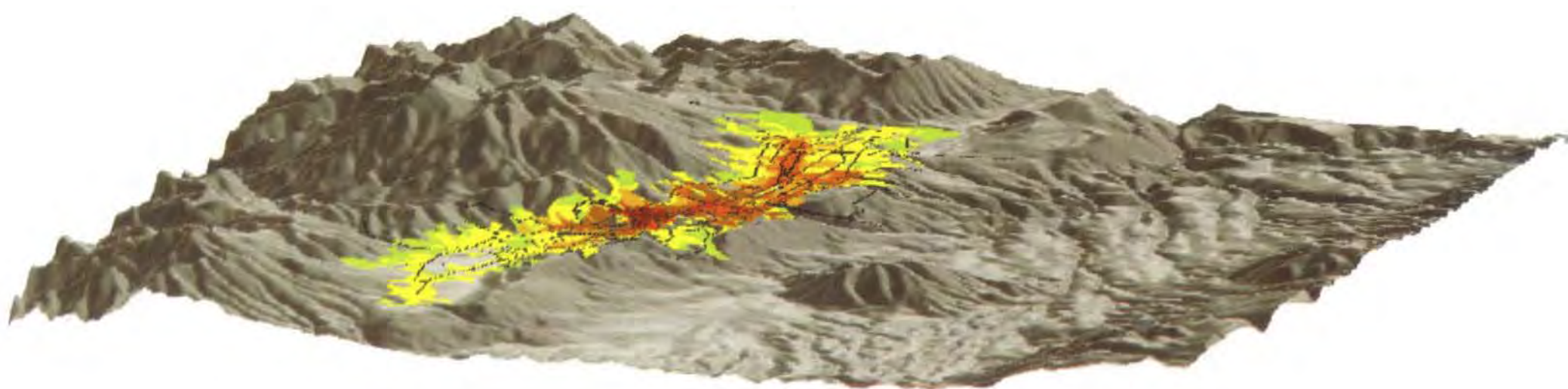


ATLAS INFOGRÁFICO DE QUITO

socio-dinámica del espacio y política urbana



ATLAS INFOGRAPHIQUE DE QUITO

socio-dynamique de l'espace et politique urbaine



*Instituto Geográfico Militar (IGM)
Ecuador*



*Instituto Panamericano de Geografía e
Historia Sección Nacional del Ecuador
(IPGH)*



*L'Institut français de recherche
scientifique pour le développement en
coopération*

Módulo numérico de terreno de la portada

La ciudad de Quito y su crecimiento, software *Savane*, © ORSTOM, 1992

Modèle numérique de terrain de la couverture

La ville de Quito et sa croissance, logiciel Savane, © ORSTOM, 1992

Ficha de documentación

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM); INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA SECCIÓN NACIONAL DEL ECUADOR (IPGH); INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION (ORSTOM). — **Atlas infográfico de Quito: socio-dinámica del espacio y política urbana / Atlas infographique de Quito : socio-dynamique de l'espace et politique urbaine.** — 41 láminas bilingües (español, francés), cuadr., gráf., biblio. ; 29,7 x 42
ISBN : 2-7099-1083-7 (para Europa, África, Asia y Oceanía)

Difusión exclusiva para las Américas

INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA SECCIÓN NACIONAL DEL ECUADOR (IPGH)
Siniergues s/n y Paz y Miño (IGM tercer piso) - Quito - ECUADOR
Apartado 3898 - Quito - ECUADOR
Telf.: 522-495, Ext. 38; 541-627; 525-378

Fiche documentaire

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM) ; INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA SECCIÓN NACIONAL DEL ECUADOR (IPGH) ; INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION (ORSTOM). — **Atlas infográfico de Quito: socio-dinámica del espacio y política urbana / Atlas infographique de Quito : socio-dynamique de l'espace et politique urbaine.** — 41 planches bilingues (espagnol, français), tabl., graph., bibliogr. ; 29,7 x 42
ISBN : 2-7099-1083-7 (pour l'Europe, l'Afrique, l'Asie et l'Océanie)

Diffusion exclusive pour l'Europe, l'Afrique, l'Asie et l'Océanie

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION (ORSTOM)
213, rue La Fayette - 75480 Cédex 10 - FRANCE
Tél : (1) 48 03 77 77
Télex : ORSTOM 214 627 F
Télécopie : 48 03 08 29

Los mapas publicados en esta obra no pueden en ningún caso tener un valor jurídico de referencia

Les cartes publiées dans cet ouvrage ne peuvent en aucun cas avoir une valeur juridique de référence

COMITÉ DE DIRECCIÓN - COMITÉ DE DIRECTION

Germán RUIZ ZURITA (1982 - 1984)
Segundo CASTRO CASTILLO (1984 - 1986)
Marco MIÑO MONTALVO (1986 - 1986)
Marcelo ALEMÁN SALVADOR (1987 - 1988)
Bolívar ARÉVALO VILLAROEL (1988 - 1990)
Cesar DURÁN ABAD (1990 - 1991)
Eduardo SILVA MARIDUEÑA (1991 - 1992)
Aníbal SALAZAR ALBÁN (en funciones)

Directores del IGM y Presidentes del
IPGH

Medardo TERÁN RODRÍGUEZ

Secretario Técnico del IPGH Sección
Nacional del Ecuador

Pierre POURRUT (1987 - 1990)
René MAROCCO (en fonction)

Représentants de l'ORSTOM en
Équateur

COMITÉ CIENTÍFICO - COMITÉ SCIENTIFIQUE

Jeanett VEGA (1987 - 1991)

Investigadora del IGM

Aníbal SALAZAR (1991 - 1992)

Director del IGM

María Augusta FERNÁNDEZ

Investigadora del IPGH

Henri GODARD

Chargé de recherche à l'ORSTOM

René de MAXIMY

Directeur de recherche à l'ORSTOM

DIRECCIÓN CIENTÍFICA - DIRECTION SCIENTIFIQUE

René de MAXIMY

SECRETARIO CIENTÍFICO - SECRÉTARIAT SCIENTIFIQUE

Henri GODARD

DIRECCIÓN INFORMÁTICA - DIRECTION INFORMATIQUE

Marc SOURIS

COLABORACIONES COLLABORATIONS

Rodrigo ACOSTA
Eduardo BALDEÓN
Olivier BARBARY
Orlando BAQUERO
Lucía BEDOYA
Alain CHOTIL
Galo COBO
Françoise DUREAU
Carlos ESPINEL
Soledad GALIANO
Jakeline JARAMILLO
Bolívar JIMÉNEZ
Bernard LORTIC
Nicole MARCEL
Tanya MEJÍA
Alain MICHEL
Claude de MIRAS
Darwin MONTALVO
Marío MORÁN
Laura PEREZ
Guido PINTADO
Rommel PROAÑO
Beatriz RIVERA
Jorge ROJAS
Juan SARRADE
José TUPIZA
Michael ZAPATA
René VALLEJO

BASE DE DATOS - BASE DE DONNÉES

CARTOGRAFÍA - CARTOGRAPHIE

TALLERES GRÁFICOS - ATELIERS GRAPHIQUES

SEPARACIÓN DE COLORES - SÉPARATION DE COULEURS

COMPOSICIÓN - COMPOSITION

FOTOGRAFADO - PHOTOGRAVURE

TRADUCCIÓN - TRADUCTION

IMPRESIÓN - IMPRESSION

PORTADA - COUVERTURE

ENCUADERNACIÓN - RELIURE

El banco de datos fue creado y manejado con el Sistema de Información Geográfica SAVANE (© ORSTOM, 1984-1992)
La base de données a été créée et gérée avec le Système d'Information Géographique SAVANE (© ORSTOM, 1984-1992)

Las láminas fueron compuestas en letras de molde TIMES - Les planches ont été composées en caractères TIMES

Marc SOURIS (responsable)
Jeanett VEGA (responsable)

Henri GODARD (responsable)
Marc SOURIS (responsable)

Graffiti
Macgeneración

Imprenta Mariscal
El Comercio

Henri GODARD (responsable)

Instituto Geográfico Militar (IGM)

María Dolores VILLAMAR (Trébol)

Instituto Geográfico Militar (IGM)

Instituto Geográfico Militar (IGM)

Instituto Geográfico Militar (IGM)

LISTA DE LOS AUTORES - LISTE DES AUTEURS

Jean-Guilhem BASTIDE

Mathématicien (MASS), Allocataire à l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM)

Marie S. BOCK

Géographe, Allocataire à l'Institut français d'études andines (IFEA) rattachée à l'Université de Toulouse-Le Mirail (IPEALT)

Bernard CASTELLI

Économiste, Chargé de recherche à l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM)

Philippe CAZAMAJOR d'ARTOIS

Géographe, Chargé de recherche à l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM)

Anne COLLIN DELAUAUD

Docteur d'État, Professeur à l'Université de Paris III, Centre de recherche et de documentation sur l'Amérique latine (CREDAL)

Dominique COURET

Docteur en Géographie, Chargé de recherche à l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM)

María Augusta CUSTODE

Arquitecta, Dirección de la Planificación Urbana del Ilustre Municipio de Quito (IMQ)

Robert D'ERCOLE

Docteur en Géographie, Pensionnaire à l'Institut français d'études andines (IFEA)

Álvaro DÁVILA

Ingeniero geógrafo, Investigador del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH)

Anne-Claire DEFOSSEZ

Sociologue, Chercheur à l'Institut santé et développement de l'Université de Paris VI et associée au Centro de Estudios y Asesoría en Salud (CEAS)

Jean-Paul DELER

Docteur d'État, Directeur de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

Didier FASSIN

Médecin, anthropologue, Pensionnaire à l'Institut français d'études andines (IFEA) et chercheur associé au Centro de Estudios y Asesoría en Salud (CEAS)

María Augusta FERNÁNDEZ

Ingeniera geógrafa, Investigadora del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH)

Henri GODARD

Docteur en Géographie, Chargé de recherche à l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM)

Juan LEÓN

Docteur en Sociologie, coordinador del Centro Ecuatoriano De Investigación en Geografía (CEDIG)

René de MAXIMY

Docteur d'État, Directeur de recherche à l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM)

Pierre PELTRE

Docteur en Géographie, Chargé de recherche à l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM)

Marc SOURIS

Ingénieur en informatique, Chargé de recherche à l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM)

Jeanett VEGA

Ingeniera geógrafa, Investigadora del IGM

Las opiniones vertidas comprometen únicamente a los autores y no a las instituciones a las que pertenecen

Les opinions exprimées n'engagent que leurs auteurs et non les institutions auxquelles ils appartiennent

MIEMBROS DEL COMITÉ DE EVALUACIÓN - MEMBRES DU COMITÉ D'ÉVALUATION

Patricia ASPIAZU

André BALLUT

Bernard COCHET

Olivier DOLLFUS

Jean-Paul DELER

Anne COLLIN DELAUAUD

Xavier FONSECA

Jean-Paul GILG

Nelson GÓMEZ

Jorge LEÓN

Juan LEÓN

Christian de MUIZON

Antonio NARVÁEZ

Lelia OQUENDO

Aníbal ROBALINO

Yves SAINT-GEOURS

Olga SANI

Carlos VELASCO

Con el apoyo de los siguientes organismos e instituciones:

Ambassade de France

Banco Central

Banco Ecuatoriano de la Vivienda (BEV)

Bancos ecuatorianos y extranjeros

Bureaux régionaux de coopération scientifique et technique (Chili, Costa Rica, Venezuela)

Centro de Levamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN)

Centro Ecuatoriano De Investigación Geográfica (CEDIG)

Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas (CEPEIGE)

Centre National de la Recherche Scientifique

Colegio de Geógrafos del Ecuador

Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE)

Corporación Ecuatoriana de Turismo (CETUR)

Dirección General de Aviación Civil

Dirección Nacional de Tránsito

Empresa Eléctrica Quito S.A.

