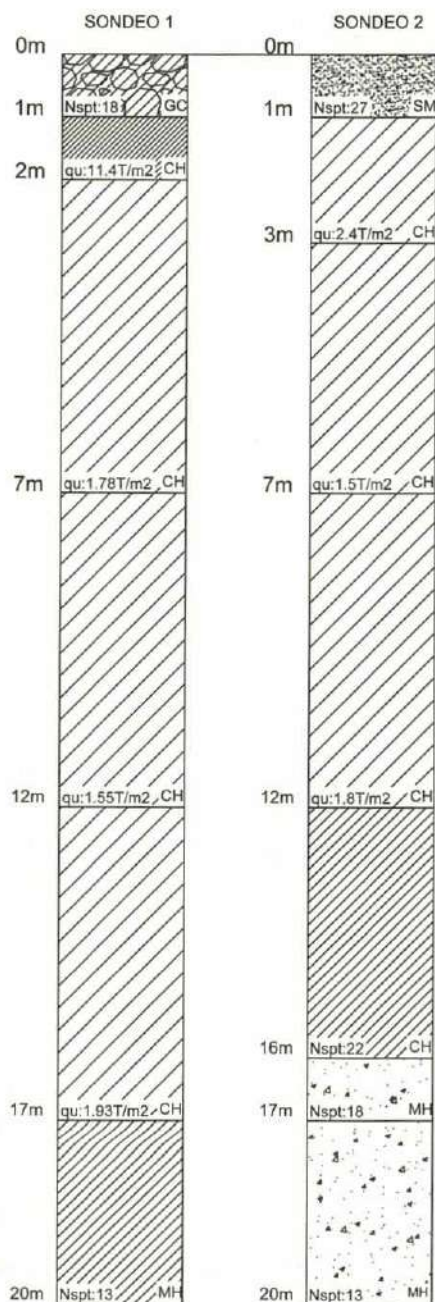
# URDESA\_2



**Fig. 40.** Sondeo URDESA -1 y URDESA - 2

**Fuente:** La autora

### URDESA\_3



**Fig. 41.** Sondeo URDESA - 3

**Fuente:** La autora

# URDESA\_4

## SONDEO 1

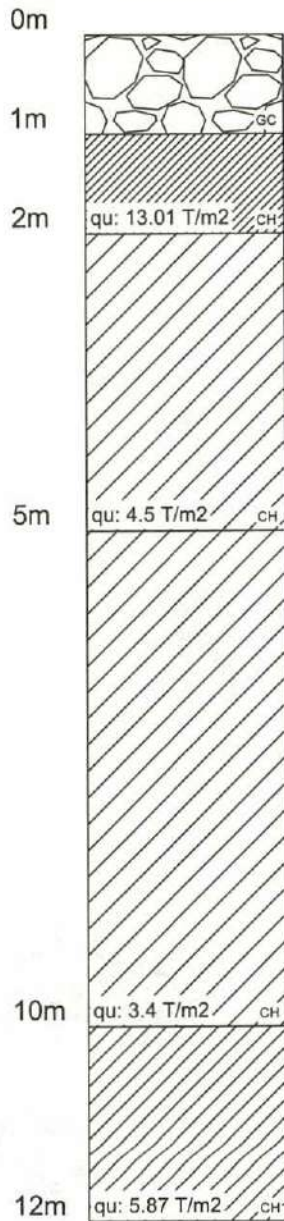
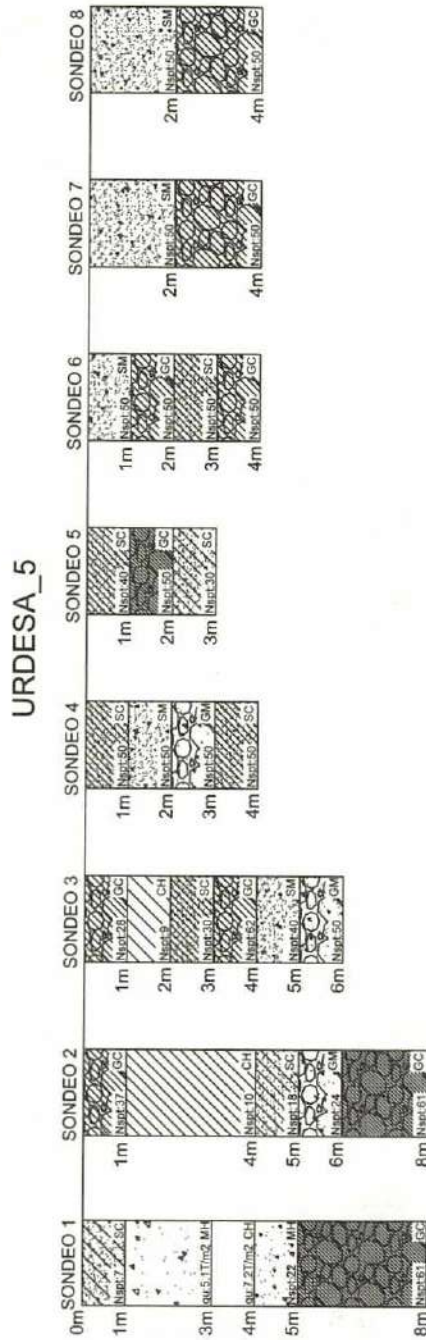


