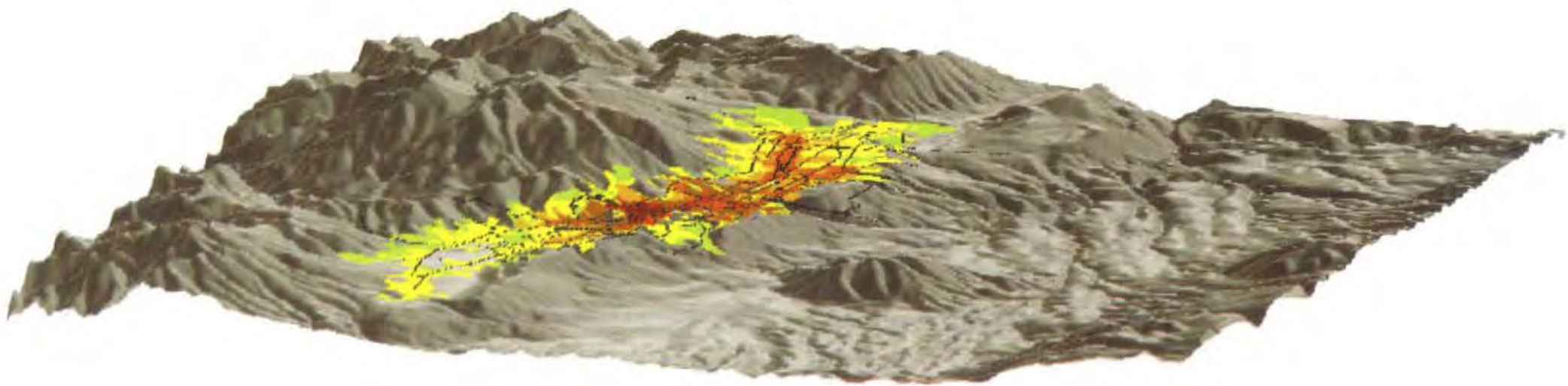


ATLAS INFOGRÁFICO DE QUITO

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

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)

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

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

LA POPULATION DE LA PROVINCE DU PICHINCHA
FACE AU VOLCAN COTOPAXI.

Aléas, risque et vulnérabilité

Robert D'ERCOLE

Responsabilité scientifique - Responsabilidad científica: María Augusta FERNANDEZ

SOURCES ET LIMITES

Les documents présentés dans cette planche concernent la population des régions de la province du Pichincha potentiellement menacées par le volcan Cotopaxi, incluses dans l'aire métropolitaine de Quito ou situées à proximité de la capitale. Ils se fondent essentiellement sur trois types de sources :

- la carte des menaces potentielles du volcan Cotopaxi, achevée en 1988 par l'Institut Géophysique de l'École Polytechnique Nationale (EPN), qui fournit les bases physiques (Hall et Von Hillebrandt, 1988) ;

- les recensements effectués par l'INEC de 1950 à 1982 dont les données traitées et actualisées pour 1988 ont permis de connaître et de représenter la répartition, la densité et l'évolution de la population menacée ;

- une enquête réalisée en 1988 et 1989 dans le cadre d'une convention IFEA / ORSTOM / Defensa Civil / CEDIG / IPGH: les résultats de cette enquête menée auprès d'un échantillon de 2 200 personnes installées dans les régions exposées des provinces de Pichincha et de Cotopaxi (1 137 enquêtes dans la première), indiquent les principaux facteurs de vulnérabilité de la population (D'ERCOLE, 1990 et 1991).

PROBLÉMATIQUE ET CONCEPTION

Le but de cette planche est de présenter, pour les régions proches de Quito, des documents intégrant la composante humaine du risque lié au volcan Cotopaxi. Ces documents sont complémentaires de la carte des menaces potentielles du volcan Cotopaxi qui n'en fournit que la composante physique (types d'aléas, magnitude, extension potentielle des produits et probabilité d'occurrence).

La notion de risque ne peut être complète que si l'on considère les éléments exposés (le patrimoine, les activités et les personnes). Encore s'agit-il de considérer ces éléments exposés à la fois sur le plan quantitatif et sur le plan qualitatif.

La répartition de la population menacée (il n'y a pas de risque là où il n'y a personne), sa densité (impact potentiel plus ou moins important) et son évolution (risque croissant dans les régions à forte expansion démographique) constituent l'aspect quantitatif, celui qui est généralement pris en compte dans les travaux de planification préventive. L'aspect qualitatif est très souvent négligé et pourtant des facteurs aussi divers que la perception du risque, la connaissance des moyens de protection, les conditions économiques, sociales et culturelles, qui influent sur les comportements lors d'une situation d'urgence, font que les personnes sont plus ou moins vulnérables, et ce, dans une même zone de risque. Les documents présentés ici illustrent cette double approche.

ÉLABORATION

La carte 1 est une carte de risque qui tient compte des aléas et de la composante humaine et quantitative du risque. Elle s'appuie donc sur la carte des menaces potentielles établie par l'Institut Géophysique de l'EPN à partir de laquelle ont été dessinées les limites des zones qui pourraient être affectées par les différents aléas en fonction de la magnitude ou de l'« efficacité » d'une éventuelle éruption (lahars, retombées, écoulements pyroclastiques et débris avalanches).

La répartition de la population a été déterminée à partir de cartes topographiques, de photographies aériennes et à la suite de parcours de terrain. Le calcul des densités reportées sur la carte a été effectué sur la base des chiffres et des cartes de l'INEC qui ont permis de travailler à l'échelle du secteur de recensement constituant une fine subdivision du territoire paroissial. L'évolution démographique, pour sa part, a été calculée à l'échelle des paroisses grâce aux chiffres de population fournis par l'INEC de 1950 à 1982, complétés, selon les tendances enregistrées entre 1974 et 1982, par une estimation de la population en 1988.

La carte 2 présente l'un des principaux facteurs de vulnérabilité que les enquêtes ont permis de cerner, la perception du risque personnel. Les réponses fournies par les personnes interrogées à plusieurs questions posées directement ou indirectement sur ce sujet ont permis de déterminer quatre niveaux de perception du risque (1 : élevé à très élevé ; 2 : relativement élevé ; 3 : relativement faible ; 4 : faible à très faible). La carte considère les deux premiers niveaux, regroupés. Elle s'appuie par ailleurs sur des unités territoriales de base délimitées en fonction de la nature de la menace, de l'intensité du risque, des subdivisions administratives, du type de population (urbaine / rurale) et dans certains cas, de la densité.

COMMENTAIRE

La menace

Les moyens scientifiques actuels ne permettent pas de prévoir une période éruptive et encore moins la date d'une éruption volcanique surtout lorsqu'on a affaire à un volcan de type explosif comme l'est le Cotopaxi. Un diagnostic sérieux ne sera réalisable qu'à partir du moment où se produiront des signes précurseurs qui peuvent précéder de quelques jours à plusieurs mois une éruption importante. Encore faut-il disposer, et c'est le cas pour le Cotopaxi depuis

LA POBLACIÓN DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA
FRENTE AL VOLCÁN COTOPAXI.

Peligros, riesgo y vulnerabilidad

FUENTES Y LÍMITES

Los documentos presentados en esta lámina se refieren a la población de las regiones de la provincia de Pichincha potencialmente amenazadas por el volcán Cotopaxi, incluidas en el Área Metropolitana de Quito o situadas a proximidad de la capital. Se basan esencialmente en tres tipos de fuentes:

- el mapa de los peligros potenciales asociados con el volcán Cotopaxi, concluido en 1988 por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), que proporciona las bases físicas (Hall y Von Hillebrandt, 1988);

- los censos realizados por el INEC entre 1950 y 1982, cuyos datos procesados y actualizados para 1988 han permitido conocer y representar la distribución, la densidad y la evolución de la población amenazada;

- una encuesta realizada en 1988 y 1989, en el marco de un convenio IFEA / ORSTOM / Defensa Civil / CEDIG / IPGH, en una muestra de 2.200 personas instaladas en las regiones expuestas de las provincias de Pichincha y Cotopaxi (1.137 encuestas en la primera) y cuyos resultados muestran los principales factores de vulnerabilidad de la población (D'Ercole, 1990 y 1991).

PROBLEMÁTICA Y CONCEPCIÓN

El objetivo de esta lámina es presentar, para las regiones próximas a Quito, documentos que integran el componente humano del riesgo ligado al volcán Cotopaxi. Tales documentos complementan el mapa de las amenazas potenciales del volcán Cotopaxi que no proporciona sino el componente físico (tipos de peligros, magnitud, extensión potencial de los productos y probabilidad de ocurrencia).

La noción de riesgo no puede ser completa si no se consideran los elementos expuestos (el patrimonio, las actividades y las personas). Se trata además de considerar esos elementos expuestos, a la vez en el plano cuantitativo y en el cualitativo.

La distribución de la población amenazada (no hay riesgo en donde nadie existe), su densidad (impacto potencial más o menos importante) y su evolución (riesgo creciente en las regiones de fuerte crecimiento demográfico) constituyen el aspecto cuantitativo, que generalmente es tomado en cuenta en los trabajos de planificación preventiva. El aspecto cualitativo es descuidado frecuentemente y sin embargo factores tan diversos como la percepción del riesgo, el conocimiento de los medios de protección, las condiciones económicas, sociales y culturales, que influyen en los comportamientos al producirse una situación de emergencia, hacen que las personas sean más o menos vulnerables, y ello, en una misma zona de riesgo. Los documentos presentados aquí ilustran este doble enfoque.

ELABORACIÓN

El mapa 1 es un mapa de riesgo que tiene en cuenta los peligros y el componente humano y cuantitativo del riesgo. Se apoya entonces en el mapa de las amenazas potenciales elaborado por el Instituto Geofísico de la EPN, a partir del cual se han dibujado los límites de las zonas que podrían ser afectadas por los diferentes fenómenos en función de la magnitud o de la « eficacia » de una eventual erupción (lahares, caídas de piroclastos, flujos piroclásticos y avalanchas de escombros).

La distribución de la población fue determinada a partir de mapas topográficos, fotografías aéreas y recorridos por el terreno. El cálculo de las densidades representadas en el mapa fue efectuado en base a las cifras y los mapas del INEC que permitieron trabajar a nivel del sector censal que constituye una fina subdivisión del territorio parroquial. La evolución demográfica, por su parte, fue calculada a nivel de las parroquias gracias a las cifras de población proporcionadas por el INEC de 1950 a 1982, completadas, según las tendencias registradas entre 1974 y 1982, con una estimación de la población para 1988.

El mapa 2 presenta uno de los principales factores de vulnerabilidad que las encuestas permitieron definir: la percepción del riesgo personal. Las respuestas proporcionadas por las personas interrogadas con varias preguntas al respecto planteadas directa o indirectamente permitieron determinar cuatro niveles de percepción del riesgo (1: muy elevado; 2: relativamente elevado; 3: relativamente bajo; 4: bajo a muy bajo). El mapa considera los dos primeros niveles, agrupados. Se apoya por otro lado en unidades territoriales básicas delimitadas en función de la naturaleza de la amenaza, de la intensidad del riesgo, de las subdivisiones administrativas, del tipo de población (urbana / rural) y en ciertos casos, de la densidad.

COMENTARIO

La amenaza

Los medios científicos actuales no permiten prever un periodo eruptivo y menos aún la fecha de una erupción volcánica, sobre todo tratándose de un volcán de tipo explosivo como lo es el Cotopaxi. Establecer un diagnóstico serio no sería posible sino en cuanto se produjeran signos precursores que pueden preceder en algunos días a varios meses a una erupción importante. Se debe disponer además, y es el caso del Cotopaxi desde 1991, de equipos de vigilancia bien

1991, d'appareils de surveillance bien placés et suffisamment nombreux. Ce que l'on sait du Cotopaxi permet néanmoins d'établir son caractère extrêmement dangereux en cas d'éruption, de déterminer les principaux aléas auxquels on peut s'attendre et de délimiter approximativement les zones qui pourraient être affectées.