Empresa Municipal de Agua Potable (EMAP-Q)

Empresa Municipal de Alcantarillado (EMA)

Empresa Municipal de Rastro

Escuela Politécnica del Ejército (ESPE)

Escuela Politécnica Nacional (EPN), Instituto Geofísico

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)

Institut français d'études andines

Ilustre Municipio de Quito (IMQ)

Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL)

Avec le concours des institutions et organismes suivants :

Instituto Ecuatoriano de Minería (INEMIN)

Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS)

Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI)

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS)

Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones (IETEL)

Instituto Geográfico Militar (IGM)

Instituto Nacional de Energía (INE)

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH)

Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM)

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

Ministerio de Bienestar Social y Promoción Popular

Ministerio de Defensa Nacional

Ministerio de Educación, Cultura y Deportes

Ministerio de Energía y Minas

Ministerio de Industrias, Comercio e Integración

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones

Ministerio de Relaciones Exteriores

Ministerio de Salud Pública

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Superintendencia de Bancos

Superintendencia de Compañías

Universidad Central del Ecuador

Avant-propos (Jorge SALVADOR LARA)

Prólogo (Jorge SALVADOR LARA)

De la base de données à l'Atlas Infographique de Quito : genèse et gestion d'un outil scientifique et de planification urbaine - Équipe Atlas

De la base de datos al Atlas Infográfico de Quito: génesis y manejo de un instrumento científico y de planificación urbana - Equipo Atlas

Plans de référence

Planos de referencia

CHAPITRE 1. PHÉNOMÈNE URBAIN ET CONTRAINTES GÉOGRAPHIQUES

CAPÍTULO 1. FENÓMENO URBANO Y LIMITACIONES GEOGRÁFICAS

Quito et l'Aire métropolitaine

Quito y su Área Metropolitana

01. La distribution de la population urbaine équatorienne et la croissance de la capitale

01. La distribución de la población urbana ecuatoriana y el crecimiento de la capital

Henri GODARD ; Jeanett VEGA

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: María Augusta FERNÁNDEZ

02. Situation et site : modèles numériques de terrain

02. Situación y sitio: modelos numéricos de terreno

María Augusta FERNÁNDEZ ; Marc SOURIS

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: María Augusta FERNÁNDEZ

03. Les dynamiques de la croissance de l'agglomération de Quito

03. Las dinámicas del crecimiento de la aglomeración de Quito

Anne COLLIN DELAUAUD

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: María Augusta FERNÁNDEZ

04. Stabilité géomorphologique de la région de Quito

04. Estabilidad geomorfológica de la región de Quito

Álvaro DÁVILA

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: María Augusta FERNÁNDEZ

Risques naturels et occupation de l'espace

Riesgos naturales y ocupación del espacio

05. Risques volcaniques de l'Aire Métropolitaine de Quito

05. Riesgos volcánicos del Área Metropolitana de Quito

Álvaro DÁVILA

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: María Augusta FERNÁNDEZ

06. La population de la province du Pichincha face au volcan Cotopaxi. Aléas, risque et vulnérabilité

06. La población de la provincia de Pichincha frente al volcán Cotopaxi. Peligros, riesgo y vulnerabilidad

Robert D'ERCOLE

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: María Augusta FERNÁNDEZ

07. Risque morphoclimatique historique

07. Riesgo morfoclimático histórico

Pierre PELTRE

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: María Augusta FERNÁNDEZ

08. Constructibilité de Quito

08. Constructibilidad de Quito

Álvaro DÁVILA

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: María Augusta FERNÁNDEZ

09. Les risques naturels

09. Los riesgos naturales

Álvaro DÁVILA ; René de MAXIMY

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: María Augusta FERNÁNDEZ

CHAPITRE 2. ARTICULATION STRUCTURELLE : DÉMOGRAPHIE ET SOCIO-ÉCONOMIE

CAPÍTULO 2. ARTICULACIÓN ESTRUCTURAL: DEMOGRAFÍA Y SOCIO-ECONOMÍA

Caractéristiques démographiques

Características demográficas

10. Densités des populations

10. Densidades de la población

René de MAXIMY

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: René de MAXIMY

11. Âge et sexe

11. Edad y sexo

René de MAXIMY

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: René de MAXIMY

12. Catégories socio-professionnelles

12. Categorías socio-profesionales

René de MAXIMY

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: René de MAXIMY

13. Population et appropriation de l'espace

13. Población y apropiación del espacio

René de MAXIMY

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: René de MAXIMY

14. Cohabitation

14. Cohabitación

René de MAXIMY

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: René de MAXIMY

Activités

Actividades

15. Activités : localisation et densité

15. Actividades: localización y densidad

Philippe CAZAMAJOR d'ARTOIS

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Philippe CAZAMAJOR d'ARTOIS

16. Les tiendas

16. Las tiendas

Philippe CAZAMAJOR d'ARTOIS

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Philippe CAZAMAJOR d'ARTOIS

17. Les activités de la construction

17. Las actividades de la construcción

Bernard CASTELLI ; Philippe CAZAMAJOR d'ARTOIS

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Philippe CAZAMAJOR d'ARTOIS

18. Caractérisation des principaux axes en fonction des activités dominantes

18. Caracterización de los principales ejes en función de las actividades dominantes

Philippe CAZAMAJOR d'ARTOIS

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Philippe CAZAMAJOR d'ARTOIS

CHAPITRE 3. SYSTÈMES, HIÉRARCHIES FONCTIONNEMENT ET DYSFONCTIONNEMENTS

CAPITULO 3. SISTEMAS, JERARQUÍAS, FUNCIONAMIENTO Y DISFUNCIONAMIENTOS

Localisation des équipements et services collectifs

Ubicación de los equipamientos y servicios colectivos

19. Établissements et fréquentation scolaires

19. Establecimientos y frecuentación escolares

René de MAXIMY ; Jeanett VEGA

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Henri GODARD ; Jeanett VEGA

20. Sociologie et histoire du système de soins

20. Sociología e historia del sistema de atención médica

Anne-Claire DEFOSSEZ ; Didier FASSIN ; Henri GODARD

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Henri GODARD ; Jeanett VEGA

21. Bipolarité patrimoine « réel » et consommation culturelle

21. Bipolaridad patrimonio « real » y consumo cultural

Marie S. BOCK ; Henri GODARD

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Henri GODARD ; Jeanett VEGA

Réseaux et infrastructures

Redes e infraestructuras

22. La problématique de l'eau potable

22. La problemática del agua potable

Jeanett VEGA

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Jeanett VEGA

23. L'évacuation des eaux usées

Jean-Guilhem BASTIDE ; Jeanett VEGA
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Jeanett VEGA

23. La evacuación de las aguas servidas

24. Transports et voirie

Henri GODARD ; René de MAXIMY ; Jeanett VEGA
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Jeanett VEGA

24. Transportes y red vial

25. Autres réseaux : téléphone et électricité

René de MAXIMY ; Jeanett VEGA
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Jeanett VEGA

25. Otras redes: teléfono y energía eléctrica

26. Zones desservies par les réseaux principaux

Henri GODARD ; René de MAXIMY
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Jeanett VEGA

26. Zonas atendidas por las redes principales

27. Grilles des services et des équipements

Henri GODARD ; René de MAXIMY
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Henri GODARD ; Jeanett VEGA

27. Mallas de servicios y equipamientos

28. Les flux aériens et téléphoniques : deux indicateurs de l'intégration de Quito au sein du système Monde

Henri GODARD ; Jeanett VEGA
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Jeanett VEGA

28. Los flujos aéreos y telefónicos: dos indicadores de la integración de Quito en el seno del sistema Mundo

CHAPITRE 4. DYNAMIQUES ET INÉGALITÉS
INTRA-URBAINES

CAPITULO 4. DINÁMICAS Y DESIGUALDADES
INTRA-URBANAS

29. Dynamiques du foncier quiténien

Bernard CASTELLI
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Bernard CASTELLI

29. Dinámicas del suelo en Quito

30. Typologie de l'habitat

María Augusta CUSTODE ; René de MAXIMY
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: René de MAXIMY

30. Tipología del hábitat

Dynamiques du marché du sol et des propriétés

Dinámicas del mercado del suelo y de las propiedades

31. Formes spatiales de la propriété urbaine

Bernard CASTELLI
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Bernard CASTELLI

31. Formas espaciales de la propiedad urbana

32. L'espace des valeurs immobilières

Bernard CASTELLI
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Bernard CASTELLI

32. El espacio de los valores inmobiliarios

Quartiers

Barrios

33. Classification et analyse de quartiers

Henri GODARD ; René de MAXIMY
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Henri GODARD ; René de MAXIMY

33. Clasificación y análisis de barrios

34. Tentative de définition de zones urbaines homogènes

René de MAXIMY ; Marc SOURIS
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Henri GODARD ; René de MAXIMY

34. Tentativa de definición de zonas urbanas homogéneas

35. Le comportement électoral dans les paroisses urbaines de Quito

Juan LEÓN
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Henri GODARD ; René de MAXIMY

35. El comportamiento electoral en las parroquias urbanas de Quito

CHAPITRE 5. ORGANISATION SPATIALE ET SÉGRÉGATION FONCTIONNELLE

CAPITULO 5. ORGANIZACIÓN ESPACIAL Y SEGREGACIÓN FUNCIONAL

Centralité urbaine et organisation de l'espace

Centralidad urbana y organización del espacio

36. Une approche des aires de centralité à partir de l'analyse de quelques indicateurs urbains

36. Un enfoque de las áreas de centralidad a partir del análisis de algunos indicadores urbanos

Henri GODARD ; René de MAXIMY
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Henri GODARD

37. Typologie des marchés, centres commerciaux et ossature de l'espace

37. Tipología de los mercados, centros comerciales y articulación del espacio

Philippe CAZAMAJOR d'ARTOIS
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Philippe CAZAMAJOR d'ARTOIS

38. Hiérarchisation socio-économique de l'espace quiténien

38. Jerarquización socio-económica del espacio quiteño

René de MAXIMY
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: René de MAXIMY

39. Le plan régulateur G. Jones Odriozola et la structuration actuelle de l'espace urbain

39. El plan regulador G. Jones Odriozola y la estructuración actual del espacio urbano

Henri GODARD
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Henri GODARD

40. Les modes de composition urbaine

40. Los modos de composición urbana

Marie S. BOCK ; Henri GODARD ; René de MAXIMY
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Henri GODARD ; René de MAXIMY

41. Structures de l'espace quiténien : des chorèmes au modèle spécifique

41. Estructuras del espacio quiteño: de los coremas al modelo específico

Jean-Paul DELER ; Henri GODARD
Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: Henri GODARD

Annexe - Lecture discursive de l'atlas : quelques exemples

Anexo - Lectura discursiva del atlas: algunos ejemplos

Henri GODARD ; René de MAXIMY

SOURCES ET LIMITES

La tentative de carte géotechnique que nous présentons ici a été réalisée à partir d'information recueillie et de données produites par l'AIQ. Les autres sources principales sont :

- géologie et hydrogéologie : on a directement utilisé l'information sur l'Aire Métropolitaine fournie par l'INEMIN, échelle 1/50 000 ;
- géomorphologie : la morphologie a été établie à partir de photographies aériennes au 1/60 000 (1979) et la morphométrie à partir des cartes de Quito au 1/1 000 ; l'information topographique considérée est très dense, avec une moyenne de 4 cotes par îlot ; par conséquent, l'analyse des différentes zones géotechniques a été effectuée sur la base de données très précises ;
- mécanique des sols : on a utilisé les normes équatoriennes établies par l'INEN et la thèse d'ingénierie civile de P. Ludeña et J. Valladares (1990), intitulée Sectorización de los suelos de Quito y recomendaciones preliminares de diseño et basée sur 840 sondages de concentration différente dans leur distribution ; bien que la densité de ces derniers soit faible, si l'on tient compte de l'hétérogénéité des sols de la ville, ce travail est la source actuelle la plus fiable.

PROBLÉMATIQUE ET CONCEPTION

Quito est en pleine expansion par réalisation de nouveaux lotissements. Sa croissance est rapide et même si les obstacles naturels restent une barrière puissante, rien ne pourra arrêter sa progression, car des ouvrages de génie civil de plus en plus audacieux son entrepris.

La ville est située entre les versants orientaux des volcans Rucu et Guagua Pichincha et le graben interandin, caractérisés par des dépôts quaternaires. Il s'agit de matériaux volcaniques localisés sur les versants et de dépôts colluviaux et d'accumulation ayant comme origine de grands flux de matériaux pyroclastiques des derniers événements éruptifs. En sa partie centrale, se sont déposés des sédiments lacustres et fluvio-glaciaires transportés par des flux ayant emprunté les pentes ravinnées orientales du Pichincha, et des sédiments pyroclastiques fins transportés par le vent. La ville se développe donc essentiellement sur des anciens fonds lacustres. On peut citer par exemple, au nord, les lacunes qui s'étendaient sur l'emplacement des quartiers actuels d'El Batán et de Jipijapa ; au sud, la plaine de Turubamba où, naguère encore, se rencontraient les derniers vestiges d'une autre lacune dont des terrains marécageux témoignent, car le drainage incomplet a laissé subsister un sol instable.