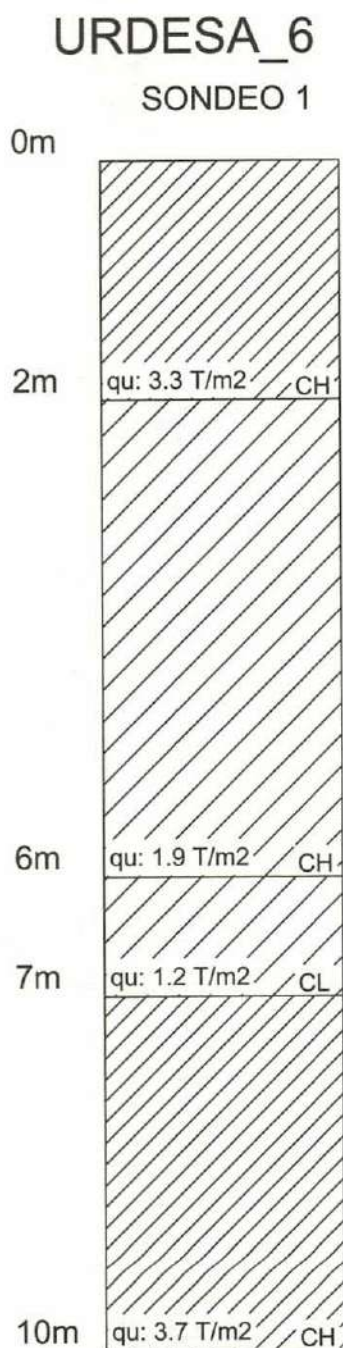
Fig. 42. Sondeo URDESA - 4

Fuente: La autora



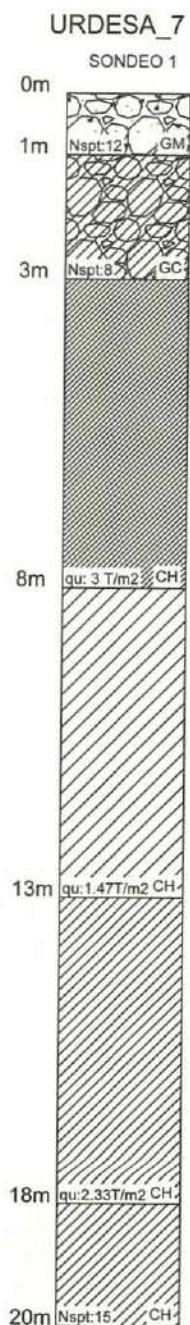
**Fig. 43.** Sondeo URDESA - 5

**Fuente:** La autora



**Fig. 44.** Sondeo URDESA - 6

**Fuente:** La autora



**Fig. 45.** Sondeo URDESA - 7

**Fuente:** La autora

## URDESA\_8



Fig. 46. Sondeo URDESA - 8 y URDESA - 9

Fuente: La autora



# URDESA\_9

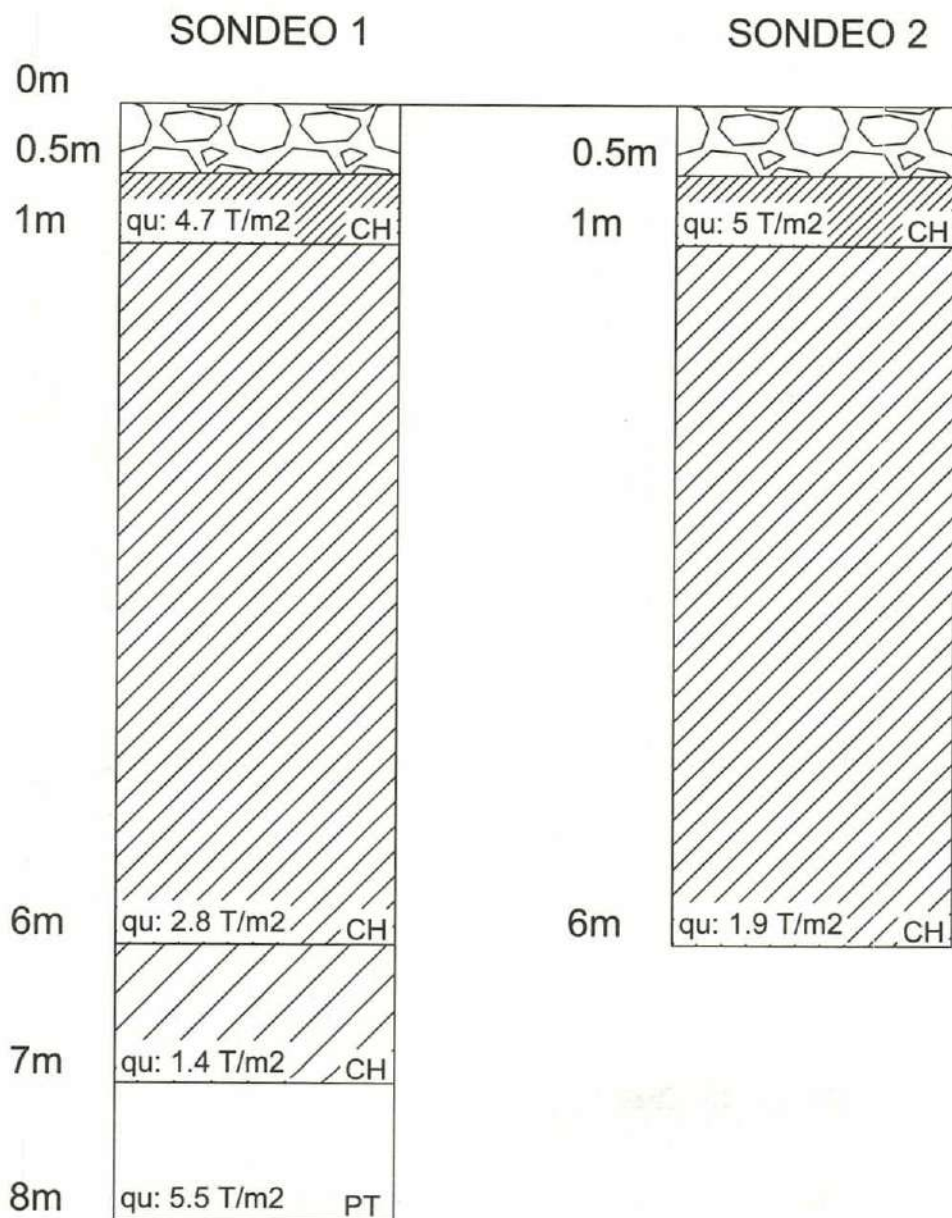


Fig. 46. Sondeo URDESA - 8 y URDESA - 9