Le volcan a connu au moins cinq étapes éruptives durant la période historique (figure 1), ponctuées d'une trentaine d'éruptions parmi lesquelles certaines furent particulièrement catastrophiques comme celle du 4 avril 1768 ou encore celle du 26 juin 1877 qui entraîna la mort d'un millier de personnes. La phase de repos actuelle dure maintenant depuis près de 80 ans. Il est difficile d'en dire davantage si ce n'est que l'histoire connue du volcan montre que les périodes de sommeil de ce dernier ont souvent été plus brèves.

Alors que les retombées (blocs, lapilli, cendres), les écoulements pyroclastiques (aérosols denses et très chauds dévalant les pentes d'un volcan à très grande vitesse), voire les débris avalanches (phénomènes liés à l'effondrement d'une partie de l'édifice volcanique généralement accompagné d'une violente explosion dirigée) peuvent constituer une menace sérieuse à proximité du volcan, notamment pour les paroisses de Machachi et de Rumipamba. Le danger de lahars peut porter beaucoup plus loin (carte 1) et affecter gravement la population installée dans les vallées situées immédiatement à l'est et en contrebas de la capitale, dans le sillon intra-andin (vallées de los Chillos et de Tumbaco). Les lahars, mieux connus par le grand public depuis l'éruption du Nevado del Ruiz en Colombie en 1985 dans la mesure où ils causèrent la disparition de 25 000 habitants d'Armero et de Chinchina, sont liés à la fonte brutale des glaces et des neiges au contact de produits incandescents, notamment des écoulements pyroclastiques. Il s'agit de gigantesques coulées de boue et de blocs dont la vitesse peut atteindre plusieurs dizaines de kilomètres par heure. Le Cotopaxi, culminant à 5 897 m d'altitude et doté d'une imposante calotte glaciaire de 27 km² de superficie et de près d'un km³ de volume, en a produit à maintes reprises dans le passé. La limite de risque majeur de lahars borne d'ailleurs les secteurs qui ont été touchés en 1877, alors que la zone de risque mineur correspond aux secteurs affectés il y a environ 2 400 ans à l'occasion d'une éruption beaucoup plus violente (HALL, 1987). Ont également été indiqués sur la carte les temps approximatifs de passage des lahars de 1877 à partir du moment où la phase principale de l'éruption a débuté, soit, par exemple au bout d'une heure à l'entrée de la vallée de los Chillos. Rappelons que ces lahars ont entraîné des inondations dans la région d'Esmeraldas 18 heures après le début de l'éruption.

Comme le suggère la carte, la ville de Quito ne serait pas directement affectée par le Cotopaxi si ce n'est par de faibles chutes de cendres, sauf en cas d'éruptions particulièrement violentes, comme celle du 4 avril 1768 qui laissa la capitale dans l'obscurité durant plusieurs heures.

Le risque

Si l'on exclut les habitants des régions faiblement exposées aux chutes de cendres, ce sont plus de 120 000 personnes vivant dans la province du Pichincha qui sont exposées au volcan Cotopaxi. Le tableau 1 indique leur répartition selon le type de menace. On notera que le risque est essentiellement lié aux lahars. Ces derniers menacent 95 000 personnes dont plus de 10 000 sont installées dans la zone de risque majeur, c'est-à-dire celle qui a été dévastée en 1877. Les retombées pyroclastiques, principalement les chutes de cendres, concernent une population nombreuse (environ 25 000 personnes dans la zone de risque majeur), mais si les dégâts matériels peuvent être très importants, les risques de pertes en vies humaines sont limités. Les débris avalanches pourraient affecter un nombre comparable de personnes mais la probabilité d'occurrence de tels événements est très faible. Les risques suscités par les écoulements pyroclastiques sont également restreints dans la mesure où ces derniers se cantonnent aux flancs du volcan et aux alentours immédiats quasiment vides d'hommes. Quant aux coulées de lave, qui n'atteindraient pas les zones habitées, elles ne menacent personne.

L'effectif actuel de population de la province du Pichincha exposée au Cotopaxi est sans commune mesure avec celui de 1877. Le volcan fit alors plusieurs centaines de victimes dans la province du Cotopaxi mais très peu dans la province septentrionale dont les abords des rios dangereux (Pita, Santa Clara et San Pedro) étaient inoccupés ou s'intégraient dans le territoire de grandes haciendas. Le risque pour les populations y était donc très faible mais celui-ci s'est accru de manière vertigineuse depuis le milieu du xx^e siècle et surtout depuis les années soixante-dix (carte 1, figure 2).

Au phénomène général de poussée démographique enregistré dans la plupart des pays latino-américains, se greffent des conditions particulières liées au déversement de la population de Quito, trop à l'étroit dans ses limites, vers les bassins orientaux dont la population a plus que quadruplé en moins de 40 ans (celle-ci a été multipliée par 13 depuis 1877!). De plus, le climat agréable, l'amélioration des voies de communication et la promotion immobilière ont contribué à accélérer le mouvement. Ainsi, les plus fortes densités se rencontrent maintenant dans la vallée de los Chillos qui était il y a quelques décennies encore, le « grenier » de la capitale. Elles sont également élevées dans la vallée d'Amaguaña dont une partie est située en zone de risque mineur de lahars et dans celle de Tumbaco qui présente des risques plus importants.

Les tendances actuelles sont particulièrement alarmantes. Non seulement la poussée démographique des vallées de Tumbaco et de los Chillos prises dans leur ensemble se poursuit selon un rythme très rapide, mais encore il apparaît également que, faute de contrôle de la croissance urbaine, ce sont les zones les plus dangereuses, celles qui fournissent encore des espaces libres, qui se développent le plus rapidement. La population comble progressivement les espaces compris entre les noyaux urbains ou villageois qui pour la plupart étaient situés hors des zones de risque ou du moins dans la zone de risque mineur (Tumbaco, Sangolquí, Conocoto, Alangasí, etc.). Les abords des rios les plus dangereux se colonisent démesurément et San Rafael, presque entièrement situé dans la zone de risque majeur de lahars, bordé ou traversé par les rios Pita, San Rafael et San Pedro, et dont la population a été multipliée par huit depuis 1950, en constitue le cas le plus flagrant.

situados y en número suficiente. Lo que se conoce del Cotopaxi permite sin embargo establecer su carácter extremadamente peligroso en caso de erupción, determinar las principales desgracias que se pueden esperar y delimitar aproximadamente las zonas que podrían ser afectadas.

El volcán ha conocido cinco etapas eruptivas durante el período histórico (figura 1), marcadas por unas treinta erupciones de las cuales algunas fueron particularmente catastróficas como la del 4 de abril de 1768 o incluso la del 26 de junio de 1877 que acarrió la muerte de un millar de personas. La actual fase de reposo dura desde hace 80 años. Es difícil decir algo más al respecto a no ser que la historia conocida del volcán muestra que sus períodos de adormecimiento han sido frecuentemente más cortos.

Mientras que las caídas de piroclastos (bloques, lapilli, cenizas), los flujos piroclásticos (aerosoles densos y muy calientes que ruedan por las pendientes de un volcán a gran velocidad) e incluso las avalanchas de escombros (fenómenos ligados al hundimiento de una parte del edificio volcánico generalmente acompañado de una violenta explosión dirigida) pueden constituir una amenaza seria a proximidad del volcán, especialmente para las parroquias de Machachi y Rumipamba. El peligro de lahares puede llegar mucho más lejos (mapa 1) y afectar gravemente a la población instalada en los valles situados inmediatamente al Este y más abajo de la capital, en la depresión interandina (valles de los Chillos y de Tumbaco). Los lahares, mejor conocidos por el gran público desde la erupción del nevado del Ruiz en Colombia en 1985 en la medida en que causaron la desaparición de 25.000 habitantes de Armero y de Chinchina, están ligados a la brusca fundición de los hielos y nieves al contacto con productos incandescentes, especialmente flujos piroclásticos. Se trata de gigantescos flujos de lodo y de bloques cuya velocidad puede alcanzar varias decenas de kilómetros por hora. El Cotopaxi, que corona a 5.897 m de altitud y está dotado de un imponente casquete glacial de 27 km² de superficie y cerca de 1 km³ de volumen, ha producido en el pasado algunos lahares. Por otra parte, el límite de riesgo mayor de este fenómeno circunscribe a los sectores que fueron afectados en 1877, mientras que la zona de riesgo menor corresponde a los sectores afectados hace aproximadamente 2.400 años con ocasión de una erupción mucho más violenta (Hall, 1987). Se indicaron igualmente en el mapa los tiempos aproximados de paso de los lahares de 1877 a partir del momento en que comenzó la fase principal de la erupción, es decir, por ejemplo, al cabo de una hora a la entrada del valle de los Chillos. Recordemos que tales lahares acarrearán inundaciones en la región de Esmeraldas, 18 horas después del inicio de la erupción.

Como lo sugiere el mapa, la ciudad de Quito no estaría directamente afectada por el Cotopaxi a no ser por ligeras caídas de cenizas, salvo en caso de erupciones particularmente violentas, como la del 4 de abril de 1768 que dejó la capital en la oscuridad durante varias horas.

El riesgo

Si se excluye a los habitantes de las regiones poco expuestas a las caídas de cenizas, son más de 120.000 habitantes de la provincia de Pichincha los que están expuestos al volcán Cotopaxi. El cuadro 1 indica su distribución según el tipo de amenaza. Se observará que el riesgo está esencialmente ligado a los lahares. Estos últimos amenazan a 95.000 personas de las cuales más de 10.000 están instaladas en la zona de riesgo mayor, es decir la que fue devastada en 1877. Las caídas de piroclastos, principalmente de cenizas, conciernen a una población numerosa (alrededor de 25.000 personas en la zona de riesgo mayor), pero si bien los daños materiales pueden ser importantes, los riesgos de pérdida de vidas humanas son limitados. Las avalanchas de escombros podrían afectar a una cantidad comparable de personas pero la probabilidad de ocurrencia de tales eventos es muy reducida. Los riesgos suscitados por los flujos piroclásticos son igualmente restringidos en la medida en que estos últimos se limitan a los flancos del volcán y a los alrededores inmediatos en donde casi no existe vida humana. En cuanto a las coladas de lava, que no alcanzarían a las zonas habitadas, no representan amenaza alguna.

Cuantitativamente, la población actual de la provincia de Pichincha amenazada por el Cotopaxi no tiene medida común con la de 1877. El volcán produjo entonces varios centenares de víctimas en la provincia de Cotopaxi pero muy pocas en la provincia septentrional en donde las inmediaciones de los rios peligrosos (Pita, Santa Clara y San Pedro) estaban desocupadas o integradas al territorio de grandes haciendas. El riesgo para la población allí era entonces muy reducido pero se ha incrementado de manera vertiginosa desde mediados del siglo XX y sobre todo desde los años setentas (mapa 1, figura 2).

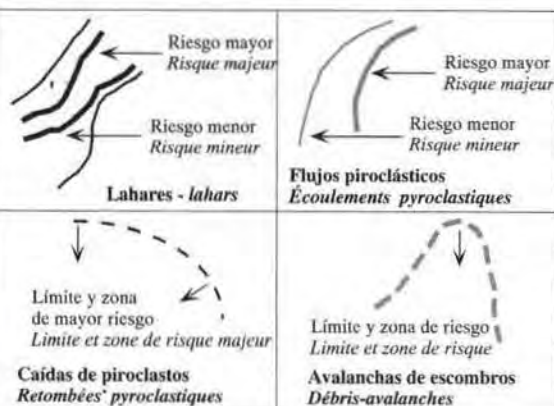
Al fenómeno general de crecimiento demográfico en la mayor parte de países latinoamericanos, se agregan condiciones particulares ligadas al desbordamiento de la población de Quito, muy apretada dentro de sus límites, hacia las vertientes orientales cuya población se ha multiplicado por más de 4 en menos de 40 años (y por 13 desde 1877!). Además, el agradable clima, el mejoramiento de las vías de comunicación y la promoción inmobiliaria han contribuido a acelerar el movimiento. Así, las mayores densidades se encuentran actualmente en el valle de los Chillos que era aún hace algunos años el « granero » de la capital. Son igualmente elevadas en el valle de Amaguaña del cual una parte está situada en zona de riesgo menor de lahares, y en el de Tumbaco que presenta riesgos más importantes.