Par suite de la prolifération des constructions, le drainage naturel a progressivement disparu. Par exemple, le profond ravin de los Gallinazos, actuellement remblayé et drainé par des égouts constitués de caissons cimentés et rectangulaires emboîtés, est occupé par l'avenue 24 de Mayo. Il en est de même d'un autre ravin très profond, la Alcantarilla, qui traversait le Centre Historique. Dans le nord de Quito, on se souvient des ravins Ascázubi et Vásconez, qui séparaient le quartier Miraflores du campus universitaire, de même que des ravins de La Pradera qui ont été remblayés et relayés par de gros collecteurs d'égouts.

En matière de planification, pour l'exécution rationnelle de projets d'ingénierie, on n'a pas encore tenu compte de l'hétérogénéité du comportement des sols pour évaluer les dangers et les coûts qu'impliquent les zones présentant des difficultés pour la construction. Pour une gestion appropriée de la croissance urbaine, il est impératif de connaître justement certains problèmes liés à la nature des sols. Ce document prétend fournir aux planificateurs et aux constructeurs des indications générales sur les caractéristiques du terrain.

ÉLABORATION

La cartographie géotechnique est réalisée en tenant compte des conditions particulières de chaque cas ; cependant, la publication Engineering Geological Maps (UNESCO) établit des normes méthodologiques relatives à ce thème, qui ont été appliquées ici. Les progrès méthodologiques de représentation de l'information atteints dans d'autres pays ont également été pris en considération.

La carte géotechnique, en tant que résultat d'une intégration de paramètres, s'appuie sur une information de base topographique, géologique, hydrogéologique et climatologique, ainsi que sur les caractéristiques de la mécanique des sols. L'incidence des paramètres analysés est fondamentale pour la détermination du zonage géotechnique. Cette carte constitue une représentation qui se veut claire et simple, adressée au plus grand nombre possible d'utilisateurs.

Le zonage géotechnique tient compte de tous les paramètres ayant une incidence sur la constructibilité. Il a un caractère général et permet d'élaborer sur sa base des cartes de facilité de creusement, d'aptitude pour la construction et des cartes de synthèse qui sont réalisées à plus grande échelle selon l'objectif visé. Ainsi, par exemple, les cartes, au 1/5 000, d'aptitude pour la construction, permettront de réaliser des zonages mieux élaborés, bien qu'on ne puisse en aucun cas omettre les travaux de sondages mécaniques pour préciser les caractéristiques géomécaniques du site.

Le problème ainsi énoncé, on présente le zonage général, de telle façon que chaque unité corresponde globalement à des comportements similaires selon des caractéristiques géotechniques comme la texture des roches, la consistance des sols, les types de sol de surface, leur capacité de support, la résistance au cisaillement et la compressibilité.

En corrélation avec l'information thématique mentionnée ci-dessus, on a établi une délimitation préliminaire des zones géotechniques. Les paramètres géomorphologiques, climatologiques, géologiques, hydrogéologiques, morphodynamiques et géotechniques pris isolément

FUENTES Y LÍMITES

La tentativa de mapa geotécnico presentada se realizó en base a información recopilada y a datos generados por el AIQ. Las demás fuentes principales son:

- geología e hidrogeología: se utilizó directamente la información del Área Metropolitana proveniente del INEMIN, escala 1:50.000;
- geomorfología: la morfología se estableció en base a fotografías aéreas a escala 1:60.000 (1979) y la morfometría a partir de las cartas de Quito a escala 1:1.000; la información topográfica considerada es muy densa, con un promedio de 4 cotas por manzana; en consecuencia, el análisis de las diferentes zonas geotécnicas se efectuó en base a datos muy precisos;
- mecánica de suelos: se utilizaron las normas ecuatorianas del INEN y la tesis de Ingeniería Civil de P. Ludeña y J. Valladares (1990), titulada Sectorización de los suelos de Quito y recomendaciones preliminares de diseño y basada en 840 sondeos con diferente concentración en su distribución; aunque la densidad de estos últimos es baja, si se toma en cuenta la alta heterogeneidad de los suelos de la ciudad, ese trabajo constituye la fuente actual más confiable.

PROBLEMÁTICA Y CONCEPCIÓN

Quito está en pleno proceso de expansión por la incorporación de nuevas lotizaciones. Su crecimiento es acelerado y aun cuando los obstáculos naturales sigan siendo una poderosa barrera, nada podrá detener su avance, pues se emprenden obras de ingeniería cada vez más atrevidas.

La ciudad está situada entre las laderas orientales de los volcanes Rucu y Guagua Pichincha y el graben interandino, caracterizados por depósitos cuaternarios. Se trata de materiales volcánicos localizados en las laderas y de depósitos coluviales y de acumulación originados en grandes flujos de materiales piroclásticos de los últimos eventos eruptivos. En su parte central, se depositaron sedimentos lacustres y fluvio-glaciares transportados por corrientes que bajaron de las quebradas orientales del Pichincha, y sedimentos piroclásticos finos transportados por el viento. La ciudad se desarrolla entonces básicamente sobre lechos lagunares. Se pueden citar, por ejemplo, al Norte, las lagunas que existían en el emplazamiento actual de los barrios El Batán y Jipijapa, y al Sur, la llanura de Turubamba en donde hasta no hace mucho se apreciaban los últimos vestigios de otra laguna, de cuya existencia dan cuenta terrenos pantanosos, resultado del drenaje incompleto.

Como consecuencia de la proliferación de construcciones, el drenaje natural ha desaparecido paulatinamente. Por ejemplo, la honda quebrada de los Gallinazos, actualmente cerrada y drenada por alcantarillas de tipo cajón cementadas y rectangulares encajonadas, constituye la avenida 24 de Mayo. Tal es el caso igualmente de otra quebrada de gran profundidad, la Alcantarilla, que atravesaba el Centro Histórico. En el Norte de Quito, recordamos las quebradas Ascázubi y Vásconez, que separaban al barrio Miraflores de la ciudadela universitaria, al igual que las quebradas de La Pradera que fueron rellenadas para construir grandes colectores de alcantarillado.

En materia de planificación, para la ejecución racional de proyectos de ingeniería, no se ha tomado aún en cuenta la heterogeneidad del comportamiento de los suelos a fin de evaluar los peligros y costos que implican las áreas con dificultades para construir. Para un adecuado manejo del crecimiento urbano, es preciso conocer de manera exacta ciertos problemas ligados a la naturaleza del suelo. Este documento pretende proporcionar a los planificadores y constructores indicaciones generales sobre las características del terreno.

ELABORACIÓN

La cartografía geotécnica se realiza teniendo en cuenta las condiciones particulares de cada caso; sin embargo, la publicación Engineering Geological Maps (UNESCO) establece normas metodológicas referentes a este tema, las mismas que se han seguido para el presente ensayo. Se han tomado en consideración igualmente los avances metodológicos en materia de representación de la información.

El mapa geotécnico, como resultado de una integración de parámetros, se apoya en información básica de carácter topográfico, geológico, hidrogeológico y climatológico, así como en las características de la mecánica de suelos. La incidencia en la constructibilidad de los diferentes parámetros analizados es fundamental para la zonificación geotécnica. Este mapa constituye una representación que se quiere clara y simple, orientada al mayor número posible de utilizadores.

La zonificación geotécnica toma en cuenta todos los parámetros que inciden en la constructibilidad. Tiene un carácter general y permite elaborar en base a ella mapas de facilidad de excavación, de aptitud para la construcción y mapas de síntesis que son realizados a mayores escalas de acuerdo al objetivo perseguido. Así por ejemplo, los mapas a escala 1:5.000 de aptitud para la construcción, permitirán realizar zonificaciones más elaboradas, aunque en ningún caso se podrán los trabajos de sondeos mecánicos para precisar las características geomecánicas del sitio.

Así planteado el problema, se presenta la zonificación general, de manera que cada unidad corresponde globalmente a comportamientos similares según características geotécnicas como la textura de las rocas, la consistencia de los suelos, los tipos de suelos de superficie, la capacidad de soporte, la resistencia al corte y la compressibilidad.

En correlación con la información temática mencionada anteriormente, se realizó una delimitación preliminar de las zonas geotécnicas. Los parámetros geomorfológicos, climatológicos, geológicos, hidrogeológicos, morfodinámicos y geotécnicos tomados separadamente o en su

ou dans leur ensemble mettent en évidence peu à peu les concepts permettent de classifier les zones selon leur degré de constructibilité.

Le degré d'adéquation des terrains à la construction a été établi selon quatre zones aux caractéristiques bien définies : zone très favorable, zone favorable, zone défavorable et zone très défavorable.

En outre, ont été analysés les paramètres qui limitent le degré de constructibilité d'une zone, en déterminant les possibles difficultés auxquelles devra faire face l'aménageur et les éléments pouvant servir de base à la prise de décisions.

Les paramètres limitants sont en rapport avec les coûts et dépendent, pour chaque unité géotechnique, des difficultés surmontables ou insurmontables. Ils ont été définis pour chaque zone et ont une incidence sur le degré d'adéquation des terrains à la construction.

ZONE	CARACTÉRISTIQUES	RECOMMANDATIONS
Très favorable	Sans contraintes pour la constructibilité ou problèmes faciles à résoudre. Bonnes conditions du sol pour la construction Absence de niveaux phréatiques aux cotes habituelles d'assise.	- Équipement léger - Amélioration possible du sol - Sondages mécaniques
Favorable	Problèmes limitant la constructibilité Caractéristiques moyennes du sol pour la construction : capacité portante et résistance au cisaillement variant de 0,8 à 1,4 kg/cm ² , indice de liquidité compris entre 0 et 1 et pentes pouvant atteindre 40 pour cent. Absence de niveaux phréatiques aux	- Équipement léger - Remplacement ou amélioration du sol - Utilisation du ciment pour les ouvrages de protection - Études géologiques et géotechniques
Défavorable	Caractéristiques similaires à celles de la zone précédente mais présentant les problèmes suivants : failles, niveaux phréatiques aux cotes habituelles d'assise et pentes pouvant atteindre 70 pour cent.	- Équipement lourd - Remplacement ou amélioration du sol, construction de talus et de murs de contention - Sondages mécaniques et géophysiques
Très défavorable	Problèmes géomorphologiques et géotechniques importants (insolubles ou solubles à un coût élevé), pentes instables et très instables, failles, tunnels et remblaiements. Sols dont la capacité portante et la résistance au cisaillement sont faibles et dont l'indice de plasticité est élevé.	- Équipement lourd - Construction de talus et murs de contention - Études mécaniques et géophysiques détaillées

PARAMÈTRES LIMITANT LE DEGRÉ DE CONSTRUCTIBILITÉ

Pente R1 moyenne R2 forte R3 très forte g gorge e escarpement Tectonique f faille	Morphodynamique Pa processus d'accumulation De glissement Dg éboulement par gravité Hydrogéologie k1 perméabilité moyenne k2 faible perméabilité	Sols S1 argileux à limoneux S2 sols peu profonds Résistance au cisaillement r moyenne d basse Capacité portante m moyenne n basse
--	--	--

Limite urbaine, IMQ, 1987

COMMENTAIRE

1. Identification des caractéristiques de constructibilité

La présente carte n'apporte aucune révélation particulière susceptible de dispenser un ingénieur d'effectuer les études nécessaires in situ sur les qualités de constructibilité du sol sur lequel il va construire, mais permet de qualifier clairement l'espace physique selon ses caractéristiques et de déterminer ses aptitudes mécaniques à recevoir des constructions. La légende présentée permet d'avoir une idée visuelle des différents niveaux d'aptitude, mais chaque zone catégorisée mérite une description plus précise qui mette en valeur les problèmes auxquels devra faire face l'aménageur.

1.1. Zone très favorable

Elle est distribuée sur les couloirs bordant la partie basse de la cuvette de Quito, dans les secteurs Manosalvas, La Alameda, Mariscal Sucre et Centre Historique, couvrant une superficie de 2 666 ha (20,9 % de l'aire urbaine). Le relief est homogène et bas avec des dénivelées pouvant atteindre 100 m, des sommets plats, des versants rectilignes à modérément convexes et des pentes stables n'excédant pas 12 pour cent.

Sur de telles pentes, dont la valeur se situe entre 5 et 12 pour cent, le drainage superficiel est favorable, surtout qu'en leur état naturel, leurs sols superficiels sont semi-perméables. Selon les données rassemblées, le niveau phréatique est à 19 m de profondeur, ce qui permet de conclure en une absence d'eau dans les terrains d'assise.

En ce qui concerne les sols, on rencontre, par ordre décroissant, des limons de compressibilité faible ML, des sables limoneux SM et des argiles inorganiques de plasticité moyenne à basse CL ; ils admettent une capacité portante et une résistance au cisaillement supérieure à 1,4 kg/cm² et leur indice de plasticité est faible, inférieur à 10 %, ce qui permet d'affirmer que les caractéristiques de support du sol présentent de bonnes conditions pour l'exécution d'ouvrages civils.

conjunto van evidenciando los conceptos que permiten clasificar a las zonas según su grado de constructibilidad.