Fuente: La autora

# URDESA\_11

## SONDEO 1

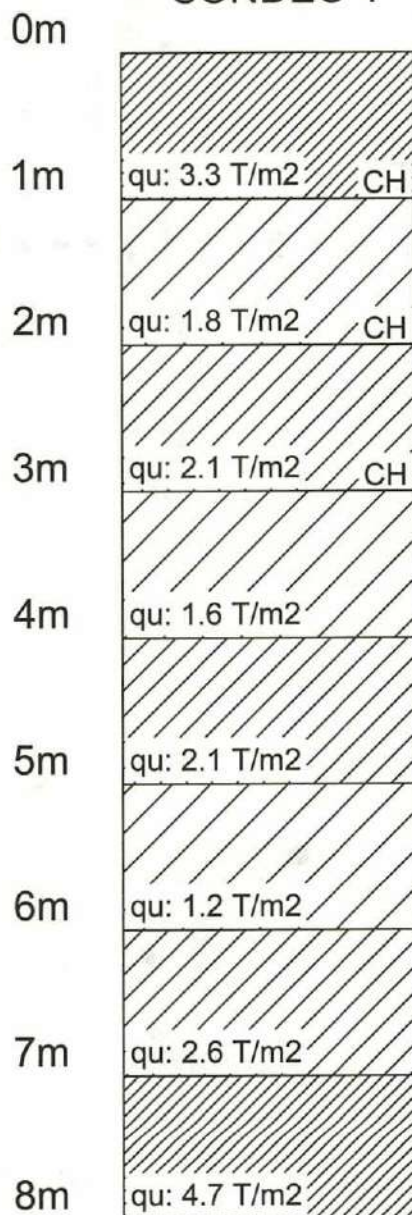
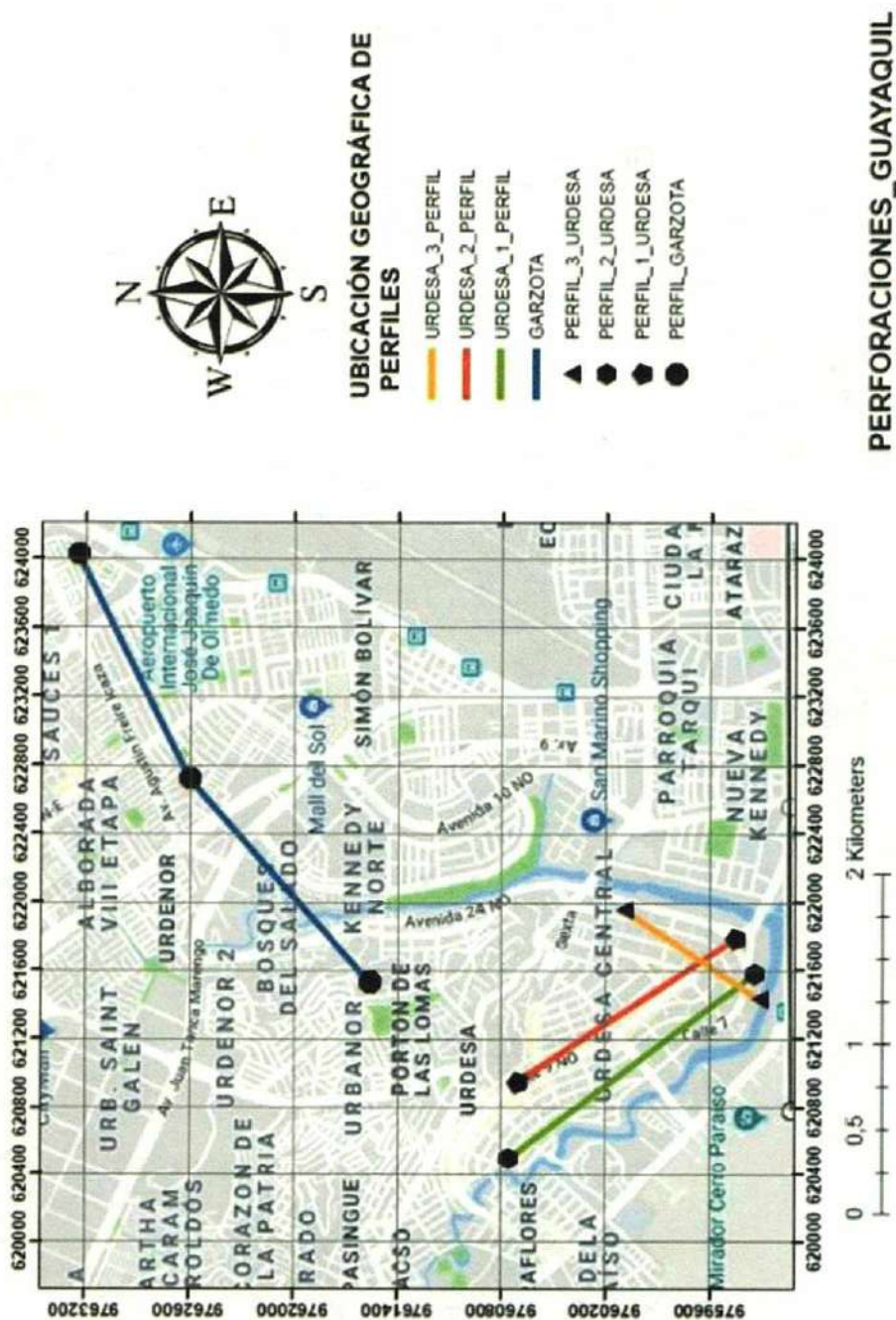


Fig. 47. Sondeo URDESA - 11

Fuente: La autora



Mapa 7. Ubicación Geográfica de Perfiles en el Sector de Urdesa y Garzota

Fuente: La autora

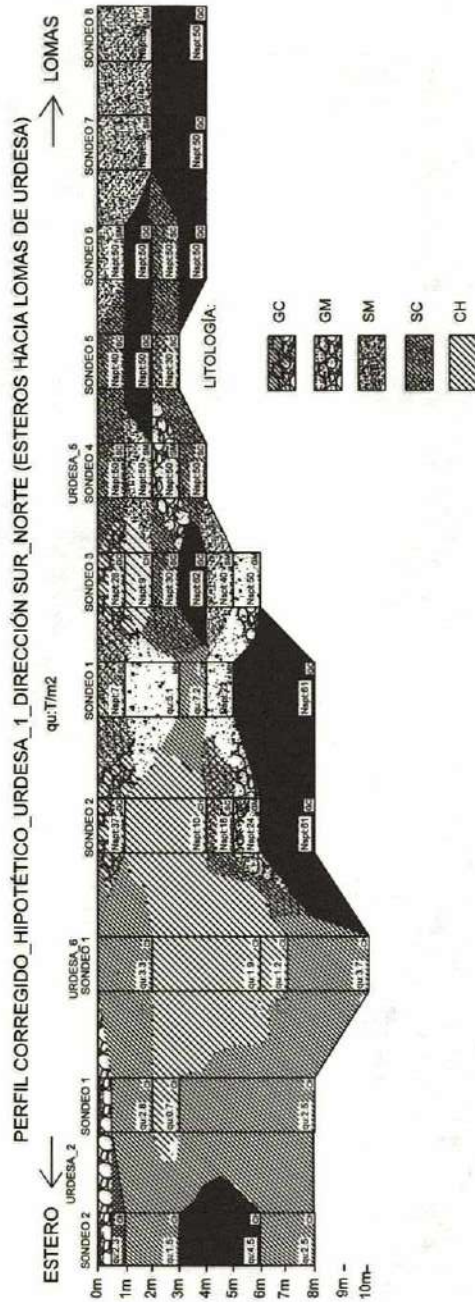


Fig. 48. Perfil Hipotético 1 - Urdesa

Fuente: La autora

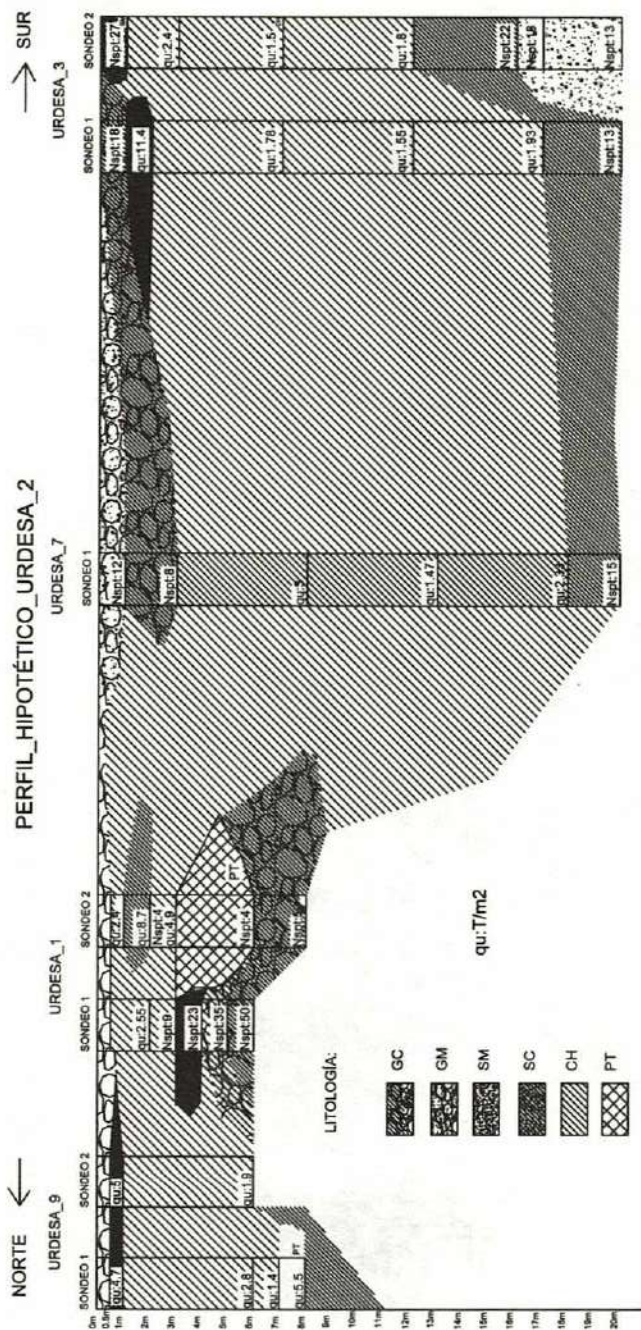
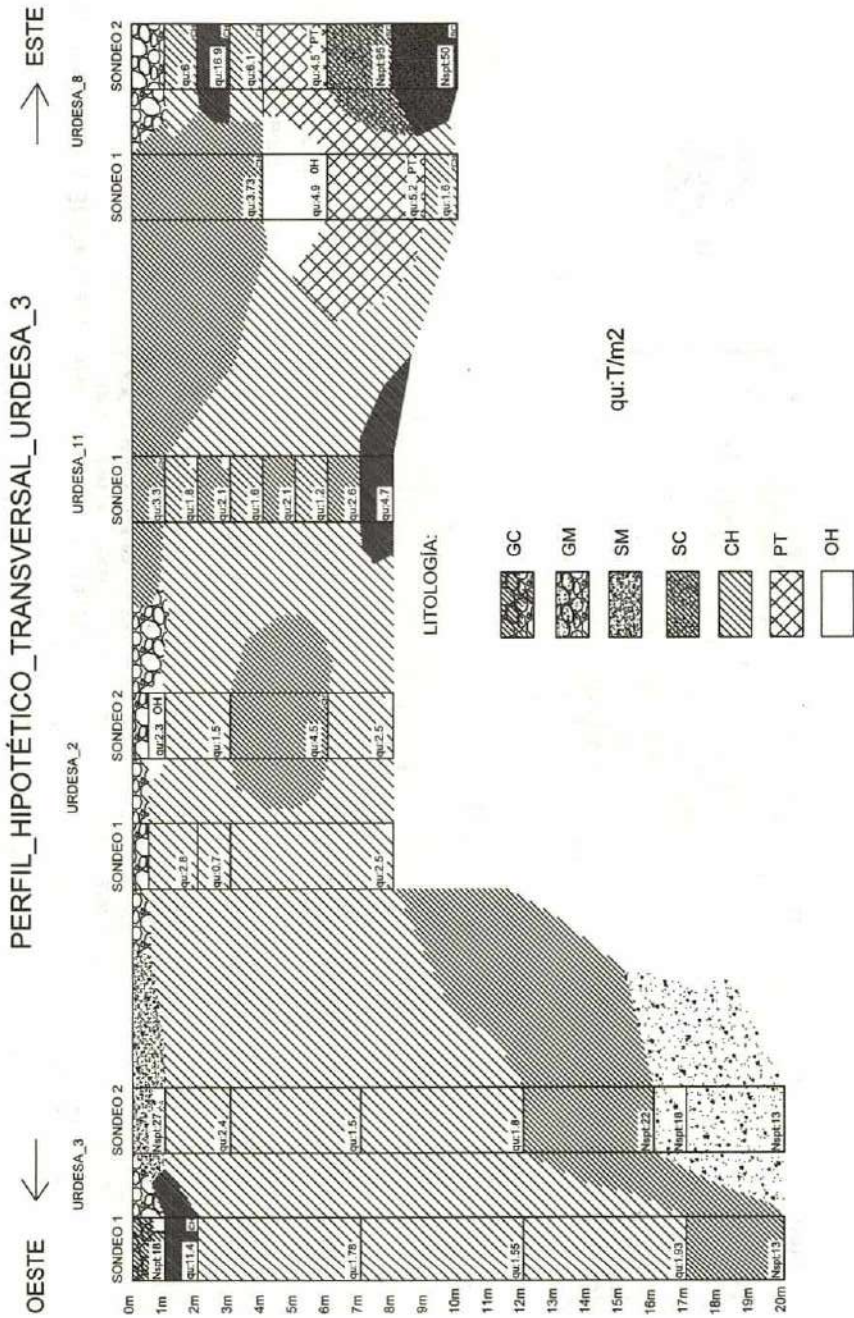