Las tendencias actuales son particularmente alarmantes. No sólo el crecimiento demográfico de los valles de Tumbaco y de los Chillos tomados en su conjunto prosigue con un ritmo sumamente acelerado, sino que además se revela que, por falta de un control del crecimiento urbano, son las zonas más peligrosas, las que proporcionan aún espacios libres, las que se desarrollan más rápidamente. La población llena progresivamente los espacios comprendidos entre los núcleos urbanos o rurales que en su mayor parte estaban situados fuera de las zonas de riesgo o al menos en la zona de riesgo menor (Tumbaco, Sangolquí, Conocoto, Alangasí, etc.). Las inmediaciones de los rios más peligrosos son colonizadas desmesuradamente y San Rafael, situado casi enteramente en la zona de riesgo mayor de lahares, bordeado o atravesado por los rios Pita, San Rafael y San Pedro, y cuya población se ha multiplicado por ocho desde 1950, constituye el caso más patente.

RIESGOS Y POBLACIÓN AMENAZADA RISQUES ET POPULATION MENACÉE

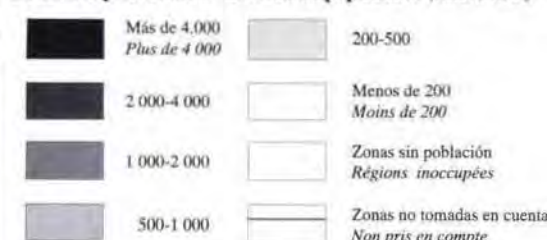
Mapa 1 Riesgos relacionados con el volcán Cotopaxi y población amenazada (provincia de Pichincha)
Carte 1 Risques liés au volcan Cotopaxi et population exposée (province du Pichincha)

Peligros potenciales del volcán Cotopaxi Menaces potentielles du volcan Cotopaxi



20' Tiempo aproximado de paso de los lahares por el lugar indicado (erupción del tipo de la del 26 de junio de 1877, según los datos del Instituto Geofísico de la EPN) - Temps approximatif de passage des lahars sur le lieu indiqué (éruption du type de celle du 26 juin 1877, d'après les données de l'EPN)

Densidad poblacional - Densité de population (hab. / km²)



Evolución de la población de 1950 a 1988 (por parroquia) Évolution de la population de 1950 à 1988 (par paroisse)

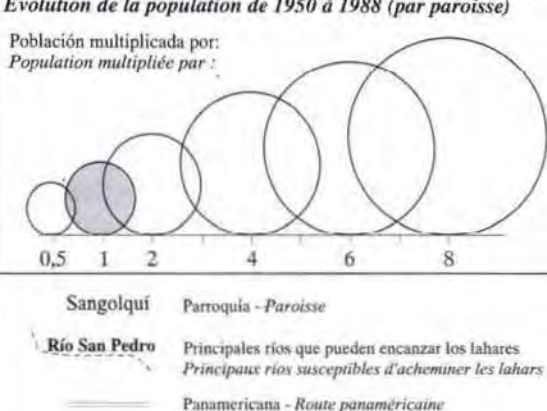


Figura 1 Períodos eruptivos y de reposo del volcán Cotopaxi desde 1523 hasta la fecha (1991)
Figure 1 Périodes éruptives et de repos du volcan Cotopaxi de 1523 à nos jours (1991)

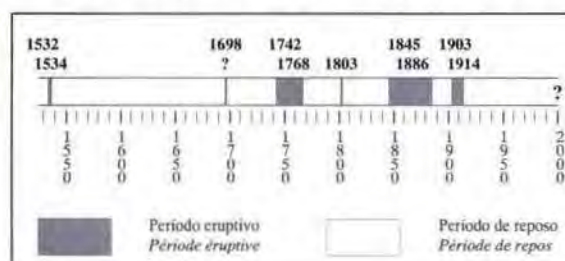
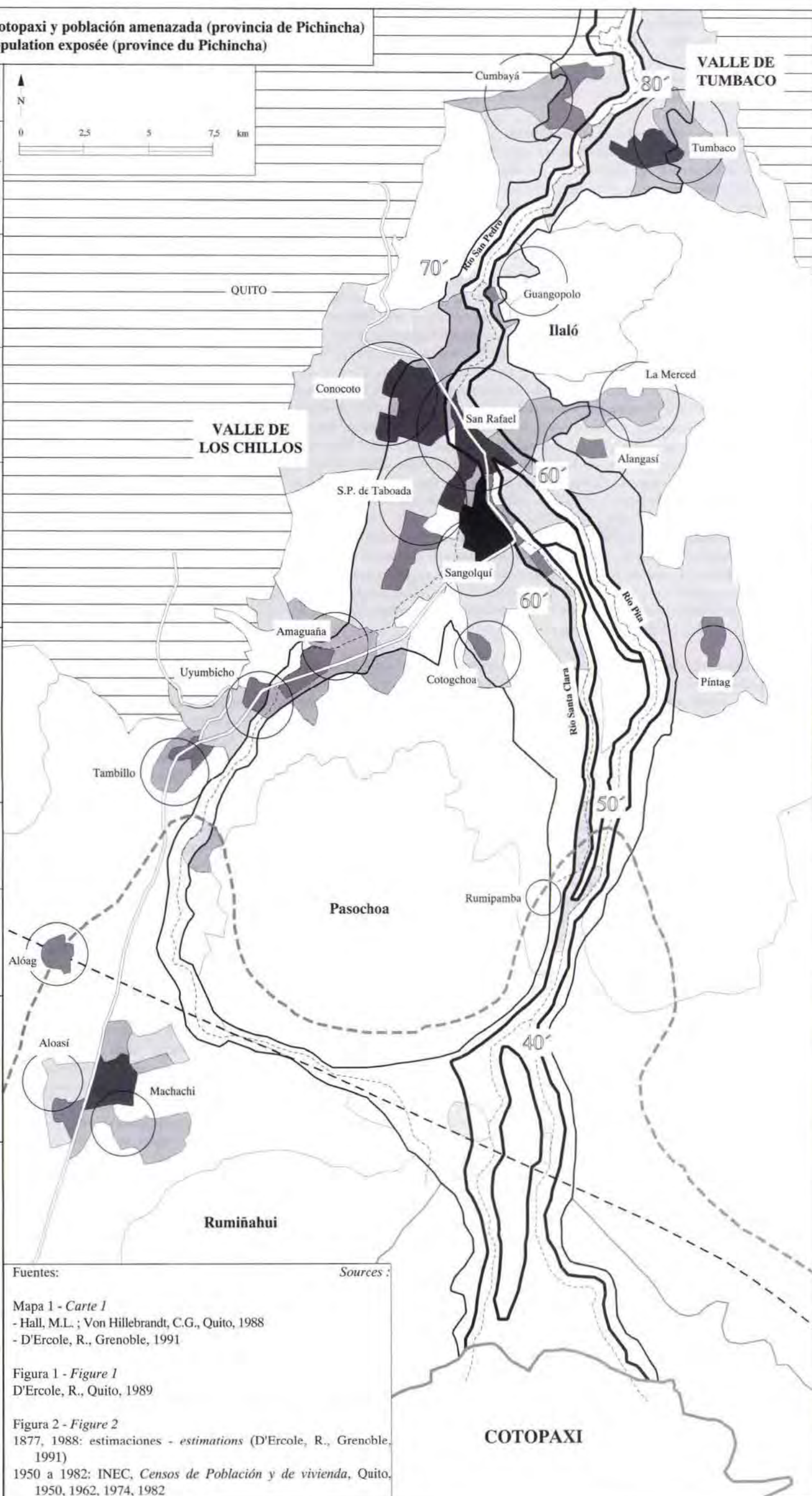
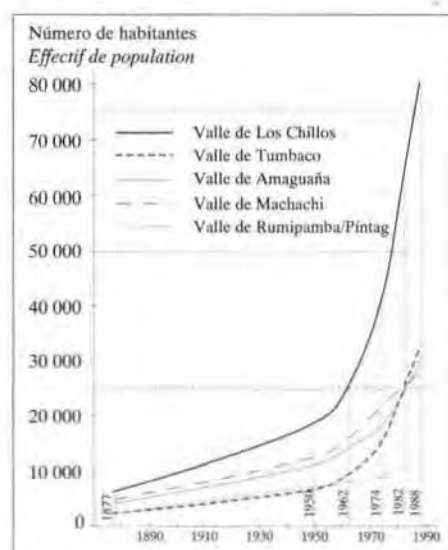


Figura 2 Evolución de la población de los valles de la provincia de Pichincha amenazada por el volcán Cotopaxi (1877-1988)
Figure 2 Évolution de la population des vallées de la province du Pichincha menacée par le volcan Cotopaxi (1877-1988)



Fuentes:

Sources :

Mapa 1 - Carte 1
- Hall, M.L. ; Von Hillebrandt, C.G., Quito, 1988
- D'Ercole, R., Grenoble, 1991

Figura 1 - Figure 1
D'Ercole, R., Quito, 1989

Figura 2 - Figure 2
1877, 1988: estimaciones - estimations (D'Ercole, R., Grenoble, 1991)
1950 a 1982: INEC, Censos de Población y de vivienda, Quito, 1950, 1962, 1974, 1982

Vulnérabilités

La population est vulnérable par le seul fait de vivre dans des régions dangereuses. Elle l'est plus ou moins selon la nature de la menace et l'intensité du risque et c'est de cette vulnérabilité là dont il est question, dans le meilleur des cas, dans les travaux de planification préventive. Or, et de nombreuses situations comme celle qui a été vécue à Armero l'ont démontré (D'ERCOLE, 1989), le facteur humain est très souvent à l'origine des grandes catastrophes.

La vulnérabilité des populations est en fait multiforme. Outre le comportement du volcan, elle dépend également de nombreux comportements, celui de la technique (comme les systèmes d'alerte), celui des hommes, des scientifiques, des autorités politiques, administratives et de protection civile, des médias, celui encore des populations directement concernées (D'ERCOLE, 1991). Nous présentons ici quelques aspects de cette vulnérabilité, à partir de la perception du risque et de facteurs économiques et sociaux susceptibles d'influer sur le comportement des populations lors d'une situation d'urgence.

La perception du risque personnel, c'est-à-dire le fait de se sentir directement menacé par le volcan, est globalement faible dans la province du Pichincha (carte 2). Si l'on ne considère que la zone de risque majeur (et ailleurs les chiffres sont beaucoup plus faibles), moins de 35 % de la population affiche une perception du risque satisfaisante, ce qui est nettement inférieur aux 55 % de la population de la province du Cotopaxi installée dans le même type de zone (voir la carte concernant cette province). En raison de l'absence d'une expérience directe d'éruption, la différence s'explique essentiellement par une expérience indirecte transmise par une mémoire collective encore vivace dans la province du Cotopaxi. Alors que les populations de cette province (notamment celles de Mulaló et de Latacunga) ont été régulièrement et durement frappées dans le passé, il n'existe aucun souvenir (sauf à Rumipamba et à un moindre degré à Sangolquí dont les habitations étaient à l'époque situées en marge des secteurs affectés) des éruptions du Cotopaxi dans les régions qui, comme la vallée de los Chillos, étaient quasiment inoccupées alors mais en pleine expansion aujourd'hui.

Dans le détail, on notera que la perception du risque diminue sensiblement avec la distance : elle diminue également lorsqu'il existe des obstacles naturels, comme le Paschoa, qui masquent le Cotopaxi à la vue, ou dans une même zone de risque, au fur et à mesure que l'on s'éloigne des ríos estimés dangereux (cas de San Rafael). La perception du risque varie également en fonction d'autres variables comme la catégorie socio-professionnelle, l'âge, le sexe ou le temps de résidence (D'ERCOLE, 1990 et 1991).

Outre la perception du risque, il est intéressant de considérer la nature des aléas jugés par les habitants de la province du Pichincha comme étant les plus dangereux pour la population (figure 3) que l'on peut utilement comparer avec ceux qui, selon les experts, la menacent réellement (tableau 1). Les retombées pyroclastiques sont le plus souvent citées, mais, plus surprenant, la lave au sens volcanologique du terme, est indiquée par plus de la moitié des personnes alors que celle-ci, comme cela a été signalé, ne présente aucun danger. Par ailleurs les coulées de boue ou les lahars, de loin les plus dangereux, ne sont cités que par guère plus du tiers des personnes interrogées.