Se estableció el grado de adecuación de los terrenos a la construcción según cuatro zonas determinadas por características bien definidas: zona muy favorable, zona favorable, zona desfavorable y zona muy desfavorable.

Se analizaron además los parámetros que limitan el grado de constructibilidad de una zona, determinando las posibles dificultades a las cuales se enfrentará el planificador y los elementos que podrán servir de base para la toma de decisiones.

Los parámetros limitantes están en relación con los costos y dependen, en el caso de cada unidad geotécnica, de las dificultades superables o insuperables. Han sido definidos para cada zona y tienen incidencia en el grado de adecuación de los terrenos a la construcción.

ZONA	PROBLEMÁTICA	RECOMENDACIONES
Muy favorable	Sin limitantes para constructibilidad o problemas fácilmente superables. Buenas condiciones del suelo para la construcción. Ausencia de niveles freáticos en las cotas habituales de cimentación.	- Maquinaria simple - Posible mejoramiento del suelo - Sondeos mecánicos
Favorable	Presencia de problemas que limitan el grado de constructibilidad. Regulares características del suelo para la construcción: capacidad portante y resistencia al corte de 0,8 a 1,4 kg/cm ² , índice de liquidez entre 0 y 1 y pendientes de hasta 40 por ciento. Ausencia de niveles freáticos en las cotas habituales de cimentación.	- Maquinaria simple - Reemplazo o mejoramiento del suelo - Utilización de cemento para obras de protección - Estudios geológicos y geotécnicos
Desfavorable	Características similares a las de la zona anterior pero con los siguientes problemas: fallas, niveles freáticos en las cotas habituales de cimentación y pendientes de hasta 70 por ciento.	- Maquinaria pesada - Reemplazo o mejoramiento del suelo, construcción de taludes y de muros de contención - Sondeos mecánicos y geofísicos
Muy desfavorable	Problemas geomorfológicos y geotécnicos importantes (insuperables o en ciertos casos superables a un costo elevado), pendientes inestables y muy inestables, fallas, túneles y relleno. Suelos con capacidad portante y resistencia al corte bajos y alto índice de plasticidad.	- Maquinaria pesada - Construcción de taludes, muros y retenedores - Estudios mecánicos y geofísicos detallados

PARÁMETROS QUE LIMITAN EL GRADO DE CONSTRUCTIVIDAD

Pendiente R1 medio R2 fuerte R3 muy fuerte g garganta e escarpe Tectónica f falla	Morfodinámica Pa proceso de acumulación De deslizamiento Dg derrumbes por gravedad Hidrogeología k1 permeabilidad media k2 permeabilidad baja	Suelos S1 arcilloso a limones S2 suelos poco profundos Resistencia al corte r regular d deficiente Capacidad portante m regular n deficiente
--	---	---

Límite urbano, IMQ, 1987

COMENTARIO

1. Identificación de las características de constructibilidad

El presente mapa no aporta ninguna revelación particular capaz de obviar a un consultor los respectivos estudios *in situ* sobre las cualidades de constructibilidad del suelo en donde va a construir, pero permite calificar claramente el espacio físico según sus características y determinar su aptitud mecánica para soportar una construcción. La leyenda presentada permite tener una idea visual de los diferentes niveles de aptitud, pero cada zona categorizada merece una descripción más exacta que destaque los problemas que deberá enfrentar el planificador.

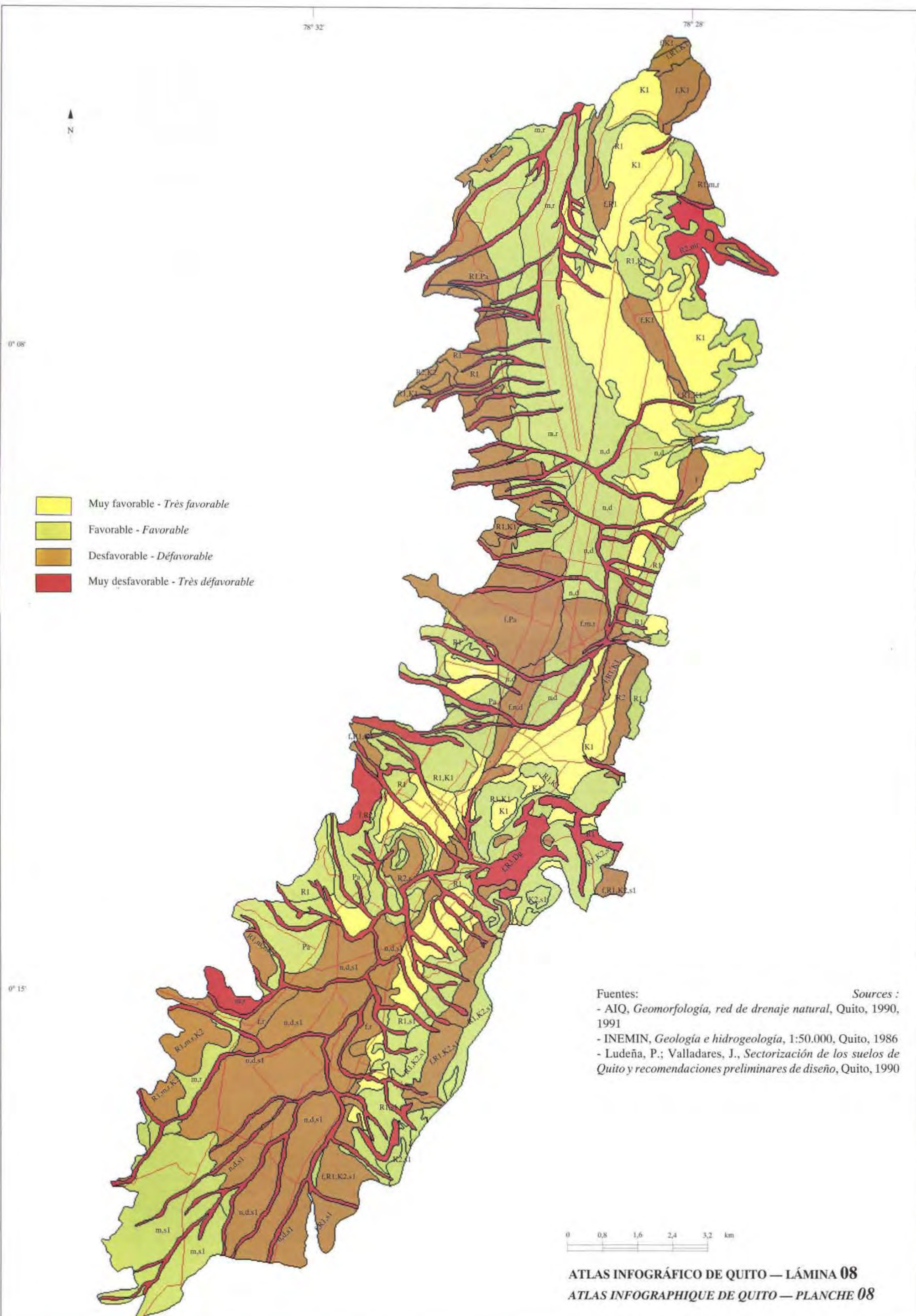
1.1. Zona muy favorable

Se encuentra distribuida en los corredores que bordean la parte baja de la cubeta de Quito, en los sectores de Manosalvas, La Alameda, Mariscal Sucre y Centro Histórico, abarcando una superficie de 2.666 ha (20,9 % del área urbana). El relieve es homogéneo y bajo con desniveles de hasta 100 m, cimas planas, vertientes rectilíneas a moderadamente convexas y pendientes que no superan 12 por ciento (estables).

En tales pendientes, cuyo valor se sitúa entre 5 y 12 por ciento, el drenaje superficial es favorable, sobre todo que, en su estado natural, los suelos de superficie son semipermeables. De acuerdo a datos recopilados, el nivel freático se encuentra a 19 m de profundidad por lo que se puede concluir en la ausencia de agua en los terrenos de cimentación.

En cuanto a los suelos, encontramos, en orden decreciente de porcentajes, limos de baja compresibilidad ML, arenas limosas SM y arcillas inorgánicas de plasticidad entre media y baja CL; admiten una capacidad portante y una resistencia al corte mayor a 1,4 kg/cm² y su índice plástico es bajo, menor al 10 %, por lo que podemos afirmar que las características de soporte del suelo presentan buenas condiciones para la ejecución de obras civiles.

GEOTECNIA Y POSIBILIDAD DE CONSTRUCCIÓN
GÉOTECHNIQUE ET CONSTRUCTIBILITÉ



Cette zone est donc considérée comme très favorable, très stable et ne présentant pas de contraintes pour la construction.

1.2. Zone favorable

Elle occupe surtout la partie basse du graben de Quito qui correspond à des dépôts lacustres, et les extrêmes longitudinaux de ce graben qui couvrent parfois les aires d'anciens cônes de déjection. Elle a une superficie de 4 794 ha (37,6 % de l'aire urbaine). Le relief est homogène et en général bas, avec des hauteurs relatives jusqu'à 150 m ; les sommets plats ou modérément arrondis, les versants rectilignes et légèrement convexes, prédominant. Le degré de pente le plus usuel va de 0 à 5 pour cent (très stable) et correspond au corridor longitudinal et central de la cuvette. Les pentes de 5 à 12 pour cent (stables) sont présentes aux extrémités nord et sud de la zone ; celles de 12 à 25 pour cent (relativement stables) forment deux couloirs longitudinaux aux extrémités de l'aire urbaine, leur présence étant particulièrement marquée à l'ouest, dans le secteur de San Juan et à l'est, dans les secteurs de Luluncoto, Pío XII, Alpahuasi, Chahuarquingo, Ferroviaria Alta, Oriente Quiteño, La Lucha de los Pobres et Pueblo Unido de Quito, où elles se combinent avec des pentes de 25 à 40 pour cent (relativement instables).

Le drainage superficiel est favorable tant à l'est qu'à l'ouest, compte tenu du degré d'inclinaison qui caractérise cette zone. En hiver, la partie centrale est très sensible à la présence de zones bourbeuses, car le degré de pente en fait une zone d'accumulation.

Hydrogéologiquement, depuis le secteur central vers le nord de la ville, il n'existe pas de niveaux phréatiques aux cotes habituelles d'assise ; cependant, il est recommandé de réaliser les travaux de vérification nécessaires in situ, car des poches d'eau peuvent s'y rencontrer. Dans l'extrême sud, correspondant aux secteurs de Chillogallo, La Concordia et El Tránsito, il n'y a pas de niveau phréatique jusqu'à 16 m de profondeur.

Les sols (SM, ML et, en faibles pourcentages, CL, des limons inorganiques OL, des sables mal gradués SP et d'autres) ont en général une capacité portante et une résistance au cisaillement entre 0,8 à 1,4 kg/cm², avec un indice de liquidité entre 0 et 1, ce qui signifie que, en leur état naturel, ils ne présentent pas de bonnes conditions pour la construction. C'est pourquoi il faut rechercher en profondeur des strates d'ancrage. Dans les autres cas, les contraintes de construction sont fonction du degré d'inclinaison du terrain.

Cette zone est considérée comme favorable avec des problèmes limitant le degré de constructibilité ; toutefois, l'ingénieur chargé de projet devra trouver une relation optimale entre les coûts et la profondeur de creusement, la superficie d'assise, la hauteur de construction, la nécessité d'améliorer ou de modifier le sol, etc.

1.3. Zone défavorable

Cette zone est distribuée de façon hétérogène sur l'aire urbaine dont elle occupe 3 470 ha (27,2 %). Le relief est très variable (de très faible à prononcé), avec des hauteurs relatives maximales de 260 m, des sommets plats, des versants rectilignes à modérément convexes. Les pentes sont : de 0 à 5 pour cent dans les secteurs de La Carolina, Santa Ana, Villa Flora, Atahualpa, San Bartolo, El Pinado, Solanda, Santa Rita, Las Cuadras, La Balbina, Pucará et La Arcadia ; de 5 à 12 pour cent dans le secteur de Mariana de Jesús correspondant à un processus d'accumulation ancien et dans l'extrême nord-est de Quito ; de 12 à 25 pour cent dans l'extrême nord-ouest de la cuvette, où se constate un ancien processus d'accumulation drainé par le ravin Rumihurcu, et dans les extrêmes sud-est et sud-ouest ; de 25 à 40 pour cent aux extrémités de la cuvette, vers l'est et l'ouest ; de 40 à 70 pour cent (instables) dans le Panecillo et dans le secteur bordant le secteur de Guápulo. Cette zone se caractérise également par la présence de failles.