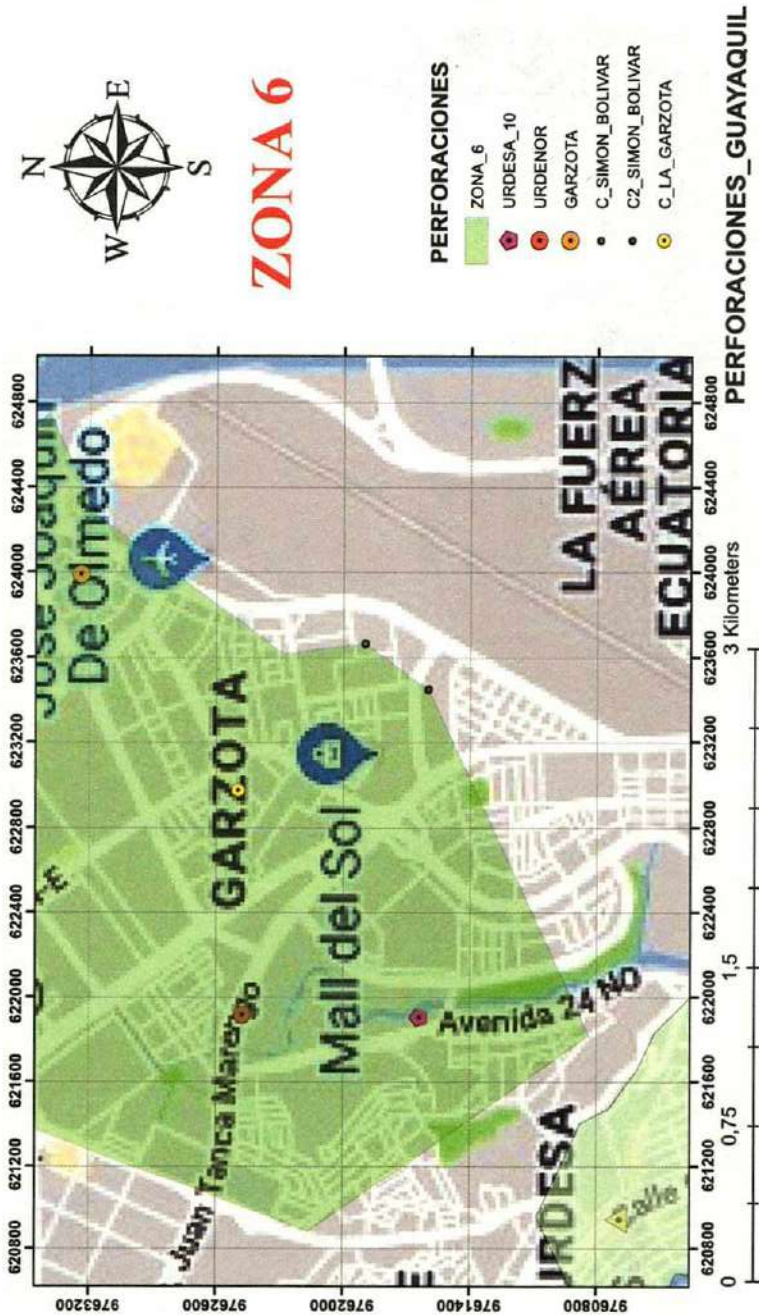
Fig. 49. Perfil Hipotético 2 - Urdesa

Fuente: La autora



**Fig. 50.** Perfil Hipotético 3 - Urdesa

**Fuente:** La autora



**Mapa 8. Zona 6**  
**Fuente: La autora**

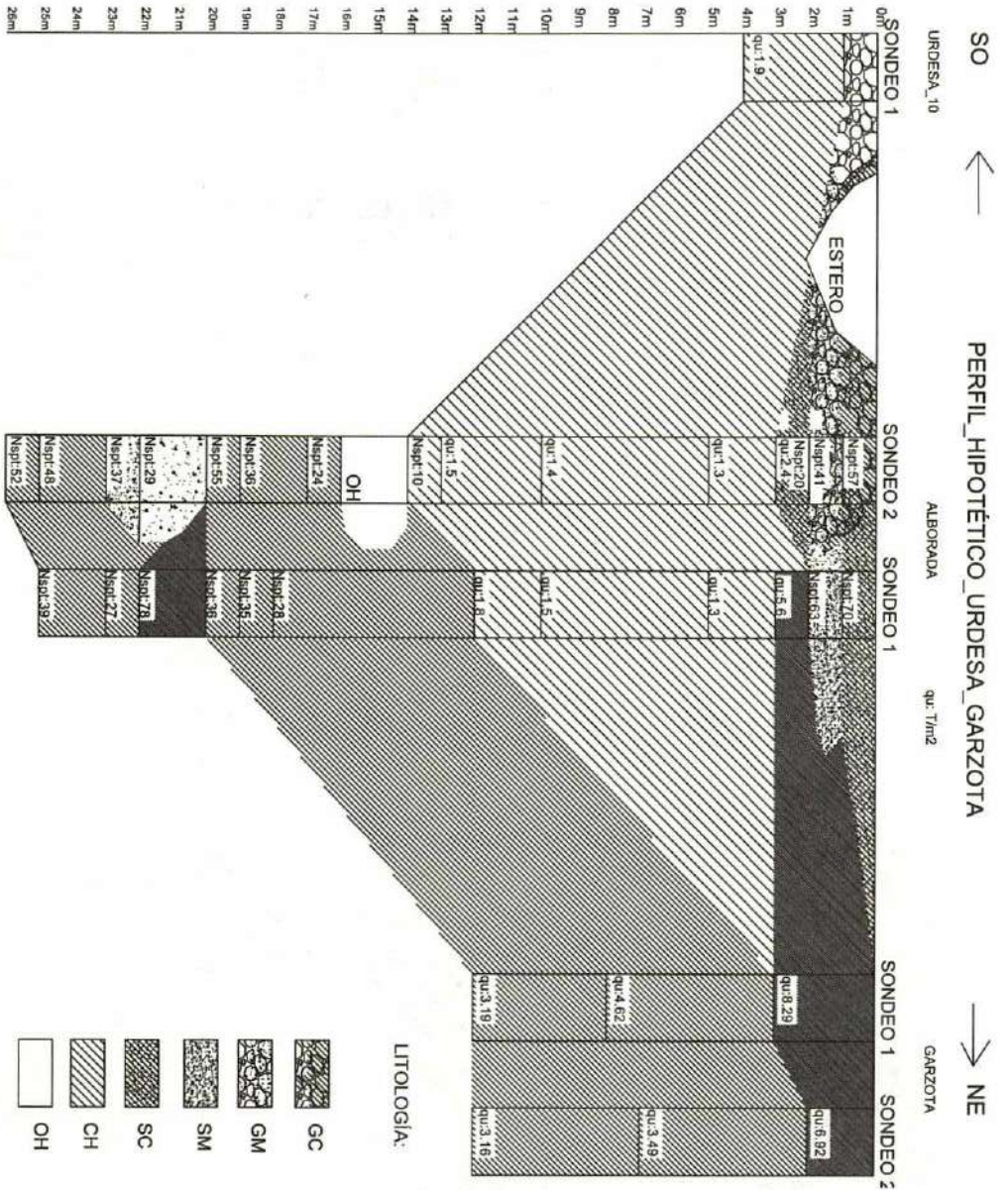


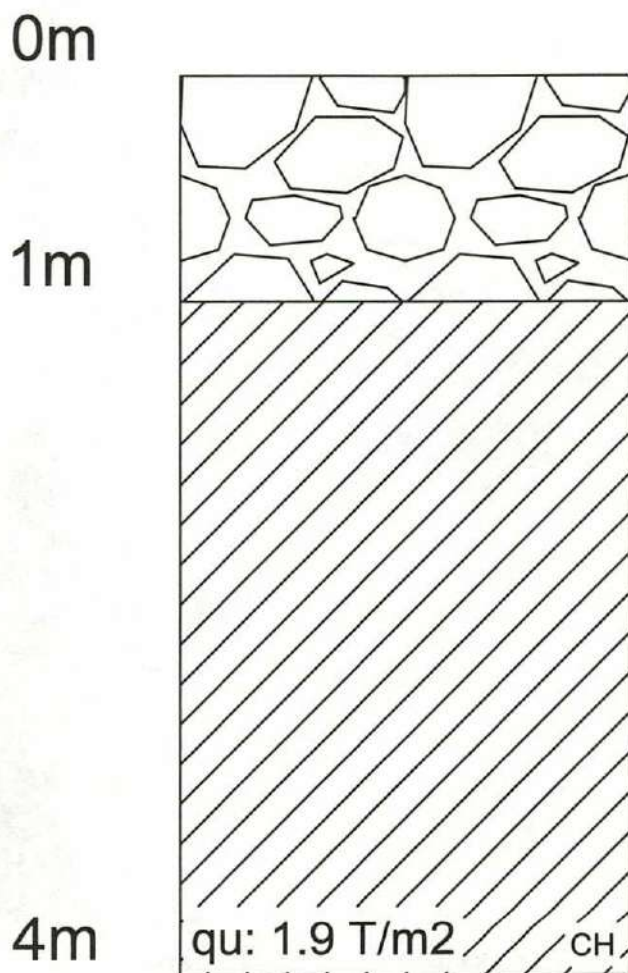
Fig. 51. Perfil Hipotético 3 - Urdesa

Fuente: La autora



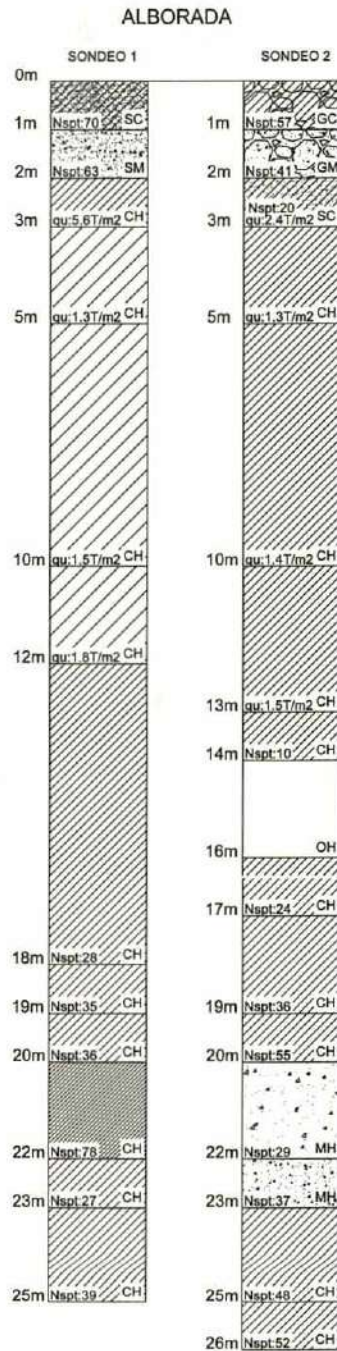
# URDESA\_10

## SONDEO 1



**Fig. 52.** Sondeo URDESA - 10

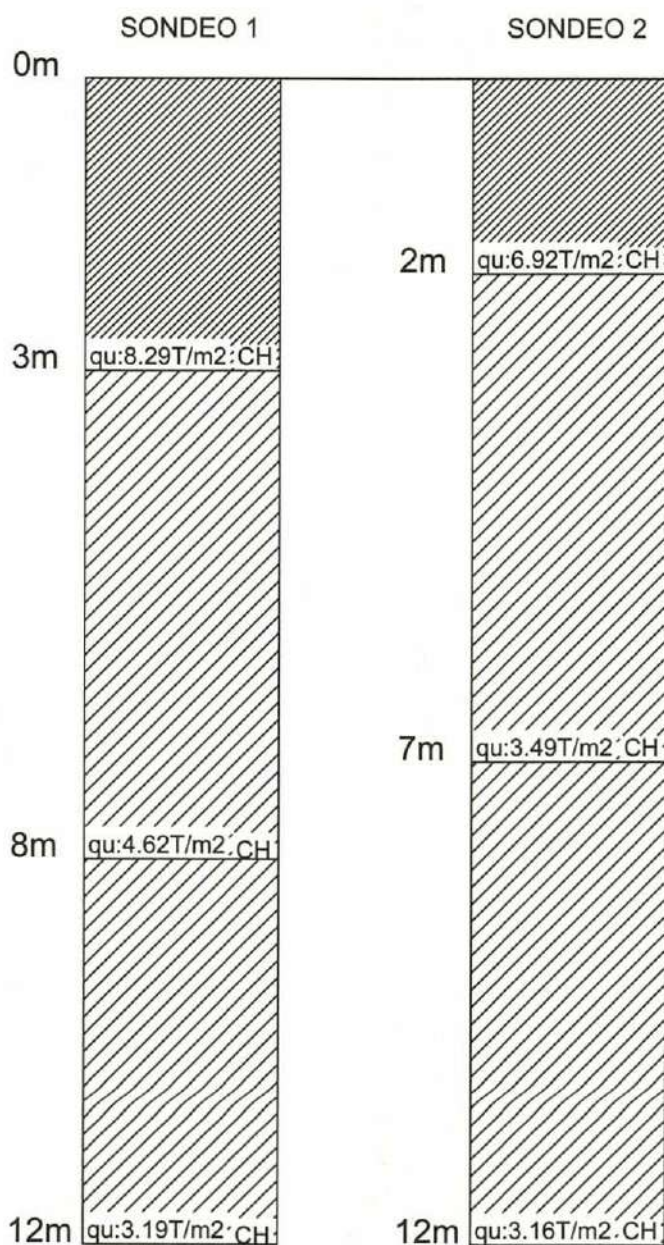
**Fuente:** La autora



**Fig. 53.** Sondeo ALBORADA

**Fuente:** La autora

## GARZOTA



**Fig. 54.** Sondeo GARZOTA

**Fuente:** La autora

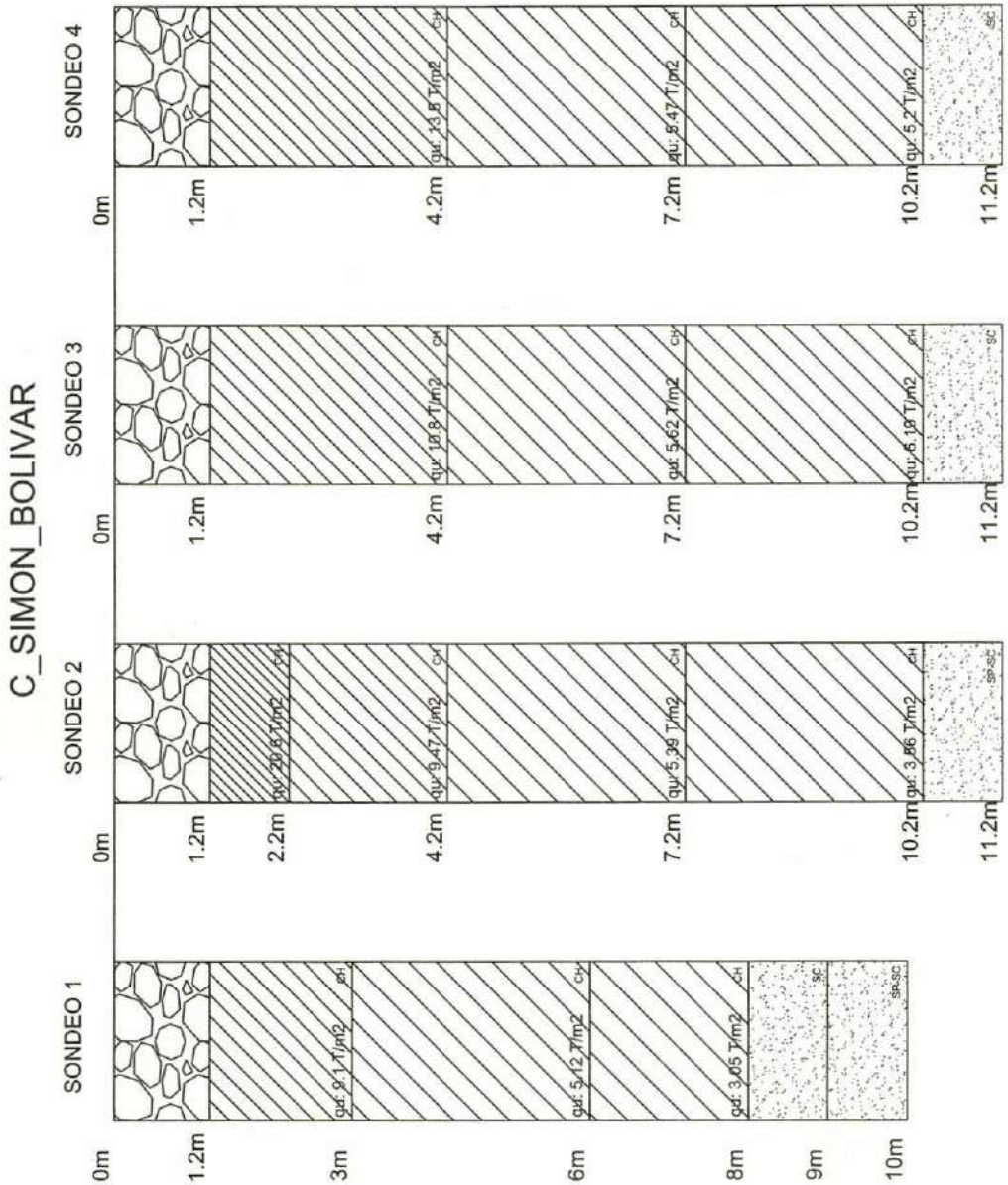
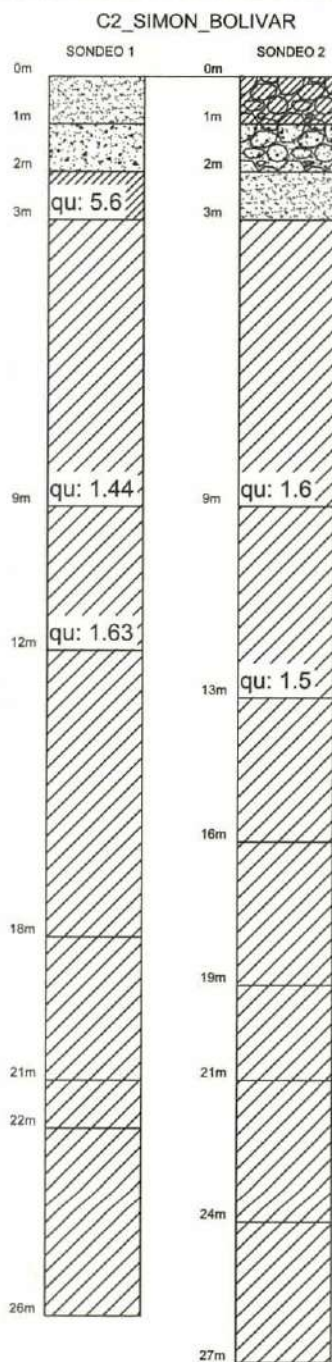