La perception de la menace et du risque personnel constitue un important facteur de comportement. Dans le cas présent, elle dénote l'état de sous-information de la population auquel il est urgent de remédier. D'autres facteurs de comportement ont également été étudiés parmi lesquels les caractéristiques économiques et sociales de la population. En l'état actuel des choses, les populations les plus défavorisées ainsi que celles qui affichent une faible confiance vis-à-vis des pouvoirs publics et qui coïncident généralement avec les premières, poseront inévitablement de gros problèmes si une évacuation était rendue nécessaire.

La figure 4 réalisée à partir d'une analyse statistique multivariée (D'ERCOLE, 1991), présente de manière synthétique l'état de vulnérabilité de la population installée dans la zone de risque majeur de lahars des dix paroisses considérées, compte tenu du niveau de perception du risque et de l'existence de facteurs économiques et sociaux pouvant constituer des obstacles à un ordre d'évacuation éventuel. Il apparaît ainsi que la population de la ville de Sangolquí est la moins vulnérable, que la vulnérabilité de San Rafael est essentiellement liée à une faible perception du risque. La perception du risque est nettement plus élevée à Machachi et à Rumipamba mais là interviennent les facteurs économiques et sociaux. Les autres paroisses (y compris la partie rurale de Sangolquí) se caractérisent par une faible à très faible perception du risque mais, à quelques nuances près, occupent sur le schéma une position centrale vis-à-vis du problème économique et social, ce qui signifie que la population de ces paroisses est socialement diversifiée. Il s'agit en effet, pour l'essentiel, de paroisses occupées depuis peu par une population relativement aisée provenant de Quito mais comportant également des noyaux anciens de peuplement.

PERSPECTIVES

Le problème de la vulnérabilité de la population de la province du Pichincha n'a été abordé ici que de manière très partielle. Il a été néanmoins possible d'en présenter différentes facettes et surtout de montrer que le risque n'est pas seulement d'ordre physique.

Il apparaît d'autre part qu'en dépit des efforts engagés depuis quelques années par les autorités équatoriennes afin de réduire les effets des catastrophes naturelles, la population est loin d'être prête pour affronter une situation d'urgence liée à une possible éruption du Cotopaxi. Une préparation de celle-ci, adaptée à ses caractéristiques économiques, sociales et culturelles, adaptée également aux niveaux et aux types de vulnérabilité et fondée sur de solides bases locales, est à la fois nécessaire et urgente.

Vulnerabilidades

La población es vulnerable por el solo hecho de vivir en regiones peligrosas. Lo es menos o más según la naturaleza de la amenaza y la intensidad del riesgo y, en el mejor de los casos, es esta vulnerabilidad la considerada en los trabajos de planificación preventiva. Ahora bien, y numerosas situaciones como la que fue vivida en Armero lo han demostrado (D'Ercole, 1989), el factor humano origina muy a menudo grandes catástrofes.

La vulnerabilidad de las poblaciones presenta en realidad múltiples formas. Además del comportamiento del volcán, depende igualmente de numerosos comportamientos, el de la técnica (como los sistemas de alerta), el de los hombres, de los científicos, de las autoridades políticas, administrativas y de protección civil, de los medios de comunicación, e incluso del de la población directamente concernida (D'Ercole 1991). Presentamos aquí algunos aspectos de esta vulnerabilidad, a partir de la percepción del riesgo y de factores económicos y sociales que pueden influir en el comportamiento de la población al producirse una situación de emergencia.

La percepción del riesgo personal, es decir el hecho de sentirse directamente amenazado por el volcán, es de manera general limitada en la provincia de Pichincha (mapa 2). Si se considera exclusivamente la zona de riesgo mayor (en otras partes las cifras son muy bajas), menos del 35 % de la población muestra una satisfactoria percepción del riesgo, valor claramente inferior al 55 % de la población de la provincia de Cotopaxi instalada en el mismo tipo de zona (ver figura sobre esa provincia). No existiendo una experiencia directa de erupción, la diferencia se explica esencialmente por una experiencia indirecta transmitida por una memoria colectiva aún viva en la provincia de Cotopaxi. Mientras la población de esta última (en especial la de Mulaló y de Latacunga) ha sido golpeada regular y duramente en el pasado, no existe en cambio recuerdo alguno (salvo en Rumipamba y en un menor grado en Sangolquí en donde las viviendas estaban situadas en esa época en el margen de los sectores afectados) de las erupciones del Cotopaxi en la regiones que, como el valle de los Chillos, estaban casi desocupadas entonces pero que se hallan actualmente en plena expansión.

En detalle, se observará que la percepción del riesgo disminuye sensiblemente con la distancia, e igualmente cuando existen obstáculos naturales como el Paschoa, que ocultan al Cotopaxi de la vista, o en una misma zona de riesgo, a medida que nos alejamos de los ríos estimados peligrosos (caso de San Rafael). La percepción del riesgo varía igualmente en función de otras variables como la categoría socio-profesional, la edad, el sexo o el tiempo de residencia (D'Ercole, 1990 y 1991).

Además de la percepción del riesgo, es interesante considerar la naturaleza de los peligros juzgados por los habitantes de la provincia de Pichincha como los más graves para la población (figura 3) que pueden ser comparados con los que, según los expertos, la amenazan realmente (cuadro 1). Las caídas de piroclastos son casi siempre citadas, pero, y es lo más sorprendente, la lava en el sentido vulcanológico del término es señalada por más de la mitad de las personas mientras que, como ya se indicó, no representa riesgo alguno. Por otra parte, los flujos de lodo o los lahars, muchísimo más peligrosos, son citados apenas por poco más de un tercio de las personas interrogadas.

La percepción de la amenaza y del riesgo personal constituye un importante factor de comportamiento. En el presente caso, denota un estado de sub-información de la población que es urgente remediar. Otros factores de comportamiento fueron igualmente estudiados, entre ellos las características económicas y sociales de la población. En el estado actual de las cosas, la población más desfavorecida así como aquella que muestra poca confianza en los poderes públicos y que coincide generalmente con la primera, plantearán evidentemente grandes problemas si una evacuación se volviera necesaria.

La figura 4, elaborada a partir de un análisis estadístico multivariable (D'Ercole, 1991), presenta de manera sintética el estado de vulnerabilidad de la población instalada en la zona de riesgo mayor de lahars de las diez parroquias consideradas, dados el nivel de percepción del riesgo y la existencia de factores económicos y sociales que pueden constituir obstáculos a una eventual orden de evacuación. Se revela así que la población de Sangolquí es la menos vulnerable, que la vulnerabilidad de San Rafael está esencialmente ligada a una baja percepción del riesgo. Esta es claramente más elevada en Machachi y en Rumipamba pero allí intervienen los factores económicos y sociales. Las demás parroquias (incluyendo la parte rural de Sangolquí) se caracterizan por una percepción del riesgo baja a muy baja, pero, con algunos matices, ocupan en el esquema una posición central frente al problema económico y social, lo cual significa que la población de estas parroquias es socialmente diversificada. Se trata en efecto, esencialmente, de parroquias ocupadas desde hace poco por una población relativamente acomodada proveniente de Quito pero que comprende igualmente núcleos antiguos de poblamiento.

PERSPECTIVAS

El problema de la vulnerabilidad de la población de la provincia de Pichincha no ha sido abordado aquí sino de manera parcial. Fue sin embargo posible presentar diferentes facetas de tal vulnerabilidad y sobre todo mostrar que el riesgo no es solamente de orden físico.

Se revela por otra parte que a pesar de los esfuerzos desplegados desde hace algunos años por las autoridades ecuatorianas a fin de reducir los efectos de las catástrofes naturales, la población dista mucho de estar lista para afrontar una situación de emergencia ligada a una posible erupción del Cotopaxi. Una preparación de la misma, adaptada a sus características económicas, sociales y culturales, al igual que a los niveles y los tipos de vulnerabilidad, y fundada en sólidas bases locales es a la vez necesaria y urgente.

EL VOLCÁN COTOPAXI Y LA PERCEPCIÓN DEL RIESGO PERSONAL LE VOLCAN COTOPAXI ET LA PERCEPTION DU RISQUE PERSONNEL

Mapa 2 Percepción del riesgo personal frente a una eventual erupción del volcán Cotopaxi
Carte 2 Perception du risque personnel lié à une éventuelle éruption du volcan Cotopaxi

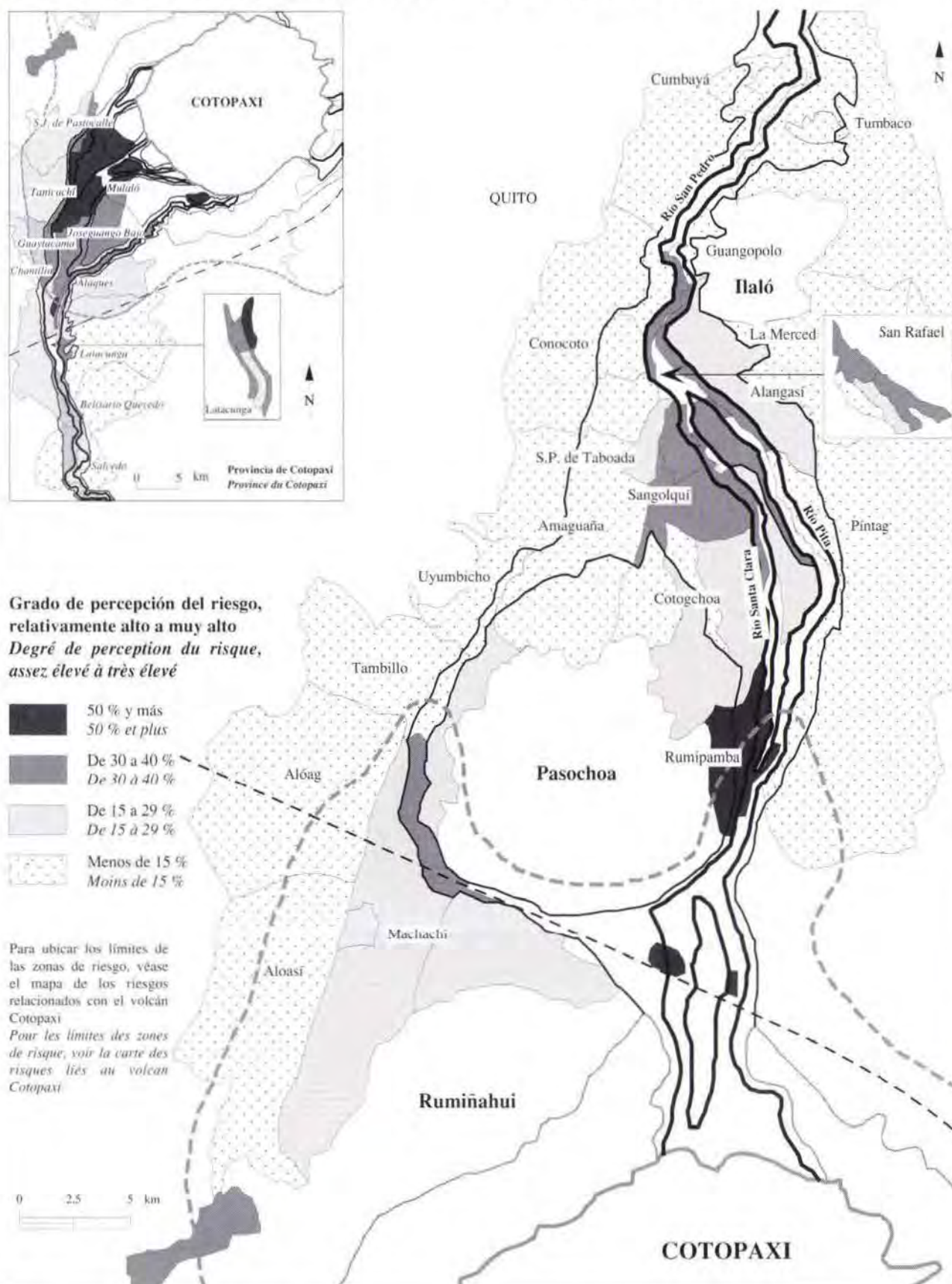
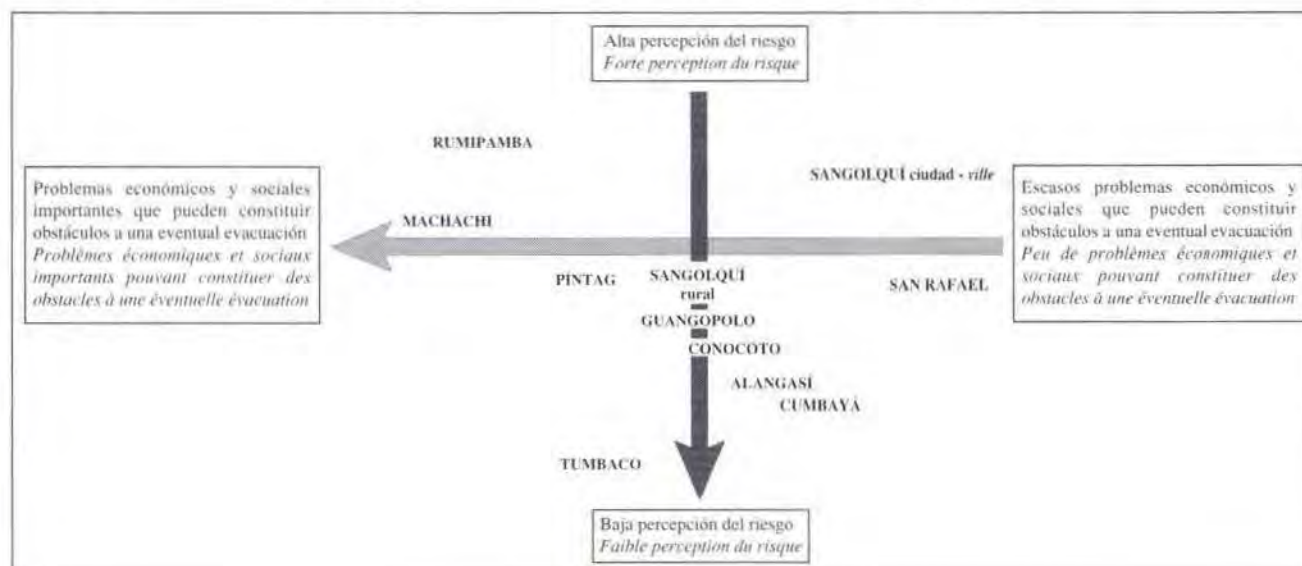