Le drainage superficiel est très favorable, sauf dans les zones à pente faible, où l'eau stagne et crée des bourbiers. Hydrogéologiquement, dans les secteurs correspondant à Santa Rosa et Potrerillos, il n'existe pas de problèmes dus à la présence d'eaux souterraines aux cotes habituelles d'assise, sauf une petite poche d'eau qu'on rencontre à une profondeur moyenne de 1,20 m. Dans le secteur allant de Santa Ana à La Arcadia, selon les données recueillies, presque toutes les études de sols révèlent l'existence d'un niveau phréatique aux cotes habituelles d'assise (la profondeur maximale constatée est de 9 m), ce qui est logique si l'on se rappelle que cette zone fut le lit d'une lagune, dont le drainage n'a pas été réalisé totalement laissant des sols peu cohérents et marécageux. Dans les secteurs de Rumipamba et Belisario Quevedo, les études n'enregistrent pas de niveaux d'eau, sauf en certains cas qui témoignent de l'existence de niveaux phréatiques appartenant à de petites nappes aquifères ou à des poches d'eaux souterraines. Dans les quartiers de La Carolina et La Pradera, la présence d'un niveau phréatique est courante aux cotes habituelles d'assise, ce qui peut être dû à la rétention d'eaux, car ce site était un point de confluence de ravins qui ont convergé ensuite avec celui d'El Batán. Dans les autres unités de cette catégorie, il n'existe pas de niveaux phréatiques aux cotes habituelles d'assise.

Les caractéristiques des sols sont similaires à celles de la zone favorable.

Cette zone est considérée comme défavorable car les unités sont associées à des problèmes géomorphologiques et hydrogéologiques, ce qui impose que lors de projets on ait à surmonter des difficultés plus grandes que dans le cas précédent et à un coût supérieur.

1.4. Zone très défavorable

Elle prend en écharpe le site de Quito tant dans les gorges du rio Machángara, dans le secteur de la colline de Puengasí et dans les zones périphériques de Monjas, du Comité del Pueblo n° 1 et de Tarqui. Elle a une superficie de 1 822 ha (14,3 % de l'aire urbanisée). Le relief est constitué de gorges, presque toujours remblayées et de versants prononcés. Le degré de pente va de 40 à plus de 70 pour cent (très instable), sauf pour les lits remblayés qui ont été nivelés et raccordés à la topographie des lieux. Cette zone est caractérisée également par la présence de failles.

Le drainage naturel est très favorable. Selon les données recueillies, on ne détecte pas de niveau phréatique jusqu'à une profondeur de 8 m.

Esta zona es considerada entonces muy favorable y estable sin limitantes para la construcción.

1.2. Zona favorable

Ocupa mayoritariamente la parte baja del graben de Quito que corresponde a depósitos lacustres, y los extremos longitudinales del mismo que cubren en ciertos casos antiguos conos de deyección. Comprende una superficie de 4.794 ha (37,6 % del área urbana). El relieve es homogéneo y en general bajo, con alturas relativas de hasta 150 m; predominan cimas planas o moderadamente redondeadas, vertientes rectilíneas y ligeramente convexas. El grado de pendiente predominante es de 0 a 5 por ciento (muy estable) y corresponde al corredor longitudinal y central de la cubeta. Las pendientes de 5 a 12 por ciento (estables) se presentan en los extremos norte y sur de esta zona; las de 12 a 25 por ciento (relativamente estables) forman dos corredores longitudinales en los extremos del área urbana, siendo marcada su presencia al Oeste, en el sector de San Juan y al Este, en los sectores de Luluncoto, Pío XII, Alpahuasi, Chahuarquingo, Ferroviaria Alta, Oriente Quiteño, La Lucha de los Pobres y Pueblo Unido de Quito, en donde se combinan con pendientes de 25 a 40 por ciento (relativamente inestables).

El drenaje superficial es favorable tanto al oriente como al occidente, dado el grado de inclinación característico de esta zona. En invierno, la parte central es muy susceptible a la presencia de encharcamientos, pues el grado de pendiente favorece la acumulación.

Hidrogeológicamente, desde el sector centro hacia el Norte de la ciudad, no se presentan niveles freáticos en las cotas habituales de cimentación; no obstante, se recomienda realizar los necesarios trabajos *in situ* para comprobarlo, pues pueden presentarse mantos colgados de agua. En el extremo sur, correspondiente a los sectores de Chillogallo, La Concordia y El Tránsito, no se registra nivel freático hasta una profundidad investigada de 16 m.

Los suelos (SM, ML y, en bajos porcentajes, CL, limos orgánicos OL, arenas mal graduadas SP y otros) tienen en general una capacidad portante y una resistencia al corte entre 0,8 a 1,4 kg/cm², con un índice de liquidez entre 0 y 1, lo que significa que, en estado natural, no presentan buenas condiciones para la construcción. Por ello, se deben buscar estratos más profundos para cimentar. En los demás casos, las limitaciones para la construcción dependen del grado de inclinación del terreno.

Se considera que esta zona es favorable, con problemas que limitan el grado de constructibilidad; no obstante, el ingeniero proyectista deberá encontrar una relación óptima entre los costos y la profundidad de excavación, el área de cimentación, la altura de construcción, la necesidad de mejoramiento o modificación del suelo, etc.

1.3. Zona desfavorable

Esta zona se encuentra distribuida heterogéneamente en el área urbana de la que cubre 3.470 ha (27,2 %). El relieve es muy variable (desde muy suave hasta pronunciado), con alturas relativas máximas de 260 m, cimas planas, vertientes rectilíneas a moderadamente convexas. Las pendientes son: de 0 a 5 por ciento en los sectores de La Carolina, Santa Ana, Villa Flora, Atahualpa, San Bartolo, El Pintado, Solanda, Santa Rita, Las Cuadras, La Balbina, Pucará y La Arcadia; de 5 a 12 por ciento en el sector de Mariana de Jesús correspondiente a un proceso de acumulación antiguo, y en el extremo nor-este de Quito; de 12 a 25 por ciento en el extremo nor-este de la cubeta, en donde se localiza otro proceso de acumulación antiguo drenado por la quebrada Rumihurcu, y en los extremos sur-este y sur-oeste; de 25 a 40 por ciento en los extremos de la cubeta, hacia el Oriente y el Occidente; de 40 a 70 por ciento (inestables) en El Panecillo y en el sector que bordea a Guápulo. En esta zona es característica también la presencia de fallas.

El drenaje superficial es muy favorable, excepto en las áreas de pendiente débil, en donde el agua se detiene y provoca encharcamiento. Hidrogeológicamente, en los sectores de Santa Rosa y Potrerillos, no existen problemas por la presencia de aguas subterráneas en las cotas habituales de cimentación, salvo un pequeño manto de aguas colgadas a una profundidad promedio de 1,20 m. En el sector que va desde Santa Ana hasta La Arcadia, de acuerdo a datos recopilados, casi todos los estudios de suelos revelan la existencia de una capa freática en las cotas habituales de cimentación (la profundidad máxima investigada es de 9 m), lo cual es lógico, si recordamos que el sector constituyó un lecho lagunar cuyo drenaje no se realizó en forma total quedando suelos flojos y pantanosos. En los sectores de Rumipamba y Belisario Quevedo, los estudios no registran niveles de agua, salvo en algunos casos que permiten deducir la existencia de capas freáticas pertenecientes a pequeños acuíferos o a aguas subterráneas. En los barrios de La Carolina y La Pradera, la presencia de un nivel freático es común en las cotas habituales de cimentación, lo cual puede deberse a la retención de aguas, por cuanto este sitio era un punto de confluencia de quebradas que convergieron posteriormente con la de El Batán. En las demás unidades de esta categoría, no se presentan capas freáticas en las cotas habituales de cimentación.

Las características de los suelos son similares a las de la zona favorable.

Se considera que esta zona es desfavorable pues las unidades están asociadas a problemas geomorfológicos e hidrogeológicos, lo que impone que para la realización de proyectos se tenga que superar mayores problemas que en el caso anterior y a un costo superior.

1.4. Zona muy desfavorable

Esta zona cruza, en su mayor parte, el tejido urbano de Quito, en el encañonamiento del río Machángara, el sector de la loma de Puengasí, las áreas periféricas de Monjas, del Comité del Pueblo n° 1 y la ciudadela Tarqui. Cubre una superficie de 1.822 ha (14,3 % del área urbanizada). El relieve está constituido por gargantas en la mayoría de casos rellenadas, y vertientes pronunciadas. El grado de pendiente va de 40 a más del 70 por ciento (muy inestable), excepto en los cauces rellenados que han sido nivelados de acuerdo a la topografía. La zona se caracteriza igualmente por la presencia de fallas.

El drenaje natural es muy favorable. Según los datos recopilados, no se detecta la presencia de nivel freático hasta la profundidad investigada de 8 m.