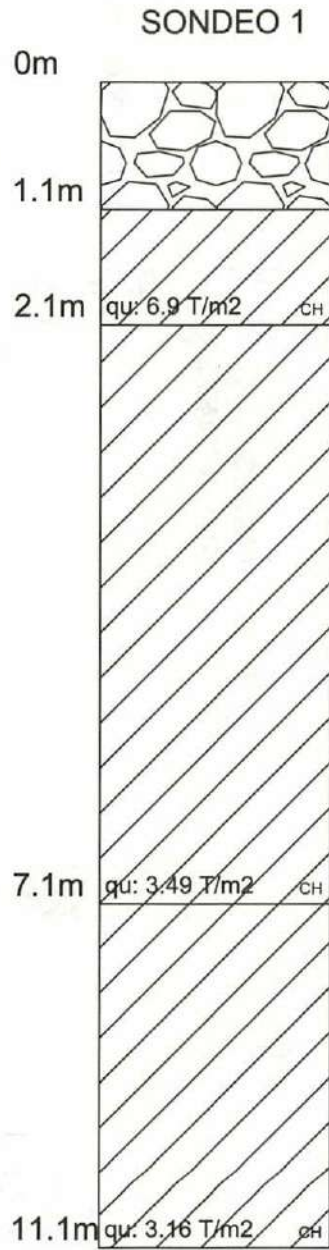
Fig. 55. Sondeo C - SIMÓN BOLÍVAR

Fuente: La autora



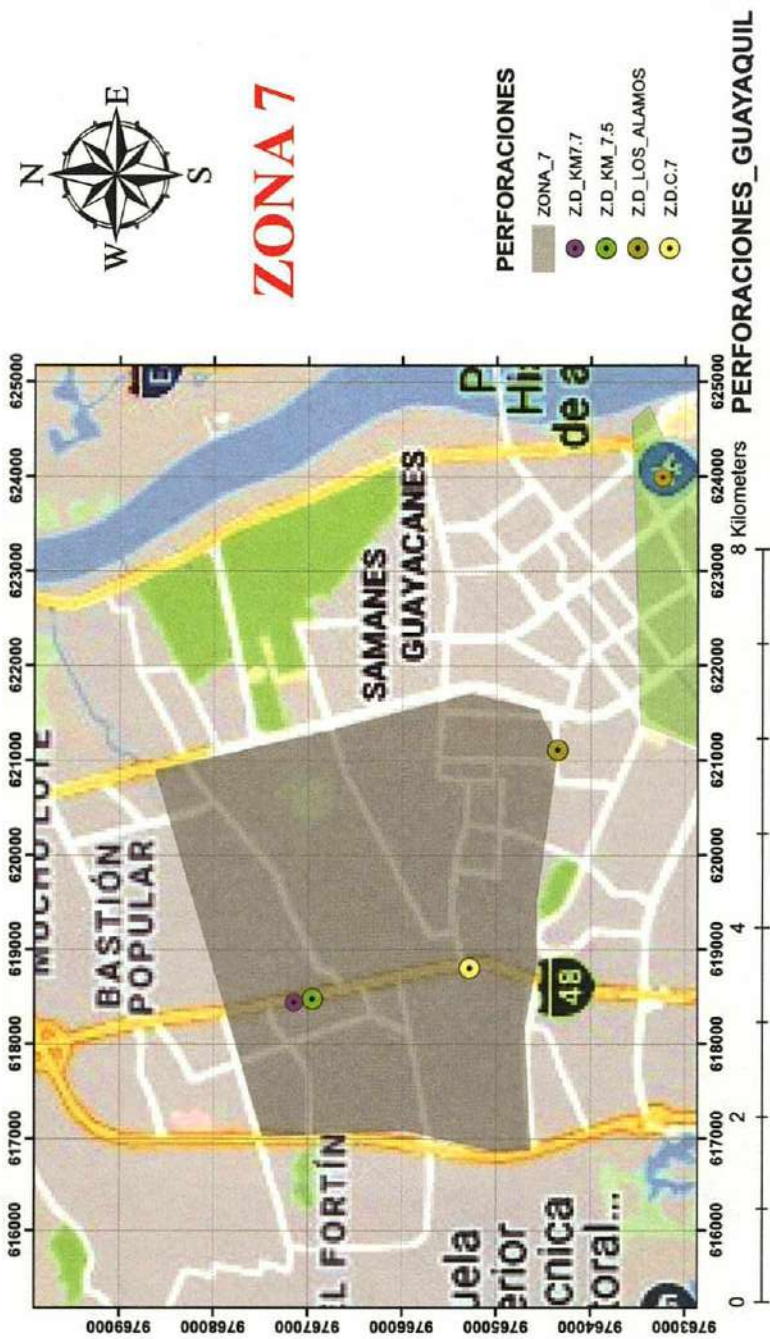
**Fig. 56.** Sondeo C2 - SIMÓN BOLÍVAR  
**Fuente:** La autora

## Ciudadela La Garzota



**Fig. 57.** Sondeo C. LA GARZOTA

**Fuente:** La autora



# ZONA 7

Mapa 9. Zona 7  
Fuente: La autora

Z.D\_KM7.7

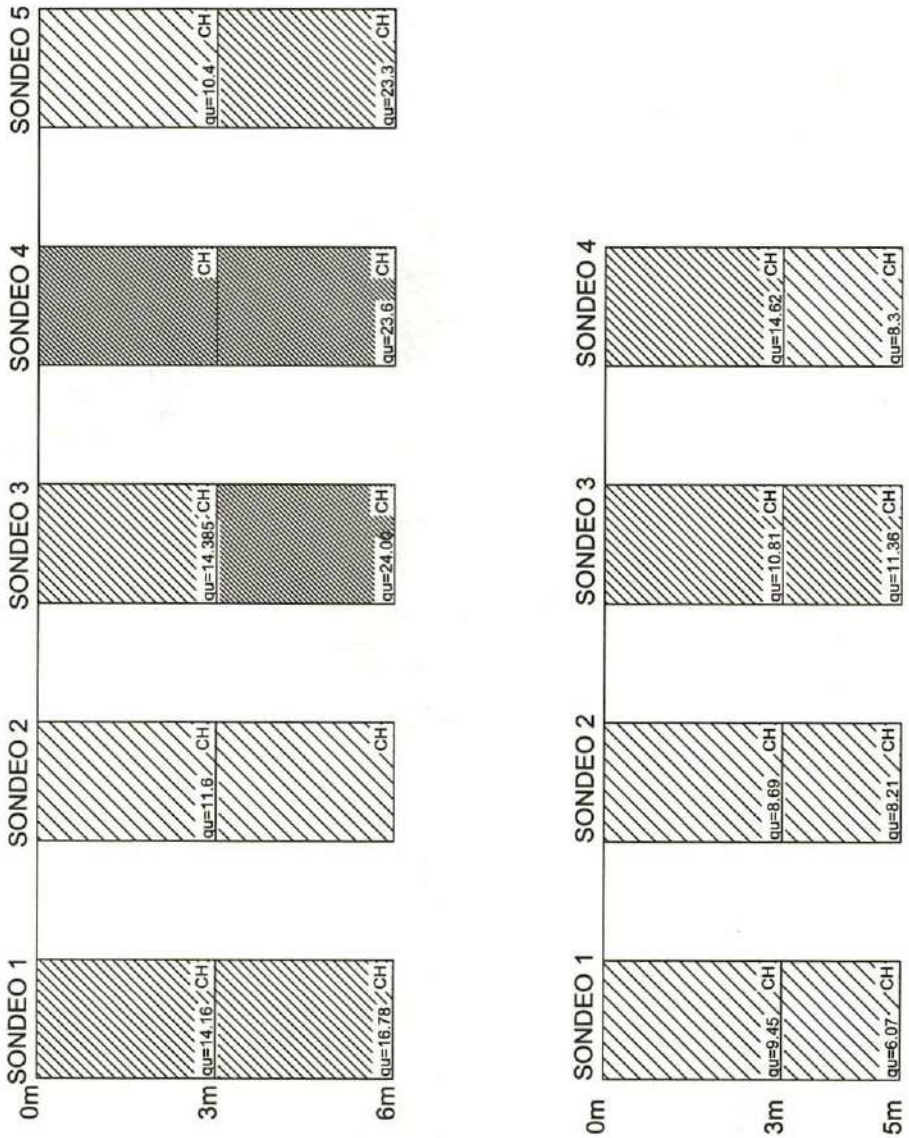
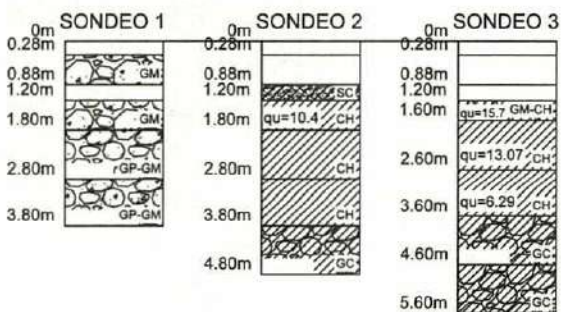
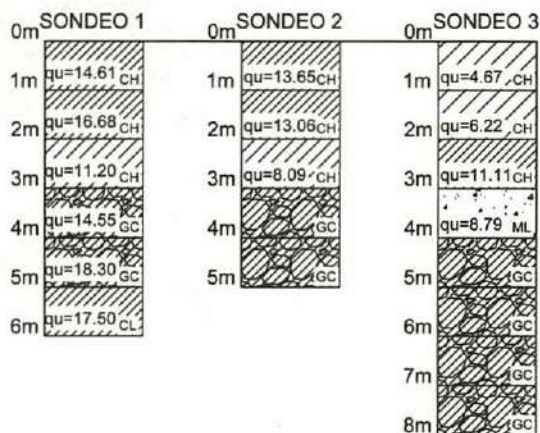
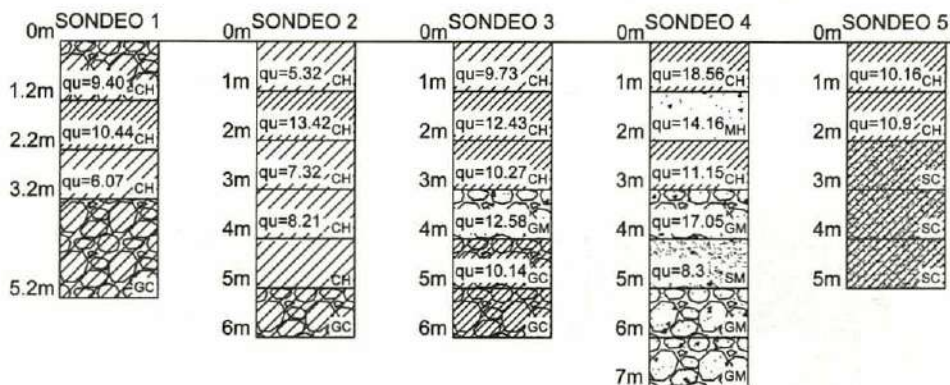


Fig. 58. Sondeo KM 7.7

Fuente: La autora



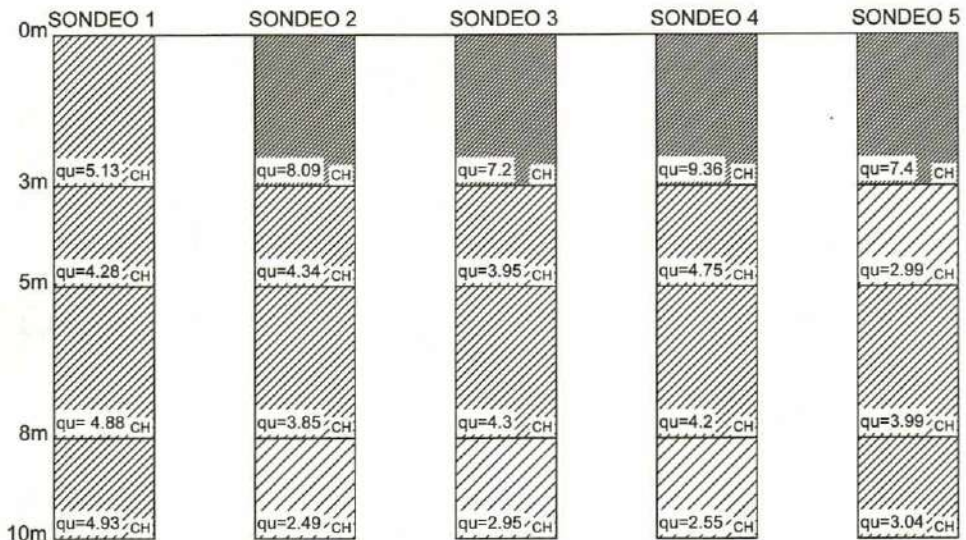
## 2.Z.D\_KM7.7



**Fig. 59.** Sondeo 2\_KM 7.7

**Fuente:** La autora

Km 7.5 Via a Daule.



Km 7.5 Via a Daule (2)