Figura 4 Vulnerabilidad de la población de varias parroquias de la provincia de Pichincha frente a una eventual erupción del volcán Cotopaxi (población entrevistada en zona de riesgo mayor de lahares)
Figure 4 Vulnérabilité de la population de diverses paroisses de la province du Pichincha face à une éventuelle éruption du volcan Cotopaxi (population interrogée dans la zone de risque majeur de lahars)



Cuadro 1 Lo vivido: población de la provincia de Pichincha potencialmente amenazada por el volcán Cotopaxi según el tipo de peligro

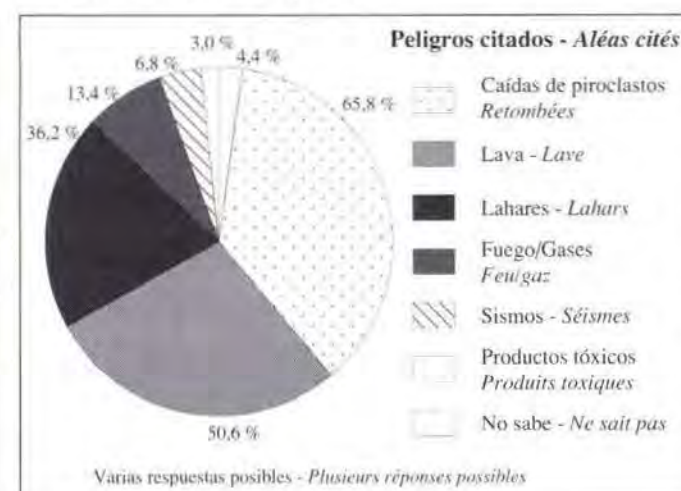
Tableau 1 Le vécu : population de la province du Pichincha potentiellement menacée par le volcan Cotopaxi selon le type de menace

Peligros Aléas	Personas amenazadas Personnes menacées	%
Flujos de lava Coulées de lave	—	0
Caídas de piroclastos (1) Retombées (1)	22 600 25 400	15,1 13,7
Flujos piroclásticos (2) Écoulements pyroclastiques (2)	200 250	0,1 0,1
Avalanchas de escombros Débris avalanches	23 500 26 600	15,7 14,3
Lahares Lahars	75 100 95 000	50,3 51,2
Por lo menos un peligro Au moins un aléa	99 500 122 500	66,6 66,1
POBLACIÓN TOTAL (3) POPULATION TOTALE (3)	149 292 185 400	100 100

(1) Riesgo mayor - Risque majeur
(2) Riesgo menor - Risque mineur
(3) Población de las 18 parroquias representadas en los mapas 1 y 2
Population des 18 paroisses représentées sur les cartes 1 et 2
En letras normales: población de 1982; en negrita: población de 1988 (estimada) - En caractères normaux : population de 1982 ; en caractères gras : population estimée en 1988

Figura 3 Lo percibido: peligros mayores del Cotopaxi para la población según los habitantes de la Provincia de Pichincha (1.137 encuestas)

Figure 3 Le perçu : aléas les plus dangereux pour la population selon les habitants de la province du Pichincha (1 137 enquêtes)



Fuentes:

Sources :

La información en que se basan los mapas y gráficos de esta página proviene de una campaña de encuestas realizada en 1988/1989 (D'Ercole, R., Grenoble, 1991)

Pour tous les documents de cette page : campagne d'enquêtes réalisée en 1988/1989 (D'Ercole, R., Grenoble, 1991)

Figura 4 - Figure 4

Según un análisis factorial elaborado a partir de los datos extraídos de las encuestas realizadas en 1988/1989 - d'après une analyse factorielle réalisée à partir de données issues des enquêtes menées en 1988/1989

ORIENTATION BIBLIOGRAPHIQUE - ORIENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

- D'ERCOLE, R., (1989), « La catástrofe del Nevado del Ruiz ¿Una enseñanza para el Ecuador? El caso del Cotopaxi », *Estudios de Geografía*, vol. 2: Riesgos naturales en Quito: lahares, aluviones y derrumbes del Pichincha y del Cotopaxi, Colegio de Geógrafos del Ecuador, Corporación Editora Nacional, Quito, p. 5-32.
- D'ERCOLE, R. (1990), *Investigación geo-sociológica para la preparación de la población frente al peligro volcánico. El caso del volcán Cotopaxi y su incidencia regional*, (document préliminaire), Defensa Civil del Ecuador-Institut Français d'Études Andines, Quito, 60 p.
- D'ERCOLE, R. (1991), *Vulnérabilité des populations face aux risques volcaniques. L'exemple de la région du Cotopaxi (Équateur)*, Grenoble, 460 p., thèse de doctorat, mention géographie, Institut de Géographie Alpine, Université Joseph Fourier.
- HALL, M.L. (1987), « Peligros potenciales de las erupciones futuras del volcán Cotopaxi », *Politécnica*, volumen XII, n° 2, monografía de geología 5, Quito, Ecuador, p. 41-80.
- HALL, M.L., VON HILLEBRANDT, C.G. (1988), *Mapa de los peligros volcánicos potenciales asociados con el volcán Cotopaxi, zona norte y zona sur*, 1:50.000, proyecto UNDRO-USAID-EPN, Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

SOURCES ET LIMITES

La ville de Quito subit de fréquents accidents morphoclimatiques liés aux excès d'écoulement de l'eau, dont le rythme d'occurrence et la localisation des zones les plus souvent affectées n'étaient pas connus. Leur étude historique a été conduite à partir des journaux — seule source ayant conservé la mémoire de ces phénomènes en l'absence d'archives spécialisées. Le dépouillement du principal quotidien de la capitale depuis 1900 (*El Comercio*) fait apparaître 317 événements climatiques ayant causé suffisamment de dégâts pour être pris en compte. Une partie de ces événements ont affecté plusieurs lieux dans la ville, et ce sont en réalité 567 accidents morphoclimatiques urbains qui ont été enregistrés en 87 années, soit plus de cinq par an, qui n'ont pas tous la même ampleur ni la même gravité.

Les limites de l'étude sont de deux ordres : d'une part, l'état du réseau d'égouts peut varier dans le temps selon la qualité de son entretien, et augmenter ou diminuer la fréquence des accidents indépendamment des variations du climat ; d'autre part, les nouveaux aménagements de la périphérie lors de la croissance urbaine pourront faire apparaître de nouvelles zones sensibles, éventuellement non identifiées par l'approche historique. Celle-ci n'en fournit pas moins une bonne base d'étude pour la gestion de l'environnement urbain.

PROBLÉMATIQUE

Ces accidents, de gravité modérée au regard des risques volcaniques et sismiques qui menacent également la ville, sont très fréquents, et l'on sait qu'ils affecteront très probablement plusieurs quartiers de la ville à l'échéance d'une ou de quelques années ; ils posent de sérieux problèmes de gestion de l'environnement urbain, qui sont partiellement accessibles à la prévention par l'aménagement de la ville et la gestion de sa croissance.

Il a donc semblé intéressant d'étudier le passé de ces phénomènes à la manière des études menées par les sismologues sur les tremblements de terre historiques. En domaine urbain, où la modification radicale de l'environnement interfère nécessairement avec les causes climatiques et celles liées à la nature des formations superficielles, l'approche purement géomorphologique permet en effet difficilement d'aboutir à des conclusions utilisables en termes de gestion du milieu urbain, et c'est la connaissance du passé qui fournit les meilleures informations.

ÉLABORATION

Le travail d'identification géographique des accidents, réalisé sur les fiches-résumé des articles de journaux, présente des difficultés : les localisations indiquées par le journaliste sont souvent peu précises, constituées de quelques noms de rue, ou de celui d'un ou deux quartiers plus ou moins bien identifiés par ses habitants, à défaut de l'être correctement sur les plans ; mais aussi il est parfois difficile de déterminer si une zone assez ample, affectée par l'excès d'eau, constitue un seul ou plusieurs foyers d'accidents, et la part d'appréciation reste grande dans cet exercice.

Chaque événement a été cartographié au mieux des indications de localisation que fournissait chaque article, en respectant toujours le principe de ne retenir qu'une hypothèse minimale chaque fois que l'extension précise de l'accident ne pouvait être reconstituée avec précision. L'ensemble des inondations, crues boueuses et effondrements de chaussée survenus de 1900 à 1988 est représenté sur la carte principale, de même que les quebradas et un fond urbain simplifié ; les éboulements, qui ne répondent pas à une logique directement liée à l'intensité des pluies, ont fait l'objet d'une cartographie séparée (figure 4 B).

COMMENTAIRE

1. Quatre types d'accidents

Les **inondations** traduisent directement l'insuffisance chronique du réseau de drainage lors des fortes précipitations. Les averses étant d'autant plus localisées qu'elles sont intenses, ces inondations n'ont habituellement qu'une extension limitée dans l'espace et ne durent guère plus de deux à quatre heures. Les eaux excédant la capacité des égouts empruntent les rues en pente et s'accumulent quelque temps dans les rues transversales et dans les zones basses ; elles atteignent couramment 30 à 60 cm de hauteur, rarement plus. L'extension varie de quelques pâtés de maisons au quartier tout entier sur les pentes faibles, mais l'inondation peut affecter des secteurs plus vastes dans les zones planes de la « plaine de Quito » (figures 3 et 4 B).

Ces inondations sont très fréquentes avec 226 événements relevés sur l'ensemble de la période, et sont en général liées au tracé des anciennes quebradas (tableau II). Elles ne provoquent ordinairement que des dégâts relativement peu importants : rez-de-chaussée mouillés, quelques maisons précaires abîmées ou parfois détruites, usure accélérée des chaussées ; dans tous les cas, elles paralysent la circulation dans la ville.