Figura 1 Hidrogeología
Figure 1 Hydrogéologie

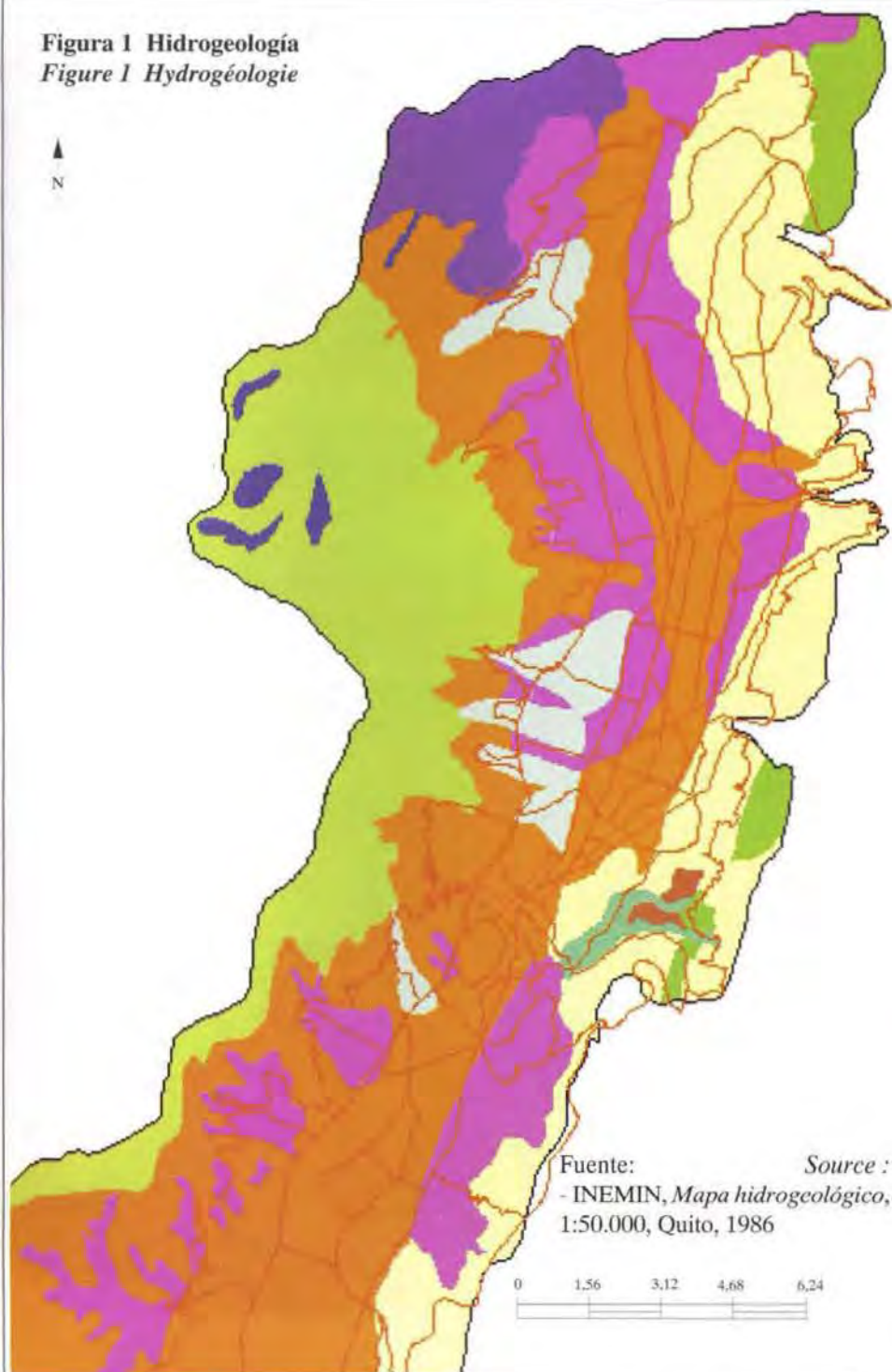
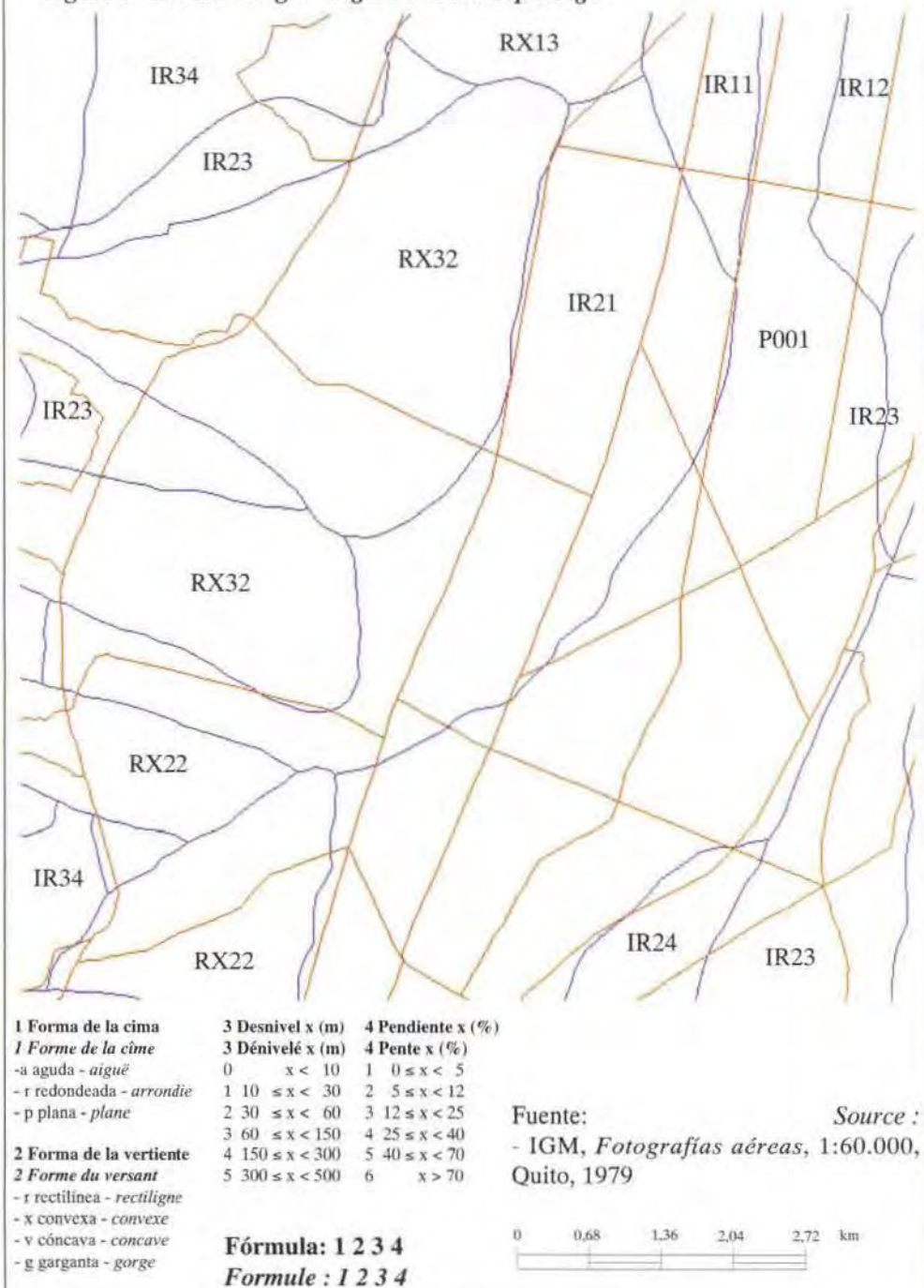
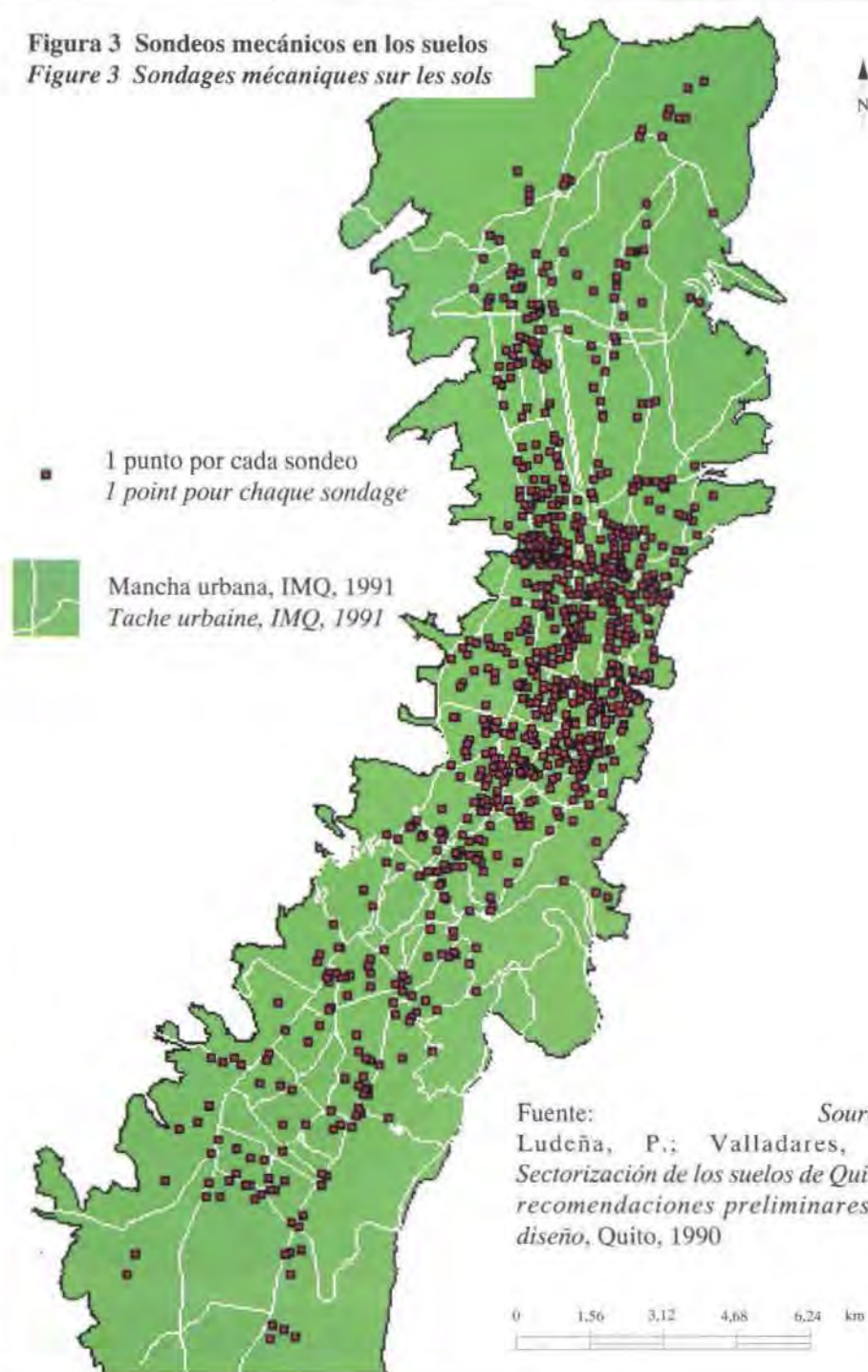


Figura 2 Geomorfología - Figure 2 Géomorphologie



UNIDAD - UNITÉ		LITOLOGÍA - LITHOLOGIE	PERMEABILIDAD PERMÉABILITÉ	CAPACIDAD DEL ACUÍFERO CAPACITÉ DE L'ACQUIFÈRE	ESTRATIGRAFÍA - STRATIGRAPHIE Era - Ère Serie - Série		
	Depósito aluvial <i>Dépôt alluvial</i>		Variable, generalmente alta <i>Variable, généralement forte</i>	Alto rendimiento <i>Fort rendement</i>	Holoceno <i>Holocène</i>	Cuaternario <i>Quaternaire</i>	
	Depósito coluvial <i>Dépôt colluvial</i>						
	Depósito lagunar <i>Dépôt lagunaire</i>						
	Depósito glaciar <i>Dépôt glaciaire</i>						
	Cangagua <i>Cangagua</i>	Cenizas, capas de pómez, tobas, lapilli <i>Cendres, ponces, tufs, lapilli</i>	Variable, de baja a media <i>Variable, de faible à moyenne</i>		Holoceno, Pleistoceno <i>Holocène, Pléistocène</i>		
	Depósitos volcánicos del Pichincha <i>Dépôts volcaniques du Pichincha</i>	Lavas, aglomerados, cenizas, tobas <i>Laves, brèches, cendres, tufs</i>	Baja a media <i>Faible à moyenne</i>	Bajo a medio rendimiento <i>Faible à moyen rendement</i>	Pleistoceno <i>Pléistocène</i>		
	Depósitos volcánicos del Atacazo <i>Dépôts volcaniques de l'Atacazo</i>	Lavas, aglomerados, flujos piroclásticos <i>Laves, brèches, coulées pyroclastiques</i>					
	Volcano-sedimentos del Machangará <i>Sédiments volcaniques du Machangará</i>	Lavas, areniscas, arenas tobáceas <i>Laves, dépôts sablonneux, tufs sableux</i>					
	Cono de deyección, derrubio <i>Cône de déjections, affouillement</i>						
	Cangagua sobre depósitos coluviales <i>Cangagua sur dépôts colluviaux</i>						
	Cangagua sobre depósitos volcánicos del Pichincha <i>Cangagua sur dépôts volcaniques du Pichincha</i>						
	Cangagua sobre volcano-sedimentos del Machangará <i>Cangagua sur sédiments volcaniques du Machangará</i>						

Figura 3 Sondages mécaniques en los suelos
Figure 3 Sondages mécaniques sur les sols



Les sols (ML, SM, avec des pourcentages représentatifs d'argiles dans les premiers mètres) admettent en général une bonne capacité portante et présentent de faibles résistances au cisaillement ainsi qu'un indice élevé de plasticité.

Les problèmes géomorphologiques constituent le principal obstacle à la constructibilité car les pentes, instables à très instables, donnent lieu à des processus de glissements et d'éboulements très marqués, ce qui s'ajoute à la présence de fractures. Sont également caractéristiques de cette zone les problèmes géotechniques associés à la présence de remblaiements et de tunnels.

2. Incidence des variables physiques sur les zones géotechniques

2.1. Géomorphologie

Pour déterminer les ensembles géotechniques, il faut prendre en compte en particulier les formes du relief. Lors d'une première approximation, on s'est basé sur la carte géomorphologique. Dans le cas de l'aire urbaine de Quito, les paramètres définissant la géomorphologie, tels que la forme du sommet, la forme du versant et la hauteur relative, n'ont pas d'incidence importante sur la restriction du degré de constructibilité, car dans cette zone prédominent des terrains à sommets aplatis, des versants rectilignes et modérément convexes et des hauteurs relatives maximales d'environ 200 m. Toutefois, la valeur de la pente, étroitement liée à l'occurrence de phénomènes morphodynamiques et à la stabilité du terrain, a un caractère contraignant.