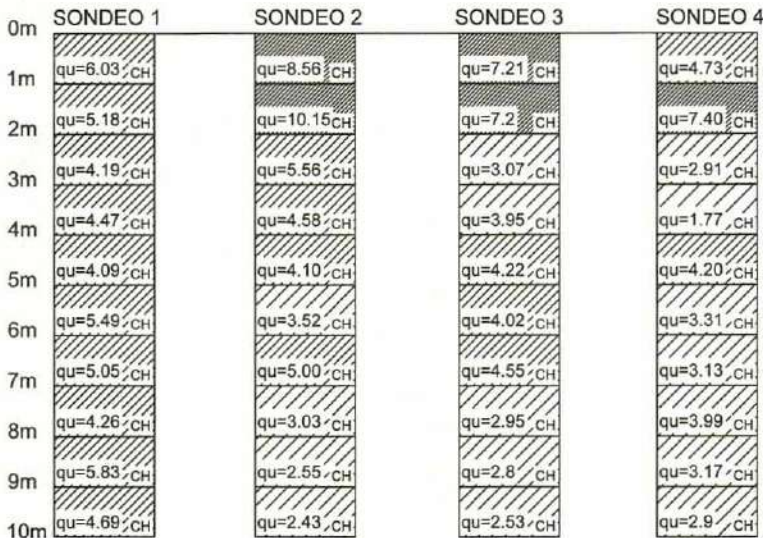
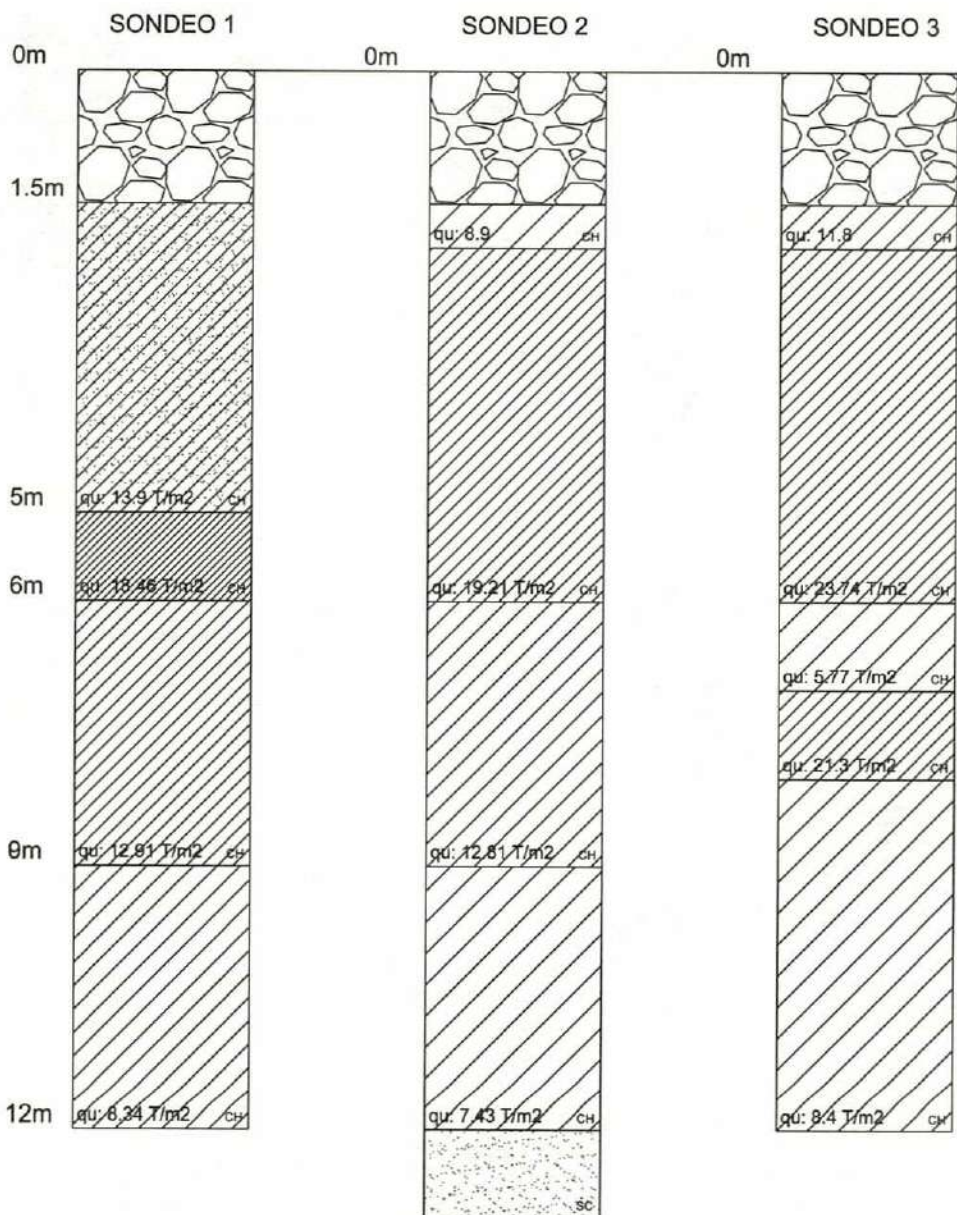


Fig. 60. Sondeo KM 7.5

Fuente: La autora

### Z.D\_ LOS ALAMOS



**Fig. 61.** Sondeo ALAMOS

**Fuente:** La autora

Km 8.5 Vía a Daule

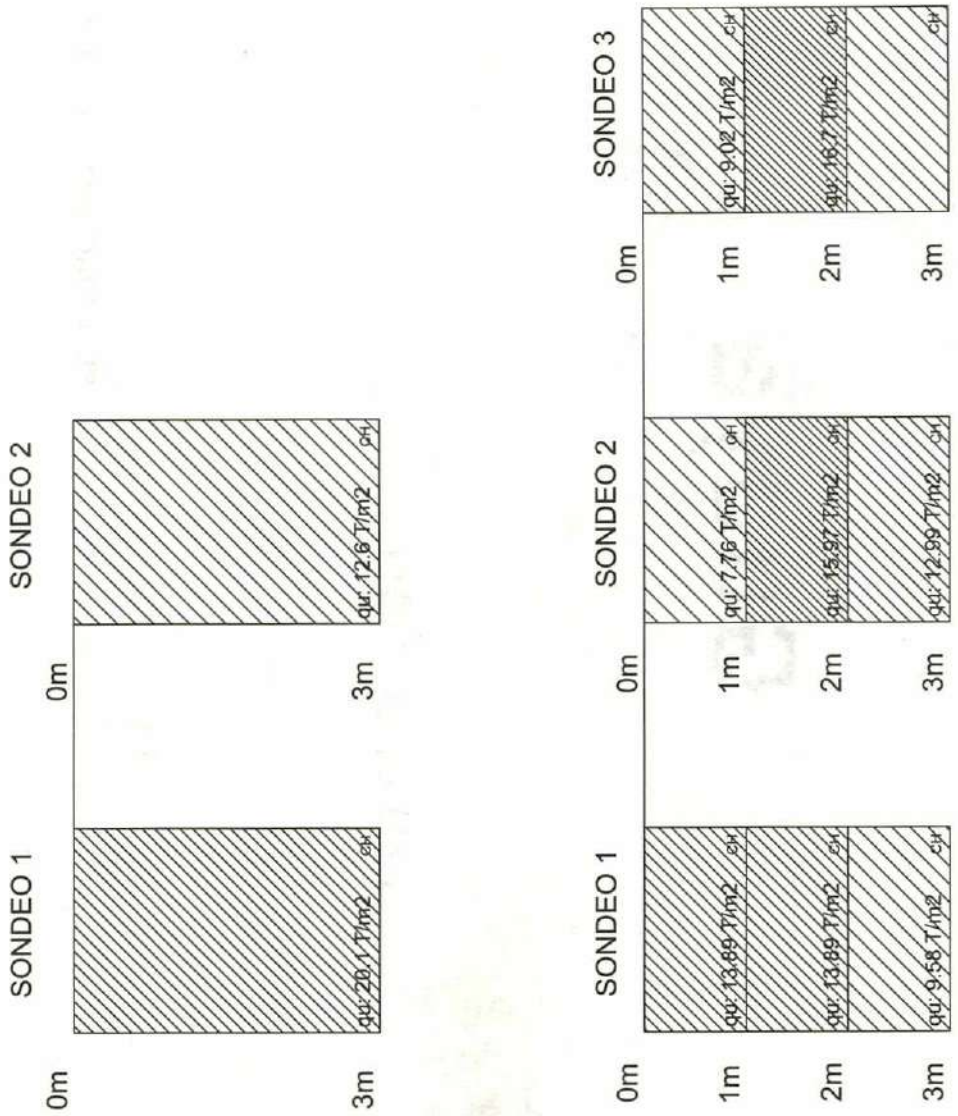
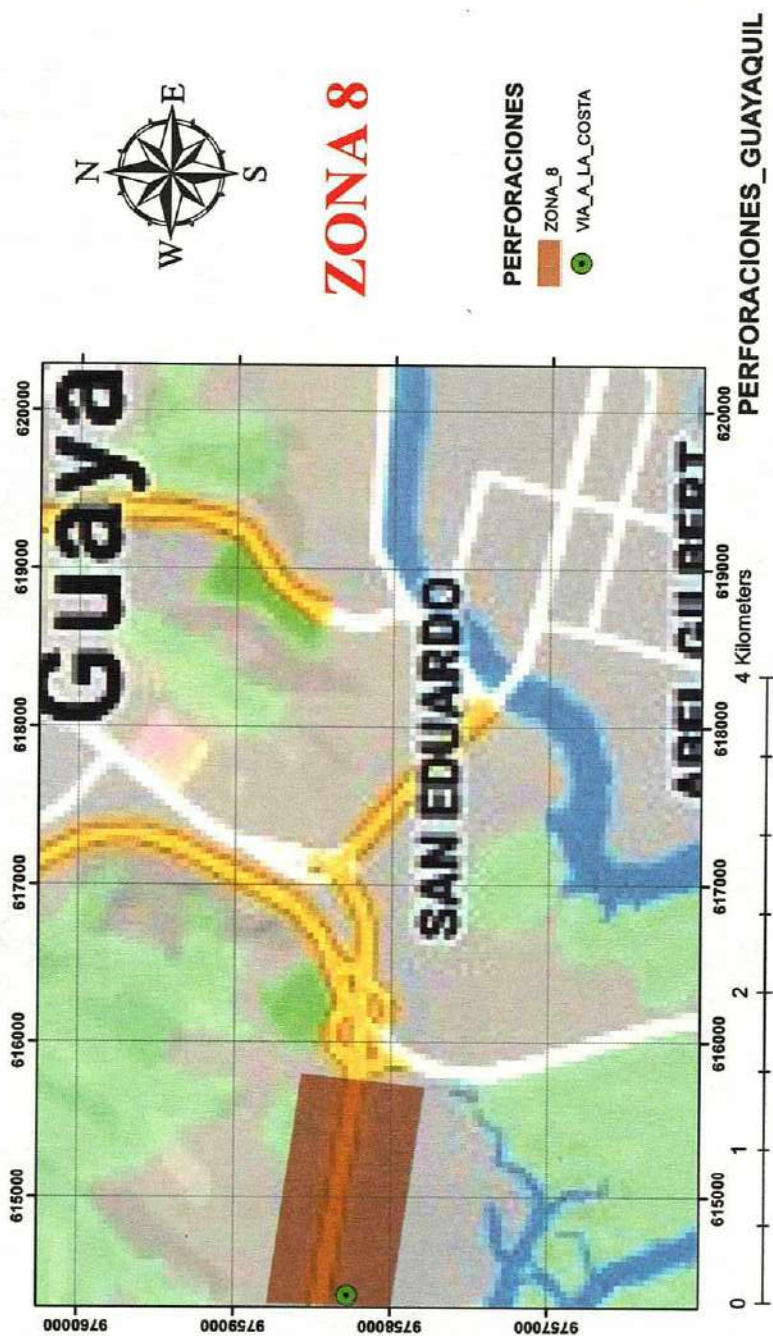