Les **crues boueuses** sont moins fréquentes (70 accidents relevés) mais nettement plus destructrices que les inondations (tableau II). Il s'agit de coulées de boue ou plus fréquemment de crues à forte charge solide ; outre la boue déposée sur 30 à 60 cm d'épaisseur, des pierres, blocs et troncs d'arbres sont également entraînés par le flux dans les cas les plus graves. L'extension varie de quelques centaines de mètres de longueur à 3, voire 4 kilomètres, sur 100 à 400 mètres de largeur (pour une description plus détaillée d'une crue boueuse et de ses effets, cf. De Noni, B. et G. ; Fernández, M. A. ; Peltre, P., 1986). Les dégâts peuvent être importants, avec destruction partielle de maisons, de voitures et d'équipement de voirie, colmatage du réseau d'égouts sur des surfaces importantes et parfois pertes de vies humaines, comme dans l'accident de la Gasca du 25 février 1975, célèbre à Quito, où il y eut deux morts.

FUENTES Y LÍMITES

La ciudad de Quito soporta frecuentes accidentes morfoclimáticos ligados a los excesos de flujos de agua. El ritmo de ocurrencia de tales accidentes y la localización de las zonas más a menudo afectadas no eran conocidos. Su estudio histórico fue realizado a partir de los diarios — única fuente que ha conservado la memoria de estos fenómenos a falta de archivos especializados. Un detenido análisis del principal diario de la capital (*El Comercio*) desde 1900 revela 317 eventos climáticos que han causado suficientes daños como para ser tomados en cuenta. Parte de esos fenómenos afectaron a varios lugares de la ciudad, y son en realidad 567 los accidentes morfoclimáticos urbanos registrados en 87 años (más de 5 por año). No todos han tenido la misma magnitud ni la misma gravedad.

Los límites del estudio son de dos órdenes: por una parte, el estado de la red de alcantarillado puede variar en el tiempo según la calidad de su mantenimiento, y aumentar o disminuir la frecuencia de los accidentes, independientemente de las variaciones del clima; por otra parte, los nuevos acondicionamientos de la periferia ligados al crecimiento de la ciudad podrán hacer aparecer nuevas zonas sensibles, eventualmente no identificadas por el análisis histórico. No por ello, este último deja de ser una buena base de estudio para el manejo del entorno urbano.

PROBLEMÁTICA

Estos accidentes, de gravedad moderada en relación a los riesgos volcánicos y sísmicos que amenazan igualmente a Quito, son muy frecuentes, y se sabe que, de aquí a uno o varios años, afectarán probablemente a algunos barrios de la ciudad; plantean serios problemas de manejo del entorno urbano, que podrían parcialmente ser prevenidos mediante el acondicionamiento de la ciudad y el manejo de su crecimiento.

Pareció entonces interesante estudiar el pasado de esos fenómenos a la manera de los estudios realizados por los sismólogos sobre los terremotos históricos. En el campo urbano, en donde la modificación radical del entorno interfiere necesariamente con las causas climáticas y las ligadas a la naturaleza de las formaciones superficiales, el enfoque puramente geomorfológico permite difícilmente llegar a conclusiones utilizables en términos de manejo del medio urbano, y es el conocimiento del pasado el que proporciona las mejores informaciones.

ELABORACIÓN

El trabajo de identificación geográfica de los accidentes, realizado en fichas-resumen de los artículos del diario, presentó ciertas dificultades: las localizaciones indicadas por los periodistas son a menudo poco exactas, y consisten en algunos nombres de calles o uno o dos barrios más o menos bien identificados por sus habitantes, sin estar correctamente ubicadas en los planos. Además, es a veces difícil determinar si una zona bastante amplia, afectada por el exceso de agua, constituye uno o varios focos de accidentes, por lo que la apreciación juega en este aspecto un papel importante.

Cada evento fue cartografiado de la mejor manera posible en base a las indicaciones de localización proporcionadas en cada artículo, respetando siempre el principio de no retener sino una hipótesis mínima cada vez que la extensión exacta del accidente no podía ser reconstituida con precisión. Todas las inundaciones, aluviones y hundimientos de calzada acaecidos de 1900 a 1988 están representados en el mapa principal, al igual que las quebradas y una base de plano urbano simplificada; los derrumbes, que no responden a una lógica directamente ligada a la intensidad de las lluvias, fueron objeto de una cartografía por separado (figura 4 B).

COMENTARIO

1. Cuatro tipos de accidentes

Las **inundaciones** traducen directamente la insuficiencia crónica de la red de drenaje cuando se producen fuertes precipitaciones. Al ser los aguaceros más localizados cuando son más intensos, estas inundaciones no tienen habitualmente sino una extensión limitada en el espacio durando apenas de dos a cuatro horas. Las aguas que exceden la capacidad de las alcantarillas toman las calles en pendiente y se acumulan algún tiempo en las transversales y en las zonas bajas; alcanzan comúnmente 30 a 60 cm de altura, rara vez más. La extensión varía de algunas manzanas al barrio entero en las áreas de pendientes débiles, pero la inundación puede afectar a sectores más vastos en las zonas planas de la « llanura de Quito » (figuras 3 y 4 B).

Estas inundaciones son muy frecuentes — 226 eventos registrados en todo el período — y están en general ligadas al trazado de las antiguas quebradas (cuadro II). No provocan por lo general sino daños relativamente poco importantes: plantas bajas mojadas, algunas viviendas precarias dañadas o a veces destruidas, desgaste acelerado de las calzadas; en todos los casos, paralizan la circulación en la ciudad.

Los **aluviones** son menos frecuentes — 70 accidentes registrados — pero claramente más destructores que las inundaciones (cuadro II). Se trata de flujos de lodo o más frecuentemente de crecidas con una importante carga sólida; además del lodo depositado en 30 a 60 cm de espesor, piedras, bloques y troncos de árbol son igualmente acarreados por el flujo en los casos más graves. La extensión varía de algunos centenares de metros de largo a 3 y hasta 4 kilómetros en 100 a 400 m de ancho (ver De Noni, B. y G.; Fernández, M. A.; Peltre, P., 1986, para una descripción detallada de un aluvión y de sus efectos). Los daños pueden ser importantes, con destrucción parcial de las viviendas, de vehículos y de equipamientos de la red vial, taponamiento de la red de alcantarillado en superficies importantes, y a veces pérdidas de vidas humanas, como en el caso del accidente de la Gasca del 25 de febrero de 1975, célebre en Quito, en el que hubo dos muertos.

Ce sont des accidents de la périphérie de la ville, directement liés au tracé des actuelles quebradas. L'analyse des compte-rendus indique qu'à leur entrée dans la ville, les flux correspondent dans presque tous les cas à des crues boueuses liées à des averses violentes très localisées, de fréquence de retour relativement rare (décennale ou plus) (figures 3 et 4).

Les **effondrements de chaussée**, dus à la rupture d'égouts défectueux dans le matériau de remblaiement des anciennes quebradas, sont des accidents plus rares (36 depuis 1900, tableau II), mais spectaculaires ; ils frappent tout particulièrement l'imaginaire collectif (figures 3 et 4 A).

Leur mécanisme est lié à l'érosion souterraine dans des conditions assez particulières : lors d'une forte précipitation, sous l'effet de la forte pression atteinte par les eaux dans ses secteurs pentus, la rupture d'un collecteur d'égout produit un écoulement parallèle au collecteur dans les matériaux peu compacts de remblaiement d'une quebrada. Cet écoulement poursuit un lent travail d'évacuation des sables et limons et creuse progressivement une cavité sous la chaussée ; pendant un certain temps, cette dernière résiste grâce au compactage des couches superficielles et passe complètement inaperçue. La voûte cède brusquement, parfois sous le poids d'un véhicule, lorsque la cavité s'est suffisamment agrandie, ouvrant dans les avenues des ravins spectaculaires (affouillements souterrains) qui peuvent atteindre 20 mètres de profondeur et autant de largeur sur 150 mètres de long.

Les **éboulements** sont des accidents assez fréquents (114 répertoriés, tableau II), beaucoup plus ponctuels, qui affectent les quartiers construits sur des pentes fortes. Ce sont des morceaux de talus hauts de quelques mètres, d'un volume limité, qui s'écroulent, emportant quelques maisons ou enterrant celles qui se trouvent en aval. Ils sont liés à l'affaiblissement de la cohérence des cendres volcaniques par l'humidité en bordure des talus mal étayés et mal drainés ; il ne s'agit pas de boue, mais de masses de terre humide qui ne parcourent que de petites distances. Pour être très localisés, ils n'en sont pas moins graves puisqu'ils provoquent le plus souvent des destructions de maisons ; il s'agit en fait des accidents les plus meurtriers avec plus de 80 morts au cours de la période (figure 4 B).

La cartographie des fréquences d'accidents repère toutes les zones touchées depuis 1990 dans la ville ; elle souligne la position de piedmont de la plupart des crues boueuses, alors que les inondations affectent plutôt les pentes faibles. De nouvelles zones pourraient apparaître dans l'avenir, notamment dans le sud si la croissance urbaine persiste à remblayer les quebradas.

Les trois premiers types d'accidents sont directement dus au remblaiement des quebradas et à l'insuffisante capacité d'évacuation des égouts. L'étude réalisée par CMD (1977) sur 19 quebradas de l'avenue Occidentale indique un fort déficit d'évacuation de la crue décennale sur 12 d'entre elles, dont les plus importantes figurent dans le tableau I.

Tableau I

Quebrada	Rumiurcu	Atucuchu	Pulida Chica	Rumi-pamba	Manzana-chupa	Caicedo
Débit décennal (m ³ /s)	38,8	11,3	11,7	24,9	4,5	5,7
Capacité d'égout (m ³ /s)	13,6	3,4	4,0	8,5	3,2	4,5

Sources : - De Nemi, B. et G.; Fernández, M. A.; Peltre, P., Quito, 1986, p. 3
- CDM, Quito, 1977, chap. 14

2. L'analyse historique du risque

La fréquence mensuelle des accidents sur l'ensemble de la période, rapportée à la moyenne mensuelle des précipitations sur 89 années (Alulema, R.; Ojeda, F.; Nouvelot, J.-F.; Pourrut, P., Quito, 1985) montre une bonne corrélation (figure 1), et confirme que ce sont bien à des accidents du drainage du site urbain que l'on a affaire, dont les maxima suivent étroitement ceux des précipitations mensuelles moyennes.

Le tableau II indique le nombre d'accidents survenus pour trois périodes de la croissance urbaine. Les inondations y ont été comptées par événement pluviométrique journalier ayant causé des problèmes, pour ne pas en surestimer l'importance du fait de leur grande extension spatiale ; les trois autres types d'accidents, mieux localisés, ont été comptés par foyer géographique. Certains accidents étant localisés à cheval sur deux zones, les totaux ont été donnés sans double compte.

Tableau II

Zone construite	avant 1900	de 1900 à 1947	de 1947 à 1986	Total*
Nombre d'accidents				
Inondations**	89	82	62	163
Crues boueuses	24	18	31	70
Éboulements	56	21	38	114
Effondrements	21	6	9	36
Total	190	127	140	383

* Sans double compte par zone de croissance

** Nombre d'événements pluviométriques journaliers

L'histogramme des fréquences annuelles d'accidents (figure 2) a été tracé à partir du fichier des 567 foyers localisés selon trois zones successives de croissance urbaine : le noyau historique existant en 1900, les zones construites au nord et au sud de ce noyau entre 1900 et 1947, et enfin celles apparues entre 1947 et 1986 ; comme pour le tableau II, les inondations y ont été comptées par événement pluviométrique journalier pour ne pas les surestimer du fait de leur superficie. Les histogrammes indiquent un déplacement, au fil du temps, des fortes fréquences depuis la zone bâtie la plus ancienne vers la plus récente, ainsi qu'un glissement des

Son accidents de la périphérie de la ville, directement liés au tracé de las actuales quebradas. El análisis de los informes indica que a su entrada en la ciudad, los flujos corresponden en casi todos los casos a aluviones ligados a violentos aguaceros muy localizados, de frecuencia de retorno relativamente rara (decenal o mayor) (figuras 3 y 4).