2.2. Hydrogéologie

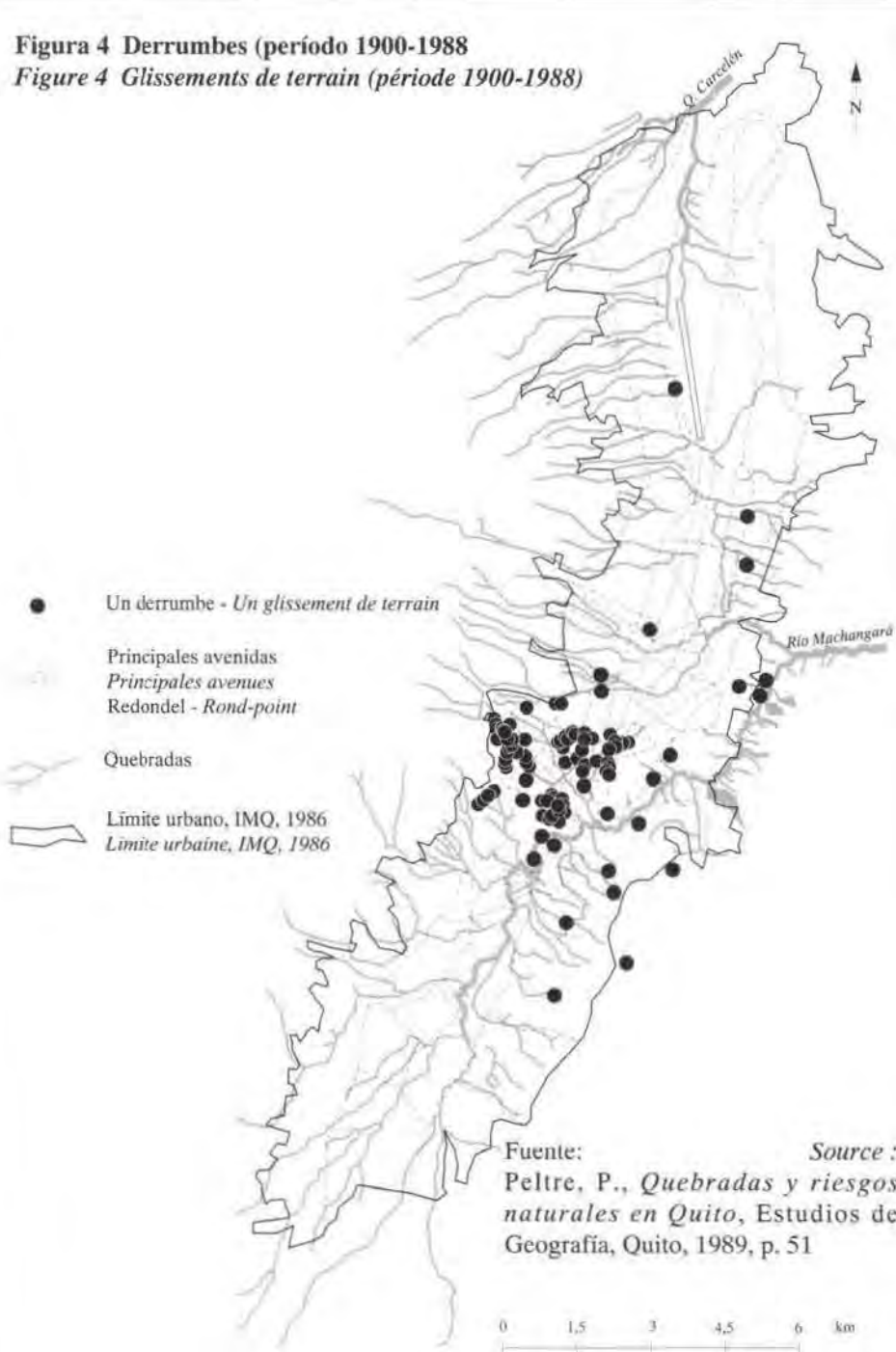
La connaissance de l'hydrologie superficielle (drainage, débits, etc.) et souterraine (nappes aquifères, niveaux phréatiques, etc.) est importante pour la réalisation de nombreux projets d'aménagement. Pour Quito, quatre aspects importants ont été considérés :

- localisation probable des niveaux phréatiques ;
- comportement des matériaux de surface face à l'infiltration : perméabilité, semi-perméabilité et imperméabilité (caractéristiques figurant sur la carte hydrogéologique correspondante) ;
- type de drainage principal : infiltration, ruissellement, infiltration plus ruissellement ;
- qualité du drainage : acceptable ou déficiente (tendance à l'inondation ou niveaux phréatiques superficiels).

2.3. Morphodynamique

Une très bonne connaissance des processus morphodynamiques actifs est particulièrement nécessaire pour la détermination du degré de constructibilité des zones considérées. Ainsi, par exemple, dans une zone fréquemment affectée par des éboulements, le degré de constructibilité

Figura 4 Derrumbes (período 1900-1988)
Figure 4 Glissements de terrain (période 1900-1988)



Los suelos (ML, SM, con representativos porcentajes de arcillas en los primeros metros) tienen en general una buena capacidad portante y bajas resistencias al corte así como un alto índice de plasticidad.

Los problemas geomorfológicos constituyen el principal obstáculo a la constructibilidad pues las pendientes, inestables a muy inestables, dan lugar a procesos de deslizamientos y derrumbes por gravedad muy marcados, a lo que se agrega la presencia de fallas. También son característicos de esta zona los problemas geotécnicos asociados a la presencia de rellenos y túneles.

2. Incidencia de las variables físicas en las zonas geotécnicas

2.1. Geomorfología

Para definir los conjuntos geotécnicos, hay que tener en cuenta en particular las diferentes formas de relieve. En una primera aproximación, nos basamos en el mapa geomorfológico. En el caso del área urbana de Quito, los parámetros que definen la geomorfología, tales como la forma de la cima, la forma de la vertiente y la altura relativa, no tienen mayor incidencia en la restricción del grado de constructibilidad, pues en la zona predominan terrenos con cimas planas, vertientes rectilíneas y moderadamente convexas y alturas relativas máximas de alrededor de 200 m. No obstante, el valor de la pendiente, íntimamente relacionado con la ocurrencia de fenómenos morfodinámicos y con la estabilidad del terreno, constituye una limitación importante.

2.2. Hidrogeología

El conocimiento de la hidrología superficial (drenaje, caudales, etc.) y subterránea (acuíferos, niveles freáticos, etc.) es importante para la ejecución de numerosos proyectos en materia de ordenación territorial. Para el área de Quito, se consideraron cuatro aspectos importantes:

- localización probable de los niveles freáticos;
- comportamiento de los materiales de superficie ante la infiltración: permeabilidad, semipermeabilidad e impermeabilidad (características que constan en el respectivo mapa hidrogeológico);
- tipo de drenaje principal: infiltración, escurrimiento, infiltración más escurrimiento;
- calidad del drenaje: aceptable o deficiente (tendencia al encharcamiento o niveles freáticos superficiales).

2.3. Morfodinámica

El conocimiento cabal de todos los procesos morfodinámicos activos es de vital importancia para determinar el grado de constructibilidad de las zonas consideradas. Así por ejemplo, en una zona frecuentemente afectada por derrumbes, el grado de constructibilidad es bajo, al igual

est faible, de même que dans les aires où se produisent des glissements, des effondrements, un ruissellement en ravins et d'autres processus érosifs agressifs.

Parallèlement à l'analyse de ces variables, il est nécessaire d'identifier les paramètres géotechniques.

3. Identification des paramètres géotechniques

Pour l'élaboration de la carte, les principaux paramètres de la mécanique des sols ont été pris en compte. Ces données, quoiqu'importantes, ne sont pas les seules considérées lors de la réalisation de cartes géotechniques détaillées. Cependant, au niveau de notre analyse, les paramètres choisis sont suffisants pour indiquer les caractéristiques géotechniques générales.

3.1. Géologie et lithologie

La classification des roches fournit leurs caractéristiques générales : structure, compacité, résistance, cimentation, forme, caractéristiques de surface, etc.

Selon leurs caractéristiques, on a déterminé quatre catégories de roches : tendres, tendres à semi-dures, dures, et dures à très dures.

Les matériaux volcaniques du Pichincha, composés de laves, de cendres, de tufs, de brèches, etc. sont considérés comme des roches dures par leur nature et par les caractéristiques déjà mentionnées, de même que ceux du Machángara. La « cangahua », généralement constituée de lapillis, est considérée comme une roche tendre à semi-dure, car elle contient des particules mobilisables de lave mousseuse.

3.2. Consistance des sols et des dépôts

Elle est inverse aux caractéristiques des roches. En présence de roches très dures, la consistance des sols et des dépôts est très faible, à cause des facteurs de météorisation et d'érosion, auxquels il faut ajouter le degré de cimentation qui doit être évalué par des essais in situ.

3.3. Types de sols de surface

Les zones très défavorables correspondent à des sols à plasticité très élevée tels que les argiles organiques et inorganiques, ou à des limons organiques à moyenne plasticité. Dans ces cas, il existe une capacité d'absorption d'eau plus importante et si les terrains sont situés sur de fortes pentes, il y aura des phénomènes de solifluxion, ce qui rend difficile l'implantation d'ouvrages civils. Selon la classification SUCS, il s'agit de sols de type CL, CH et OH.

Au contraire, les zones très favorables pour la construction sont caractérisées par des sols de type GW, GM (avec des pourcentages de matériaux fins inférieurs à 12 % en poids), SM et ML (classification SUCS), ce qui correspond à des graviers bien gradués, des graviers limoneux, des sables limoneux, des limons organiques et des sables très fins.

Les zones favorables possèdent de sols de type ML, OL, SM, selon la même classification, qui correspondent à des sables et limons à granulométrie hétérogène, des sables fins limoneux, des argiles limoneuses organiques de faible plasticité et des limons organiques.

L'analyse de la corrélation stratigraphique donne une idée complémentaire des types de sol de surface, qui permettra d'entreprendre des ouvrages d'infrastructure de plus grande envergure nécessitant des assises plus profondes sur des sols de plasticité moyenne à haute.

3.4. Capacité de support

C'est la capacité maximale admissible de charge d'un sol. Elle est déterminée à partir des essais triaxiaux, mais n'a pas été considérée pour elle-même car elle varie sur peu de mètres et étant donné les unités choisies, il y avait un risque à lui attribuer une valeur spécifique. On a donc pris une valeur moyenne de capacité admissible —correspondant aux premiers mètres et qualifiée suivant les spécifications techniques de la construction :

$< 2 \text{ kg/cm}^2 = \text{très bonne}$
 $\geq 2 \text{ kg/cm}^2 = \text{bonne}$
 $< 1 \text{ kg/cm}^2 = \text{médiocre}$
 $\geq 1 \text{ kg/cm}^2 = \text{déficiente}$

Ces valeurs sont directement associées à la profondeur d'assise.

3.5. Résistance au cisaillement

Il s'agit de la résistance d'un sol devant une contrainte cisailante. Ce type de résistance est quantifié à l'aide d'équipements de laboratoire, au moyen d'essais édométriques. Cependant, étant donné l'objectif de notre carte, les valeurs ont été quantifiées et qualifiées selon la table suivante :

$< 2 \text{ kg/cm}^2 = \text{très bonne}$
 $\geq 2 \text{ kg/cm}^2 = \text{bonne}$
 $< 1 \text{ kg/cm}^2 = \text{médiocre}$
 $\geq 1 \text{ kg/cm}^2 = \text{déficiente}$

3.6. Compressibilité

C'est la mesure de la capacité d'un sol à se déformer sous l'effet d'une charge. Ce paramètre géotechnique est inversement proportionnel à la résistance au cisaillement.

La compressibilité dépend fortement de la perméabilité : elle est faible dans des sols très perméables et en général élevée dans des sols à faible perméabilité.

que en las áreas en donde se producen deslizamientos, hundimientos, un escurrimiento en surcos y otros procesos erosivos agresivos.

Paralelamente al análisis de estas variables, es necesario identificar los parámetros geotécnicos.

3. Identificación de los parámetros geotécnicos

Para la elaboración del mapa, se han tomado en cuenta los principales parámetros de mecánica de suelos. Estos datos, aunque importantes, no son los únicos que se deben considerar para realizar mapas geotécnicos detallados. Sin embargo, al nivel de nuestro análisis, los parámetros escogidos son suficientes para indicar las características geotécnicas generales.

3.1. Geología y litología

La clasificación de las rocas proporciona sus características generales: estructura, compacidad, cementación, forma, características de superficie, etc.

Según sus características, se determinaron cuatro categorías de rocas: suaves, suaves a semiduras, duras, y duras a muy duras.

Los materiales volcánicos del Pichincha, compuestos de lavas, cenizas, tobas, aglomerados, etc., son considerados como rocas duras por su naturaleza y por las características antes mencionadas, al igual que los del Machángara. La cangahua, constituida generalmente de lapillís, es considerada como una roca suave a semidura pues contiene partículas sueltas de lava espumosa.

3.2. Consistencia de los suelos y depósitos

Está en relación inversa con las características de las rocas. En presencia de rocas muy duras, la consistencia de los suelos y depósitos es muy baja, debido a factores de meteorización y erosión, a los que se debe agregar el grado de cementación que es evaluado por los respectivos ensayos *in situ*.