Fig. 62. Sondeo Vía a Daule Km 8.5

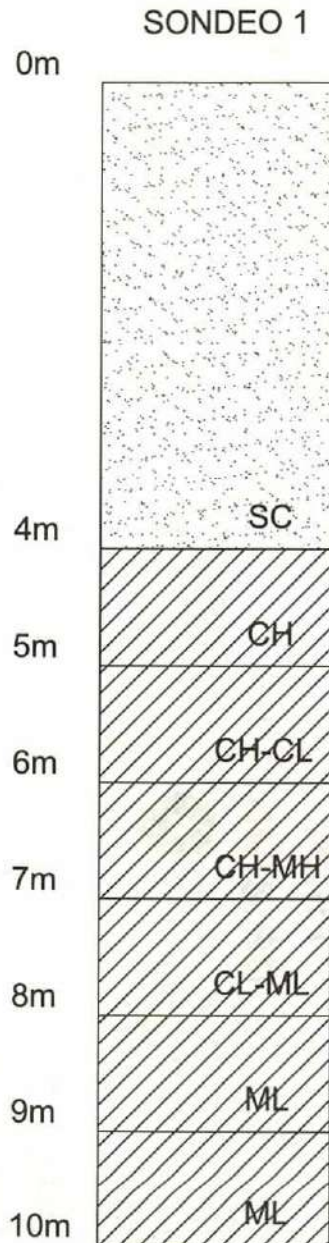
Fuente: La autora



Mapa 10. Zona 8

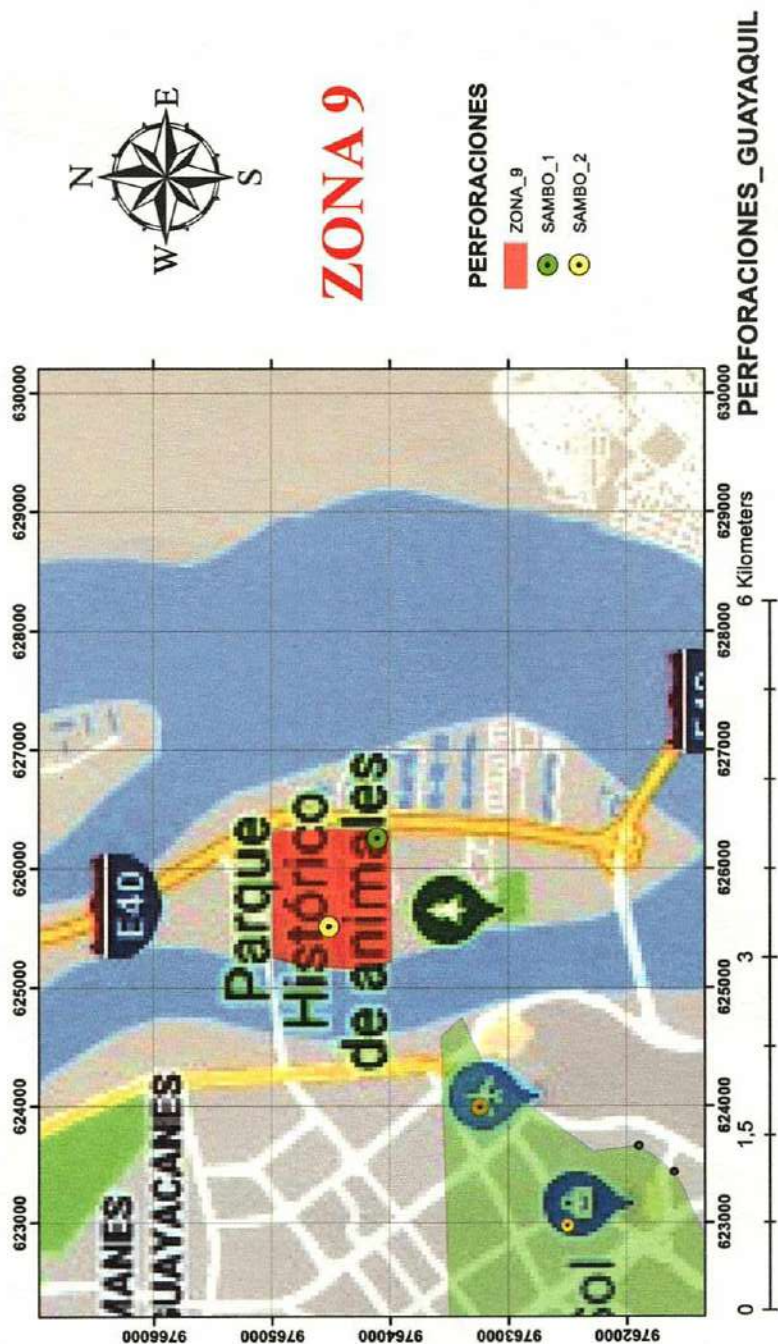
Fuente: La autora

## Ampliación Vía a la Costa



**Fig. 63.** Ampliación Vía a la Costa

**Fuente:** La autora



Mapa 11. Zona 9

Fuente: La autora

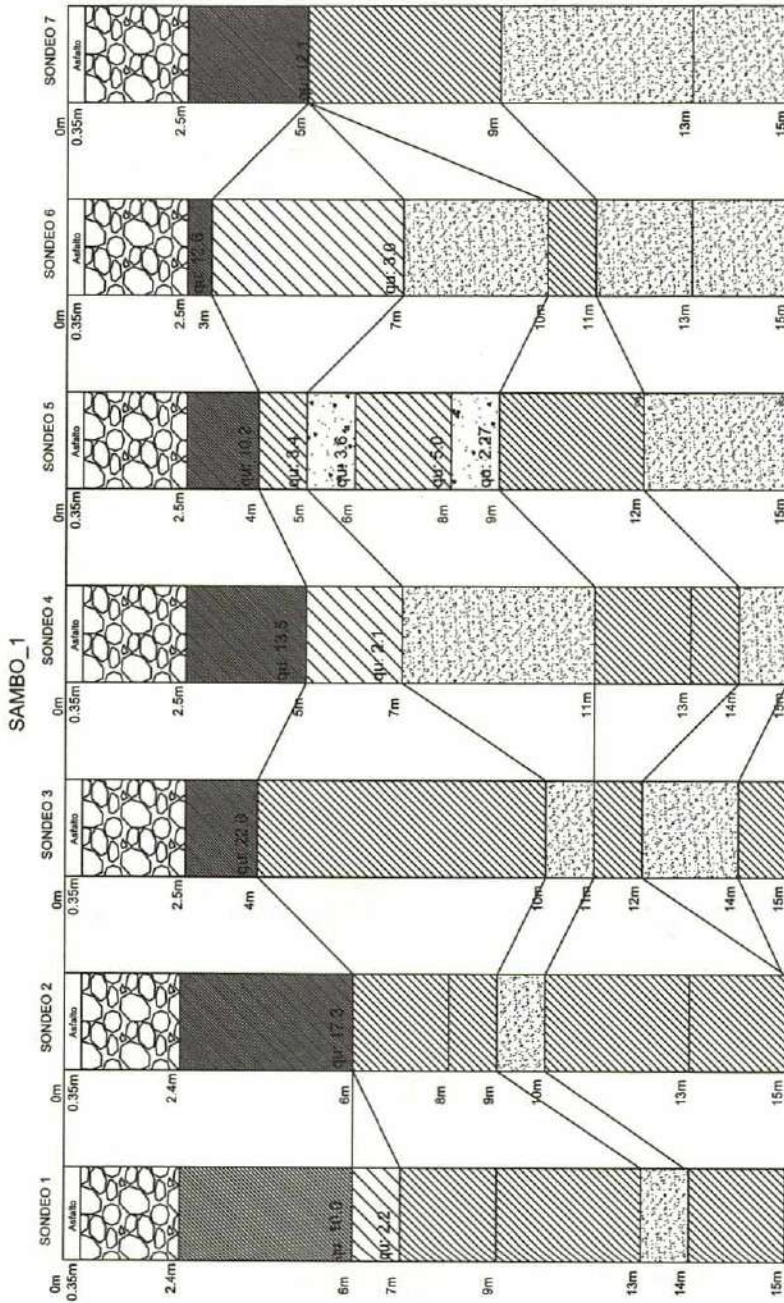
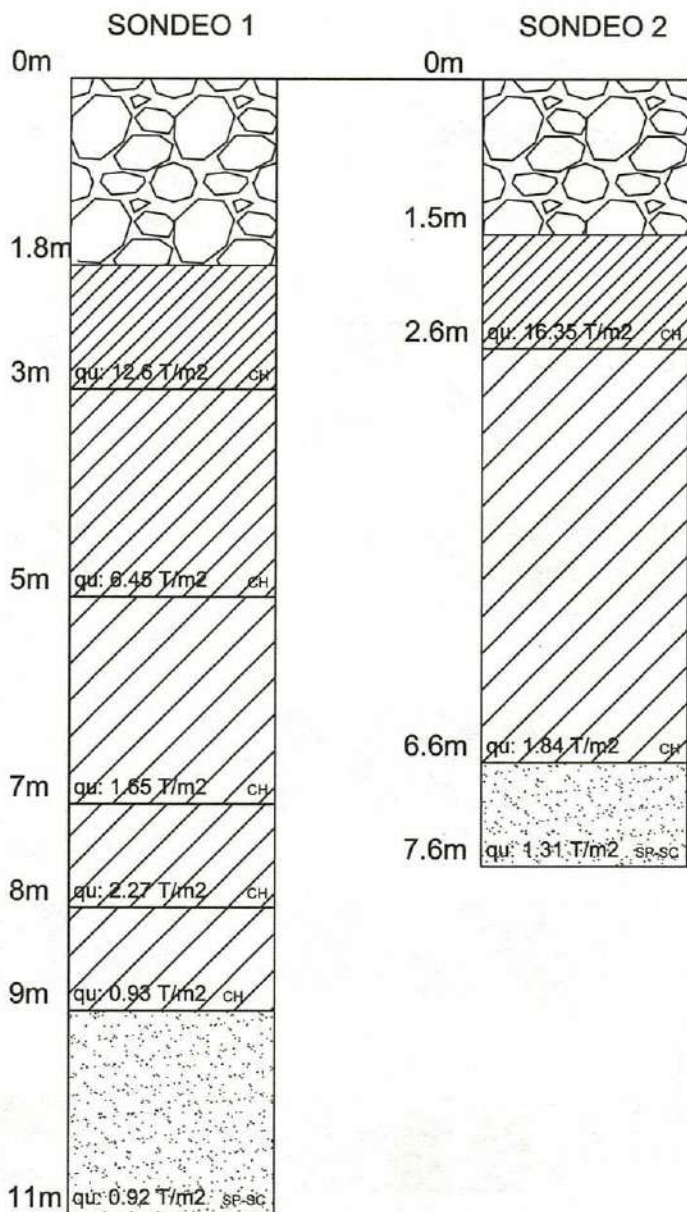