Los **hundimientos de calzada**, debidos a la ruptura de alcantarillas defectuosas en el material de relleno de las antiguas quebradas, son accidentes más raros — 36 desde 1900, cuadro II — pero espectaculares y marcan de manera particular la memoria colectiva (figuras 3 y 4 A).

Su mecanismo está ligado a la erosión subterránea en condiciones bastante particulares: al producirse una fuerte precipitación, bajo el efecto de la fuerte presión alcanzada por las aguas en los sectores empinados, la ruptura de un colector de alcantarilla produce un flujo paralelo al colector en los materiales poco compactos de relleno de una quebrada. Este flujo prosigue un lento trabajo de evacuación de las arenas y limos y cava progresivamente una cavidad bajo la calzada; durante un cierto tiempo, esta última resiste gracias al apisonamiento de las capas superficiales y pasa completamente desapercibida. La bóveda cede bruscamente, a veces bajo el peso de un vehículo, cuando la cavidad se ha agrandado lo suficiente, abriendo en las avenidas hondonadas espectaculares (derrumbos subterráneos) que pueden alcanzar 20 metros de profundidad e igual ancho en 150 metros de largo.

Los **derrumbes** son accidentes bastante frecuentes — 114 inventariados, cuadro II —, mucho más puntuales, que afectan a los barrios construidos en pendientes fuertes. Son pedazos de taludes de varios metros de alto, de un volumen limitado, que se derrumban, llevando a su paso algunas viviendas o enterrando a aquellas que se encuentran aguas abajo. Están ligados al debilitamiento de la cohesión de las cenizas volcánicas por la humedad al borde de los taludes mal apuntalados y mal drenados; no se trata de lodo, sino de masas de tierra húmeda que no recorren sino pequeñas distancias. Son muy localizados pero no por ello menos graves puesto que provocan muy frecuentemente destrucción de viviendas; se trata en realidad de los accidentes más mortíferos, habiendo provocado más de 80 víctimas durante el período analizado (figura 4 B).

La cartografía de las frecuencias de accidentes destaca todas las zonas de la ciudad afectadas desde 1900; subraya la posición de piedemonte de la mayoría de aluviones, mientras que las inundaciones conciernen sobre todo las pendientes débiles. En el futuro podrían aparecer nuevas zonas, especialmente en el Sur si el crecimiento urbano persiste en el relleno de las quebradas.

Los tres primeros tipos de accidentes son debidos directamente al relleno de las quebradas y a la insuficiente capacidad de evacuación de las alcantarillas. El estudio realizado por CMD (1977) en 19 quebradas de la avenida Occidental indica un importante déficit de capacidad de evacuación de la crecida decenal en 12 de ellas. Las más importantes constan en el cuadro I.

Cuadro I

Quebrada	Rumiurcu	Atucuchu	Pulida Chica	Rumi-pamba	Manzana-chupa	Caicedo
Caudal decenal (m ³ /s)	38,8	11,3	11,7	24,9	4,5	5,7
Capacidad de desagüe (m ³ /s)	13,6	3,4	4,0	8,5	3,2	4,5

Fuentes : - De Nemi, B. y G.; Fernández, M. A.; Peltre, P., Quito, 1986, p. 32
- CDM, Quito, 1977, cap. 14

2. El análisis histórico del riesgo

La frecuencia mensual de los accidentes durante todo el período estudiado, relacionada con el promedio mensual de las precipitaciones en 89 años (Alulema, R.; Ojeda, F.; Nouvelot, J.-F.; Pourrut, P., Quito, 1985) muestra una buena correlación (figura 1), y confirma que nos encontramos efectivamente ante accidentes de drenaje del sitio urbano, cuyos máximos siguen estrechamente a los de las precipitaciones mensuales promedio.

El cuadro II indica el número de accidentes ocurridos en tres períodos del crecimiento urbano. Las inundaciones fueron contabilizadas por evento pluviométrico diario que causó problemas, a fin de no sobreestimar la importancia debida a su gran extensión espacial; los tres otros tipos de accidentes, mejor localizados, fueron inventariados por foco geográfico. Algunos estaban localizados a horcajadas en dos zonas. Los totales no incluyen doble conteo.

Cuadro II

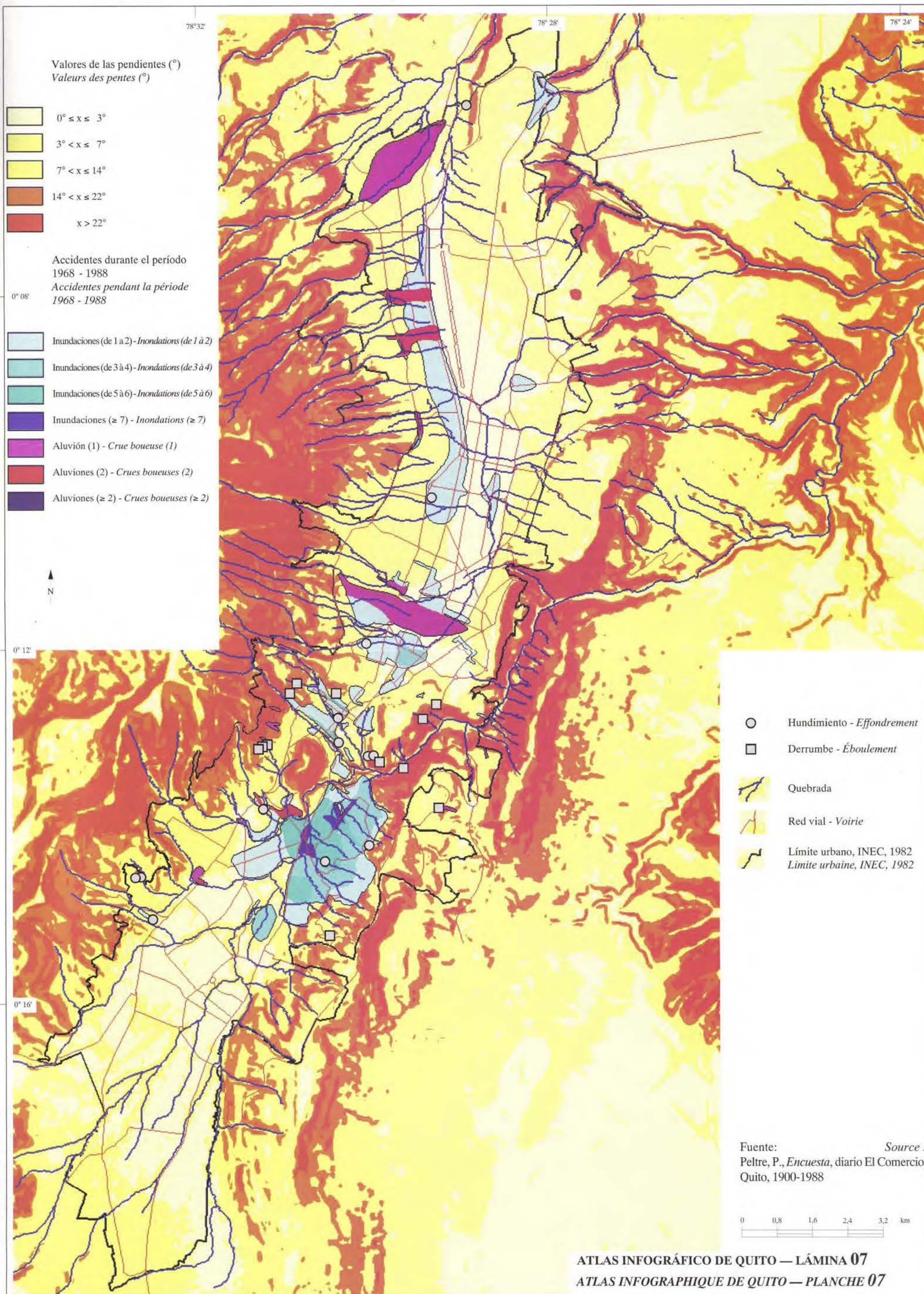
Zona construida	antes de 1900	de 1900 a 1947	de 1947 a 1986	Total*
Número de accidentes				
Inundaciones**	89	82	62	163
Aluviones	24	18	31	70
Derrumbes	56	21	38	114
Hundimientos	21	6	9	36
Total	190	127	140	383

* Sin doble conteo por zona de crecimiento

** Número de eventos pluviométricos diarios

El histograma de las frecuencias anuales de accidentes (figura 2) fue trazado a partir del archivo de los 567 focos localizados, según tres zonas sucesivas de crecimiento urbano: el núcleo histórico que existía en 1900, las zonas construidas al Norte y al Sur de este núcleo entre 1900 y 1947, y finalmente las que surgieron entre 1947 y 1986; como en el caso del cuadro II, las inundaciones fueron contadas por evento pluviométrico diario para no sobreestimarlas por su importante superficie. Los histogramas indican un desplazamiento de las frecuencias altas, a lo largo del tiempo, de la zona construida más antigua hacia la más reciente, así como un

LOS ACCIDENTES MORFOCLIMÁTICOS (PERÍODO 1947-1986)
LES ACCIDENTS MORPHOCLIMATIQUES (PERIODE 1947-1988)



maxima dans la fréquence des éboulements et crues boueuses : nombreux dans le centre colonial jusqu'en 1930, ces accidents se raréfient ensuite et disparaissent presque après 1963, alors qu'ils sont fréquents dans la zone 1900-1947 et qu'ils constituent le maximum dans celle la plus récemment urbanisée.

La cartographie des accidents dans le temps (figure 3), cette fois construite sur l'ensemble des accidents géographiquement localisés (y compris tous les foyers d'inondation), confirme cette analyse : les crues boueuses, très présentes dans le Centre Historique entre 1900 et 1967, y disparaissent ensuite en raison de travaux d'assainissement. Au cours de la période 1968-88 elles sont localisées à la périphérie de la ville, ce qui apparaît nettement au sud du Panecillo, alors qu'au nord le phénomène est moins net, masqué par la grande extension des crues boueuses. Pourtant, dès le début du siècle on note des crues boueuses au pied des grandes quebradas du Pichincha, dans des zones non urbanisées où le drainage naturel a été encore peu touché ; ces accidents, affectant des ponts, des routes ou des villages de la périphérie rurale de la ville, marquent les zones naturellement sensibles où l'urbanisation n'aurait dû être développée qu'avec des précautions de contrôle du drainage, de préférence maintenu à ciel ouvert.

3. Gravité des accidents

Tous ces événements n'ont pas été également destructeurs. Ils ont donc été affectés d'un degré de gravité en quatre catégories selon des critères simples, facilement identifiables dans les descriptions qu'en faisait le quotidien (tableau III et figure 4) :

	gravité 0	gravité 1	Total
Inondations	0	15	15
Crues boueuses	4	20	24
Effondrements	2	3	5
Éboulements	1	26	27
Total	7	64	71

-3 : gêne du trafic, dégâts légers
 -2 : dégâts matériels rapportés par le journaliste, gêne sévère du trafic
 -1 : existence de morts et blessés, dégâts matériels importants
 -0 : gravité et extension exceptionnelles

Au total, 71 accidents ont causé des dégâts importants ou très importants depuis 1900, ainsi que des morts et des blessés. Le dépouillement du fichier indique 168 morts, dont 82 sont dus aux seuls éboulements, 70 aux crues boueuses et 14 aux inondations. Mais les articles sont souvent imprécis, sous-estimant sans doute parfois le nombre des victimes, qui ne devrait cependant pas dépasser 250 depuis le début du siècle. La figure 4 indique la date des accidents les plus graves survenus (catégories 0 et 1) et leur distribution spatiale, laquelle ne change pas significativement par rapport à la carte de l'ensemble des accidents.

deslizamiento de los máximos en la frecuencia de los derrumbes y aluviones: numerosos en el centro colonial hasta 1930, tales accidentes se hacen luego más raros hasta casi desaparecer después de 1963, mientras que son frecuentes en la zona 1900-1947, y alcanzan el máximo en la más recientemente urbanizada.