3.3. Tipos de suelo de superficie

Las zonas muy desfavorables corresponden a suelos de plasticidad muy alta como las arcillas orgánicas e inorgánicas, o a limos orgánicos de plasticidad media. En esos casos, existe una mayor capacidad de absorción de agua y si los terrenos están situados en pendientes fuertes, se producirán fenómenos de solifluxión, lo que hace difícil la implantación de obras civiles. Según la clasificación SUCS, se trata de suelos de tipo CL, CH y OH.

Por el contrario, las zonas muy favorables para la construcción se caracterizan por suelos de tipo GW, GM (con porcentajes de materiales finos inferiores al 12 % en peso), SM y ML (clasificación SUCS), lo que corresponde a gravas bien graduadas, gravas limosas, arenas limosas, limos inorgánicos y arenas muy finas.

Las zonas favorables poseen suelos de tipo ML, OL, SM, según la misma clasificación, que corresponden a arenas y limos de granulometría heterogénea, arenas finas limosas, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad y limos orgánicos.

El análisis de la correlación estratigráfica nos da una idea complementaria del tipo de suelo de superficie, la misma que permitirá emprender obras de infraestructura de mayor envergadura que requieren cimentaciones más profundas, en suelos de media a alta plasticidad.

3.4. Capacidad de soporte

Es la capacidad máxima admisible de carga de un suelo. Se determina a través de los ensayos triaxiales, pero no ha sido considerada en forma específica ya que varía en pocos metros y de acuerdo a las unidades que se han elegido, se correría el riesgo de atribuirle un valor particular. Por lo tanto, se tomó un valor medio de capacidad admisible —correspondiente a los primeros metros y calificado de acuerdo a las especificaciones técnicas de la construcción:

$< 2 \text{ kg/cm}^2 = \text{muy buena}$
 $\geq 2 \text{ kg/cm}^2 = \text{buena}$
 $< 1 \text{ kg/cm}^2 = \text{regular}$
 $\geq 1 \text{ kg/cm}^2 = \text{deficiente}$

Estos valores están asociados directamente a la profundidad de cimentación.

3.5. Resistencia al corte

Es la resistencia que ofrece un suelo ante un esfuerzo cortante. Este tipo de resistencia es cuantificado con equipos en laboratorio, a través de ensayos edométricos. Sin embargo, dado el objetivo del mapa, los valores fueron cuantificados y calificados de acuerdo a la siguiente tabla:

$< 2 \text{ kg/cm}^2 = \text{muy buena}$
 $\geq 2 \text{ kg/cm}^2 = \text{buena}$
 $< 1 \text{ kg/cm}^2 = \text{regular}$
 $\geq 1 \text{ kg/cm}^2 = \text{deficiente}$

3.6. Compresibilidad

Es la medida de la capacidad de un suelo de deformarse bajo el efecto de una carga. Este parámetro geotécnico es inversamente proporcional a la resistencia al corte.

La compresibilidad depende, en gran medida, de la permeabilidad, siendo baja en suelos muy permeables y por lo general elevada en suelos de baja permeabilidad.

4. Dangers associés aux événements géodynamiques

Il a semblé important de résumer de manière générale ce que nous avons appelé danger et qui est un aspect à ne pas négliger dans l'évaluation de la constructibilité d'un terrain.

4.1. Dangers volcaniques et sismiques

Le plus grand danger lié à l'activité volcanique est la proximité du Guagua Pichincha par rapport à la ville de Quito. Le réveil de ce volcan peut évoluer vers une éruption composée de matériaux pyroclastiques, de flux de lave et de lahars orientés vers l'ouest. Des retombées de cendres, des coulées de boues secondaires et des dépôts de matériaux sur la partie basse de la cuvette, en seraient les effets probables sur le site de Quito.

On doit aussi mentionner que le volcan Cotopaxi se trouve dans une période de réactivation possible. Si cela se produit, les mouvements occasionnés provoqueraient une réactivation des failles du couloir interandin. La liquéfaction des sables est un autre phénomène associé aux fortes secousses ; toutefois, il est signalé que depuis 1541, cinq séismes d'intensité VIII ont eu lieu sans que ce phénomène se produise ; on ne peut cependant le négliger sur les dépôts lacustres de Quito.

4.2. Danger hydrogéologique

Les drains en tunnels constituent un des dangers les plus graves. Ces tunnels se creusent habituellement dans les talus des ravins ; lorsque l'eau des crues atteint ou dépasse leur seuil, elle les emprunte entraînant érosion et effondrement ; on a pu observer aussi que, lors de son effondrement, un tunnel devient collecteur des eaux de surface et se transforme en drain à ciel ouvert. Ce phénomène est mis en évidence dans la partie haute de la Mena II, près du ravin Yacubata.

Les ravins constituent un élément naturel de drainage. Cependant, ils sont soumis à un dépôt permanent de matériaux, ce qui entraîne la formation de digues. Il peut arriver que le matériel ne supporte plus la pression hydraulique et que ces digues se rompent, ce qui cause alors de graves dégâts, notamment dans les zones à faible pente.

La stagnation des eaux a été observée dans des zones très basses, tel le secteur de Solanda, dont la topographie, rigoureusement plate, ne permet pas un drainage adéquat et détermine la formation de sols marécageux.

Par ailleurs, la baisse et la hausse des niveaux piézométriques (causées, dans le premier cas, par la surexploitation des couches aquifères, et dans le second, par l'utilisation d'eaux superficielles au lieu d'eaux souterraines) peuvent provoquer des tassements dans les zones profondes et, par conséquent, donner lieu à des effondrements. Pour toute utilisation planifiée, il faut donc envisager des solutions à ces problèmes :

- réalimentation de ces nappes aquifères par des mécanismes de réinjection et autres afin de les remettre en charge ;
- exploitation permanente de puits stratégiques afin de maintenir l'équilibre des niveaux piézométriques.

4.3. Dangers géomorphologiques

Ces dangers se présentent dans toutes les zones où existent des alignements supposés de failles, des pentes fortes à très fortes associées à des glissements, et des escarpements.

L'existence de failles influe sur la réactivation des processus morphodynamiques comme on l'observe au nord-ouest de Quito, dans le ravin La Raya qui présente des phénomènes de solifluxion, des effondrements de galeries, des glissements, etc. Ces aspects doivent être pris en compte pour la planification d'ouvrages civils.

Les pentes fortes à très fortes, caractéristiques des zones comme l'Itchimbia, Guápulo, La Libertad, les gorges du río Machángara, etc. sont associées à des processus morphodynamiques tels les glissements et les effondrements par gravité.

4.4. Danger géotechnique

Il se manifeste par la présence de remblaiements qui peuvent être classés en récents, actuels et propres.

Les remblaiements récents sont des sols de type OL. Leur danger réside dans la déficience de leur résistance au cisaillement et dans leur compressibilité moyenne.

Les remblaiements actuels se produisent par dépôts de déchets et de débris de toute sorte sur les bords de la plupart des ravins. Leur danger potentiel réside dans la prise en compte des nouveaux bords de ravin comme des terrains stabilisés. La poursuite des remblaiements entraînerait des tassements.

Les remblaiements propres ont été réalisés selon une planification préalable. Cependant, ils présentent un danger dans la mesure où ils ne respectent pas les conditions de compactage et de drainage.

L'existence de tunnels détermine un danger déclaré dont les conséquences se traduisent par des tassements. Il devient nécessaire de contrôler les écoulements d'eau car ils provoquent un affouillement des sables et, par conséquent, l'effondrement des tunnels. Il existe en outre le risque que les tunnels fonctionnent comme des canaux d'évacuation des eaux usées qui contamineraient les nappes aquifères.

Suite à l'hiver rigoureux qui a affecté la ville en décembre 1982, on a pu observer ces phénomènes dans le secteur de Tarquí (Mena II). Les tassements et l'effondrement de quelques maisons ont révélé l'existence de tunnels qui avaient été creusés pour extraire des sables utilisés comme matériau de construction.

4. Peligros ligados a los eventos geodinámicos

Se estimó conveniente resumir en forma general lo que se denomina *peligros* como un aspecto que no debe descuidarse en la evaluación de la constructibilidad de un terreno.

4.1. Peligros volcánicos y sísmicos

El mayor peligro ligado a la actividad volcánica constituye la cercanía del Guagua Pichincha con relación a la ciudad de Quito. La reactivación de ese volcán puede evolucionar hacia una erupción compuesta de materiales piroclásticos, flujos de lava y lahars orientados hacia el Occidente. En el sitio de Quito, la caída de cenizas, los flujos de lodo secundarios y los depósitos de materiales en la parte baja de la cubeta, serían los efectos probables de tal fenómeno.

Se debe igualmente mencionar que el volcán Cotopaxi se encuentra en un período de posible reactivación. Si ello se produce, los movimientos ocasionados provocarían una reactivación de las fallas en el callejón interandino. La licuefacción de las arenas es otro fenómeno asociado a las sacudidas bruscas; sin embargo, cabe señalar que desde 1541 se han producido cinco sismos de intensidad VIII y tal evento no se ha presentado, sin descartar dicho peligro en el depósito lagunar de Quito.

4.2. Peligro hidrogeológico

El drenaje por túneles constituye uno de los más graves peligros. Tales túneles suelen iniciarse en los taludes de quebrada; cuando el agua de las crecidas alcanza o supera su umbral, empieza a fluir por ellos ocasionando colapso y erosión; de igual manera, se ha podido observar que, al hundirse, el túnel se transforma en colector de aguas superficiales convirtiéndose en un canal de drenaje a cielo abierto. Este fenómeno se evidencia en la parte superior de la Mena II, cerca de la quebrada Yacubata.

Las quebradas constituyen un elemento natural de drenaje. Sin embargo, están sometidas a un constante depósito de materiales, lo que trae como consecuencia la formación de diques, pudiendo llegar un momento en que el material no soporte la presión hidráulica y se produzca un rompimiento del dique, lo que causaría graves daños, especialmente en las zonas de menor pendiente.

El estancamiento de aguas ha sido observado en zonas muy bajas, como el sector de Solanda, cuya topografía plana, no permite el drenaje adecuado determinando la formación de suelos pantanosos.

Por otro lado, el descenso y el ascenso de los niveles piezométricos (causados, en el primer caso, por la sobre-explotación de los acuíferos, y en el segundo, por la utilización de aguas superficiales en reemplazo de aguas subterráneas) pueden causar debilitamientos en las capas profundas y, consecuentemente, dar lugar a hundimientos. Para toda utilización planificada, debe considerarse entonces alternativas de solución a tales problemas:

- realimentación de los acuíferos mediante mecanismos de reinyección de agua u otros que permitan mantenerlos cargados;
- explotación permanente de pozos estratégicos a fin de mantener el equilibrio de los niveles piezométricos.

4.3. Peligros geomorfológicos

Estos peligros se presentan en todas las zonas en donde existen lineamientos supuestos de fallas, pendientes fuertes y muy fuertes, asociadas a deslizamientos y escarpes.

La presencia de fallas incide en la activación de los procesos morfodinámicos como se observa en el sector noroccidental de Quito, en la quebrada La Raya que presenta fenómenos de solifluxión, hundimientos de galerías, deslizamientos, etc. Estos aspectos deben ser tomados en cuenta en la planificación de obras civiles.

Las pendientes fuertes y muy fuertes, características de sectores como El Itchimbia, Guápulo, La Libertad, el encañonamiento del río Machángara, etc., están asociadas a procesos morfodinámicos como deslizamientos y derrumbes por gravedad.

4.4. Peligro geotécnico

Se manifiesta por la presencia de rellenos que pueden clasificarse en recientes, actuales y limpios.

Los *rellenos recientes* son suelos de tipo OL cuyo peligro radica en su deficiente resistencia al corte y su mediana compresibilidad.

Los *rellenos actuales* se producen por el depósito de desechos y escombros de todo tipo en los bordes de la mayoría de las quebradas. El peligro potencial radica en el hecho de que se puede tomar a los nuevos bordes como terrenos estabilizados, pudiendo la prosecución del relleno acarrear asentamientos.

Los *rellenos limpios* se han realizado de acuerdo a una planificación previa. Sin embargo, constituyen un peligro por cuanto no cumplen con requerimientos de compactación y de drenaje.

La existencia de túneles determina un peligro declarado cuyas consecuencias se traducen en asentamientos. Se hace necesario un control de los flujos de agua, pues provocan la erosión de las arenas y, consecuentemente, el colapso de los túneles. Existe además el riesgo de que estos funcionen como canales de evacuación de aguas servidas que contaminarían los acuíferos.

Estos fenómenos fueron observados a raíz del fuerte invierno que afectó a la ciudad en diciembre de 1982, en el sector Tarquí (Mena II). Los asentamientos y el colapso de algunas viviendas revelaron la existencia de túneles que habían sido excavados para extraer arenas utilizadas como material de construcción.