Fig. 64. Sondeos SAMBO -1

Fuente: La autora

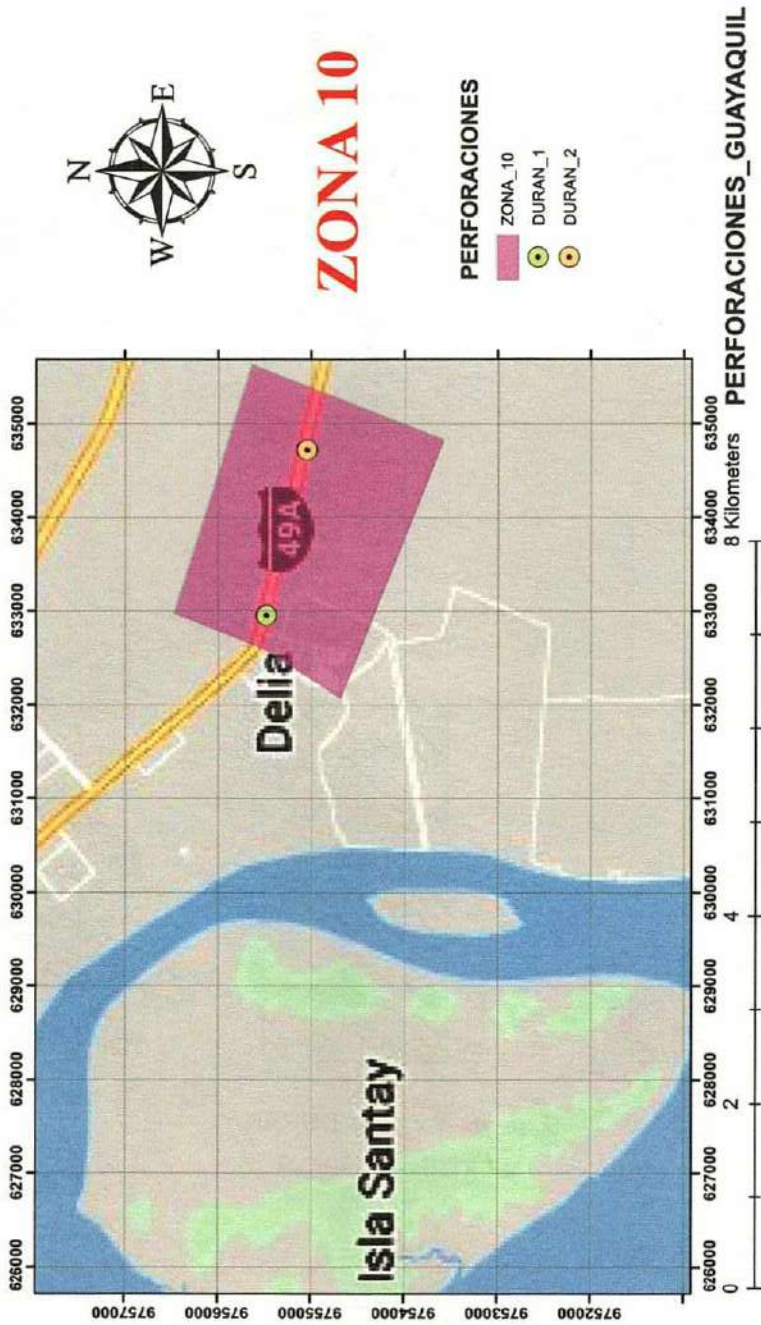


# SAMBO\_2



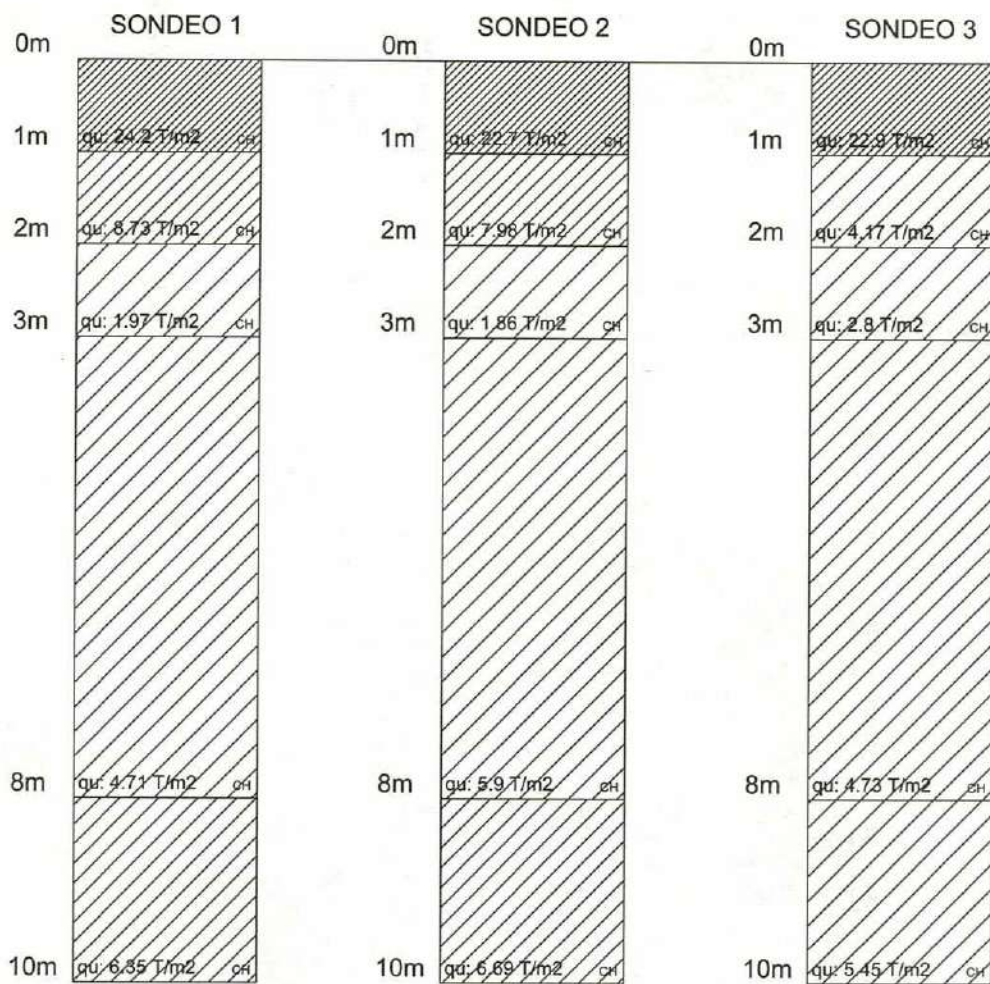
**Fig. 65.** Sondeos SAMBO - 2

**Fuente:** La autora



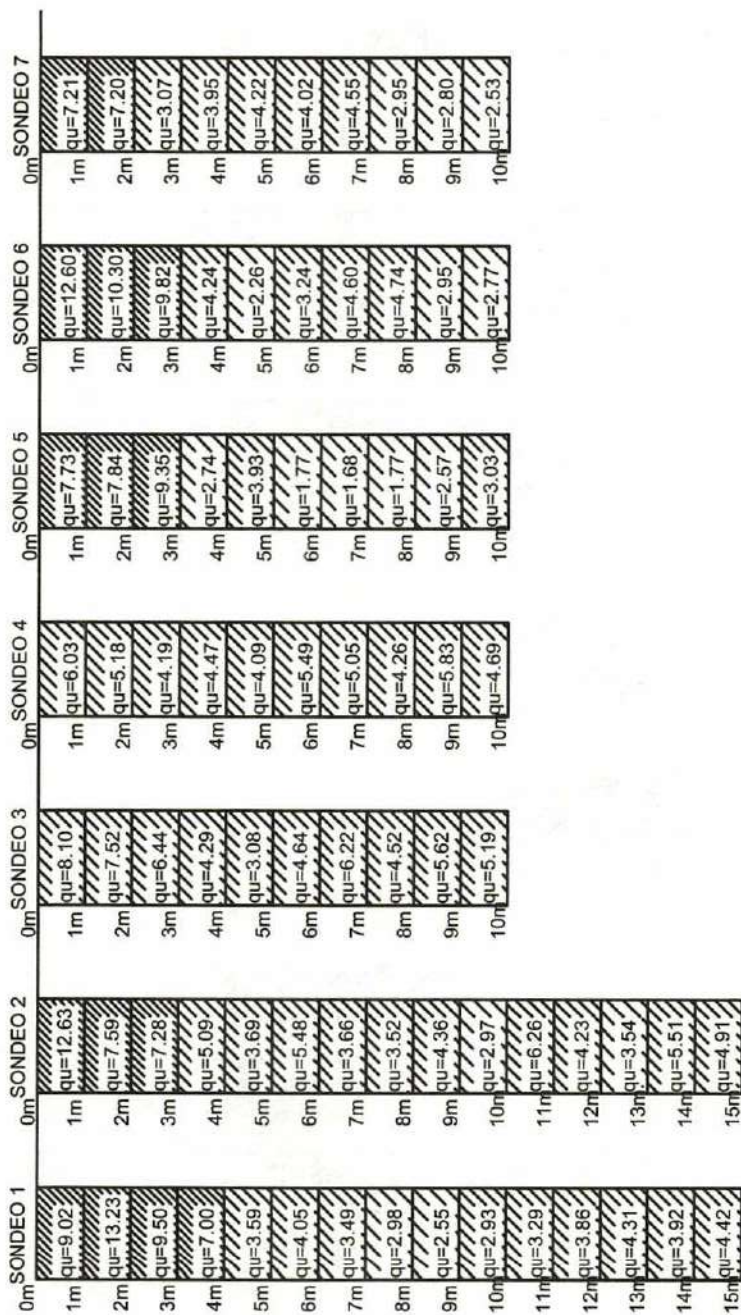
Mapa 12. Zona 10  
Fuente: La autora

## DURAN\_1



**Fig. 66.** Sondeos DURÁN 1  
**Fuente:** La autora

DURÁN\_2



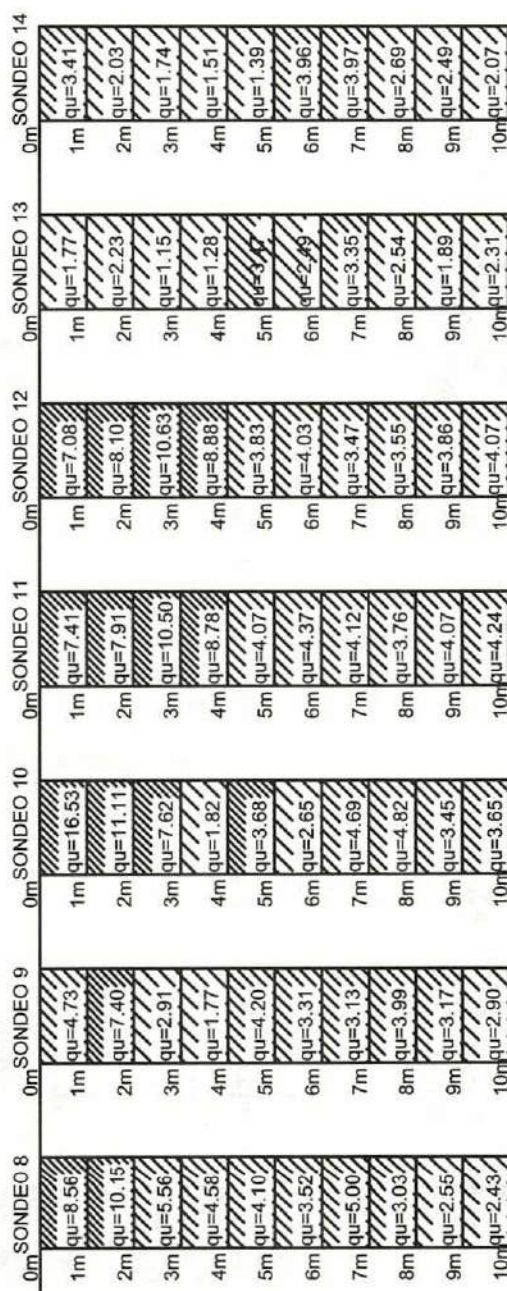


Fig. 67. Sondeos DURÁN - 2

Fuente: La autora

**Referencia:**

Reyes, O. (1962). *Historia del Ecuador*, Quito, Ecuador: Editorial Don Bosco.

Comisión de defensa del patrimonio nacional. (1987). *Desarrollo histórico de Guayaquil, "La ciudad a través de sus planos"*, Guayaquil, Ecuador: Biblioteca Municipal.

Sociedad Ecuatoriana de Mecánica de Suelos y Rocas. (1976). *Geotecnia del área metropolitana*, Guayaquil, Ecuador. Folleto.

Godard, H. R. (1986). Análisis comparado de los centros y de los lugares de centralidad en Quito y Guayaquil. *Cultura: Revista del Banco Central del Ecuador*, 8 (24c), p. 889-895. ISSN 0252-8657, 889 -895.

Terreros, C. (1988) *Los Esteros y los problemas de asentamiento en la ciudad de Guayaquil*, Guayaquil, Ecuador: Editorial U.G.

Geoestudios S.A. (2011). *Microzonificación sísmica y geotécnica de Guayaquil según la NEC 2011*, Guayaquil, Ecuador: Secretaría de Gestión de Riesgos.

Terreros, C. (1970-2015). *Informes de estudios de suelos de diferentes sitios de la ciudad*.

Suelos y Concretos. (1970-1990). *Informes de perforaciones y Estudios de Suelos*.

Laboratorio Ruffilli de la Universidad de Guayaquil. (1970-2000). *Estudios de Suelos*.

Pesantes, J. (1980-2005). *Asesoría y Estudios Técnicos, Perforaciones y estudios de Suelo*.

En mis años de vida profesional como Ingeniera Civil, con las perforaciones y estudios de suelos realizados en los diferentes sitios de la ciudad, aprendí a valorar las características geotécnicas de mi ciudad, con sus grandes problemas de antiguos esteros, manglares, salitrales, con cerros aparentemente estables, que se han deslizado al saturarse o han presentado graves problemas de expansiones.

Siendo una ciudad naturalmente bella y majestuosa, los constructores debemos preocuparnos que nuestras obras sean estables, que no presenten hinchamientos ni asentamientos, que no tengamos que hacer re-cimentaciones por no haber estudiado bien el suelo y el entorno que rodea la construcción.


Este texto es un resumen de muchos estudios de suelos realizados en Guayaquil y sus alrededores. Está escrito con el ánimo que el constructor se ubique estratigráficamente, ordene un estudio de suelo pertinente para la obra que piensa construir, tome todas las precauciones, mejorando el suelo o diseñando una cimentación correcta.



 [uees\\_ec](#)

 [universidadesspiritusanto](#)

 [www.uees.edu.ec](http://www.uees.edu.ec)

 Km. 2,5 La Puntilla,  
Samborondón

[ceninv@uees.edu.ec](mailto:ceninv@uees.edu.ec)

Teléfono: (593-4) 283 5630 Ext: 178 - 150