La cartografía de los accidentes en el tiempo (figura 3), esta vez elaborada con el conjunto de los accidentes localizados geográficamente (incluyendo todos los focos de inundación), confirma este análisis: los aluviones, muy presentes en el Centro Histórico entre 1900 y 1967, desaparecen más tarde debido a la realización de obras de saneamiento. Durante el período 1968-1988, se localizan en la periferia de la ciudad, lo cual aparece claramente al Sur del Panecillo, mientras que al Norte el fenómeno es menos claro, ocultado por la gran extensión de los aluviones. Sin embargo, desde inicios del siglo, se observan aluviones al pie de las grandes quebradas del Pichincha, en zonas no urbanizadas en donde el drenaje natural no ha sido aún muy alterado; estos accidentes, que afectan a los puentes, a las carreteras o a pueblos de la periferia rural de la ciudad, marcan las zonas naturalmente sensibles en donde la urbanización no habría debido desarrollarse sin tomar precauciones de control del drenaje (preferentemente mantenido a cielo abierto).

3. Gravedad de los accidentes

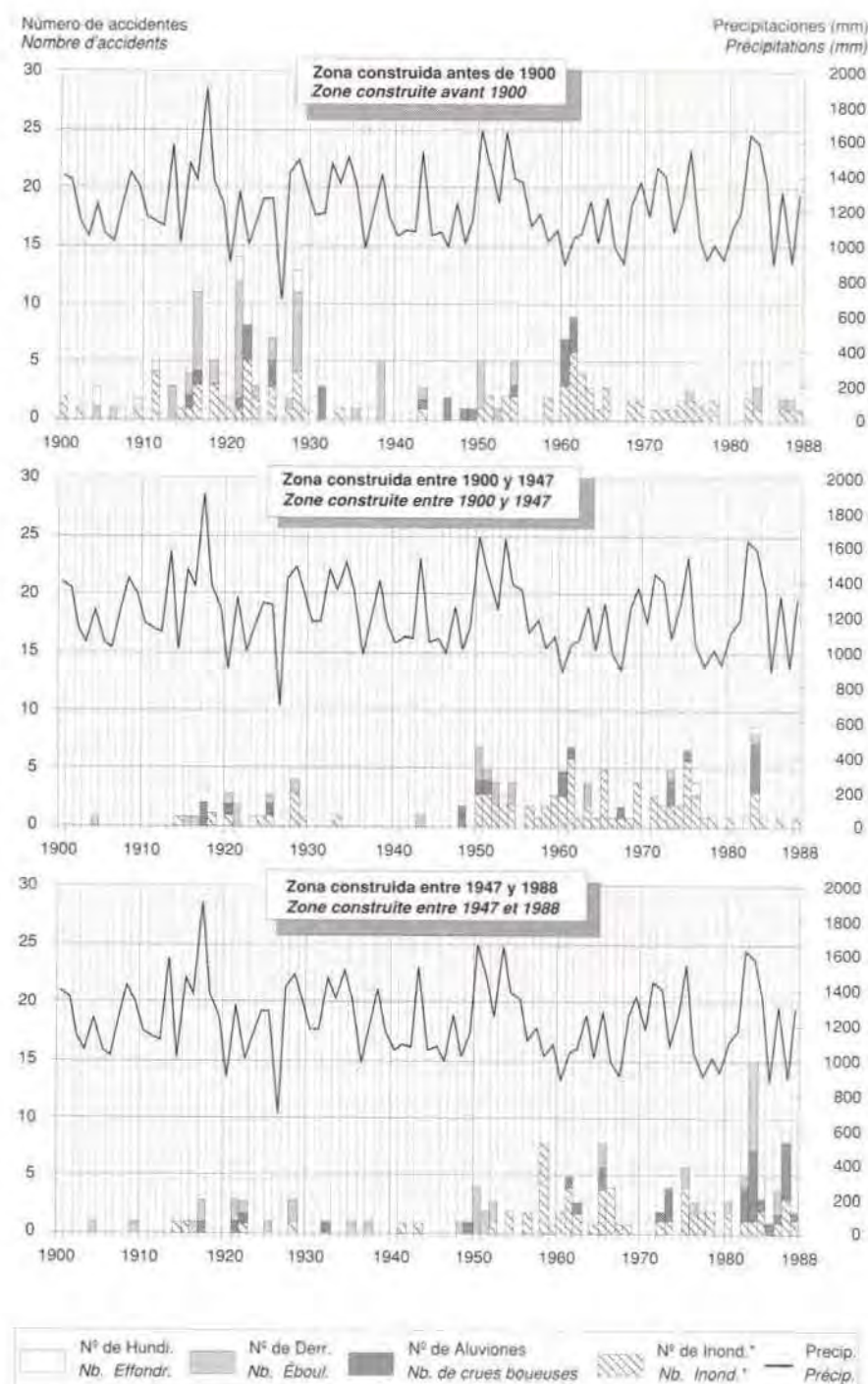
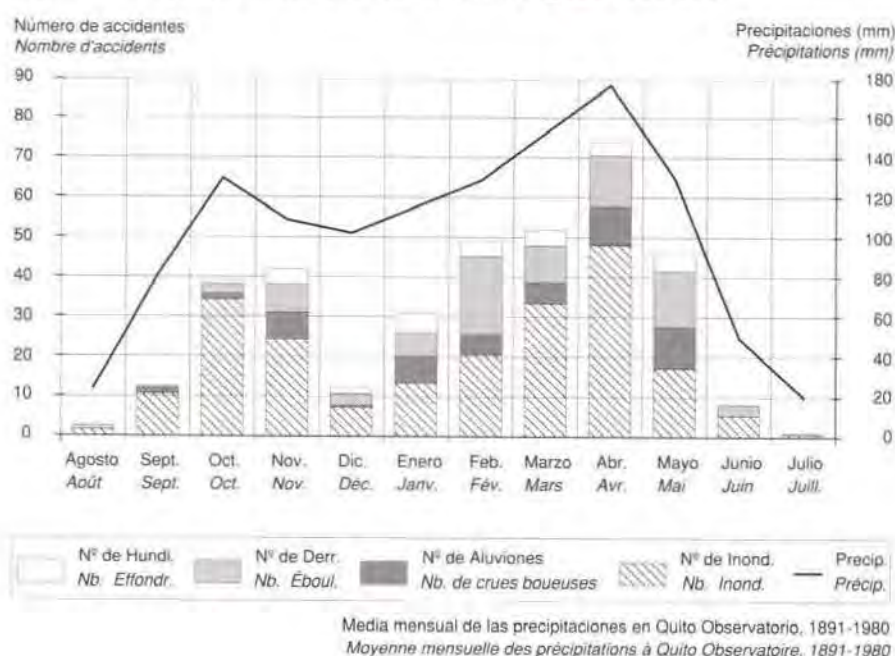
Todos estos eventos no han sido destructores en la misma medida. Se les ha asignado por lo tanto un grado de gravedad en cuatro categorías y según criterios simples, fácilmente identificables en las descripciones que de ellos hacía el diario (cuadro III y figura 4):

	gravedad 0	gravedad 1	Total
Inundaciones	0	15	15
Aluviones	4	20	24
Hundimientos	2	3	5
Derrumbes	1	26	27
Total	7	64	71

-3: estorbo al tráfico, daños menores
 -2: daños materiales reportados por la prensa, estorbo importante al tráfico
 -1: existencia de muertos y heridos, daños materiales importantes
 -0: gravedad y extensión excepcionales

En total, 71 accidentes han causado daños importantes o muy importantes desde 1900, así como muertos y heridos. Un detenido análisis del archivo indica 168 muertos, de los cuales 82 debidos a los solos derrumbes, 70 a los aluviones y 14 a las inundaciones. Pero los artículos son a menudo inexactos, en algunos casos subestiman probablemente el número de víctimas, que sin embargo no debería superar 250 desde inicios del siglo. La figura 4 indica la fecha de los accidentes más graves acaecidos (categorías 0 y 1) y su distribución espacial, la misma que no cambia significativamente con relación al mapa de todos los accidentes.

Figura 1 Frecuencia mensual de los accidentes en Quito 1900-1988
 Figure 1 Fréquence mensuelle des accidents à Quito 1900-1988



* Las inundaciones son contabilizadas por evento pluviométrico
 * Les inondations sont décomptées par événement pluviométrique

Figura 3 Análisis histórico
Figure 3 Analyse historique

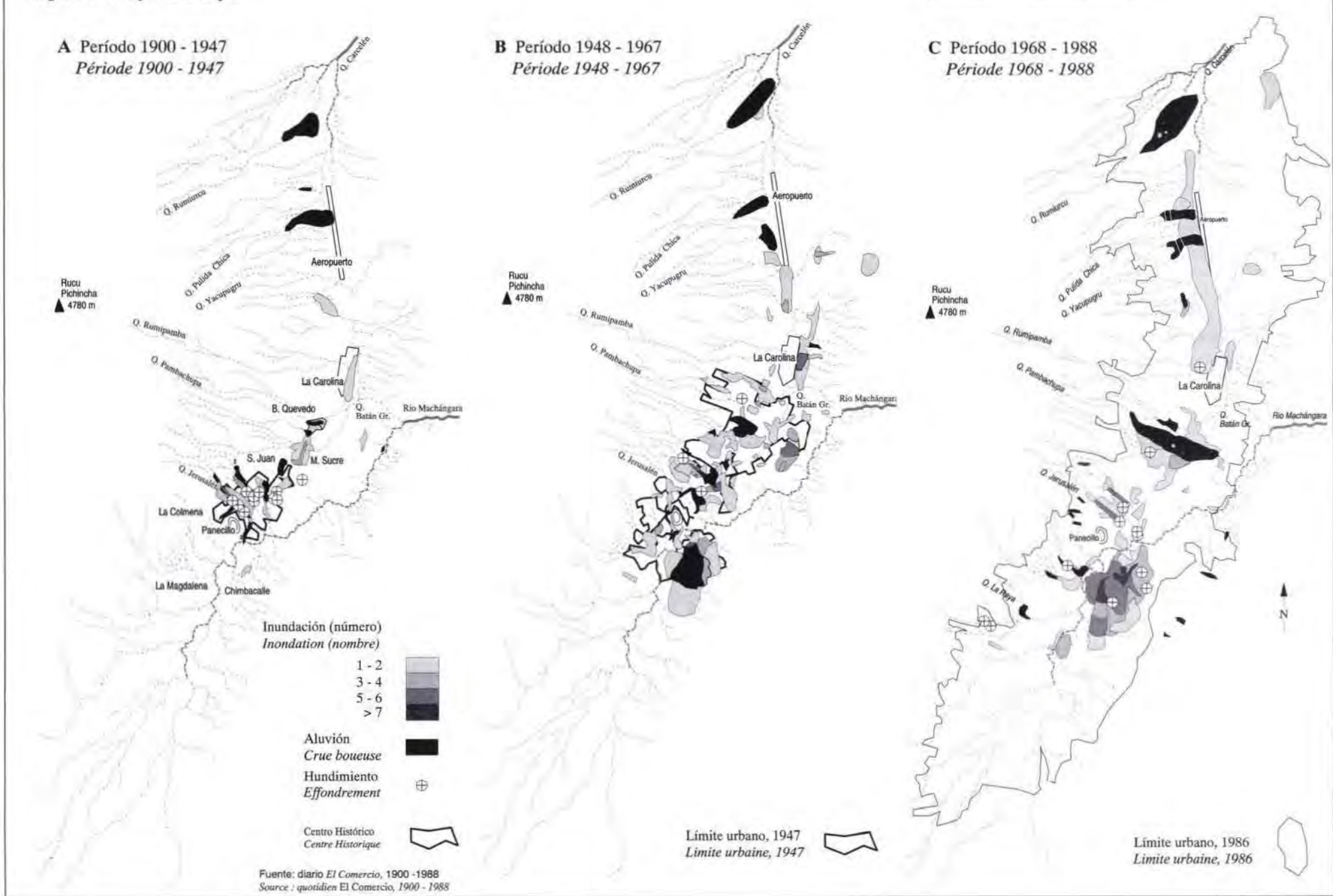
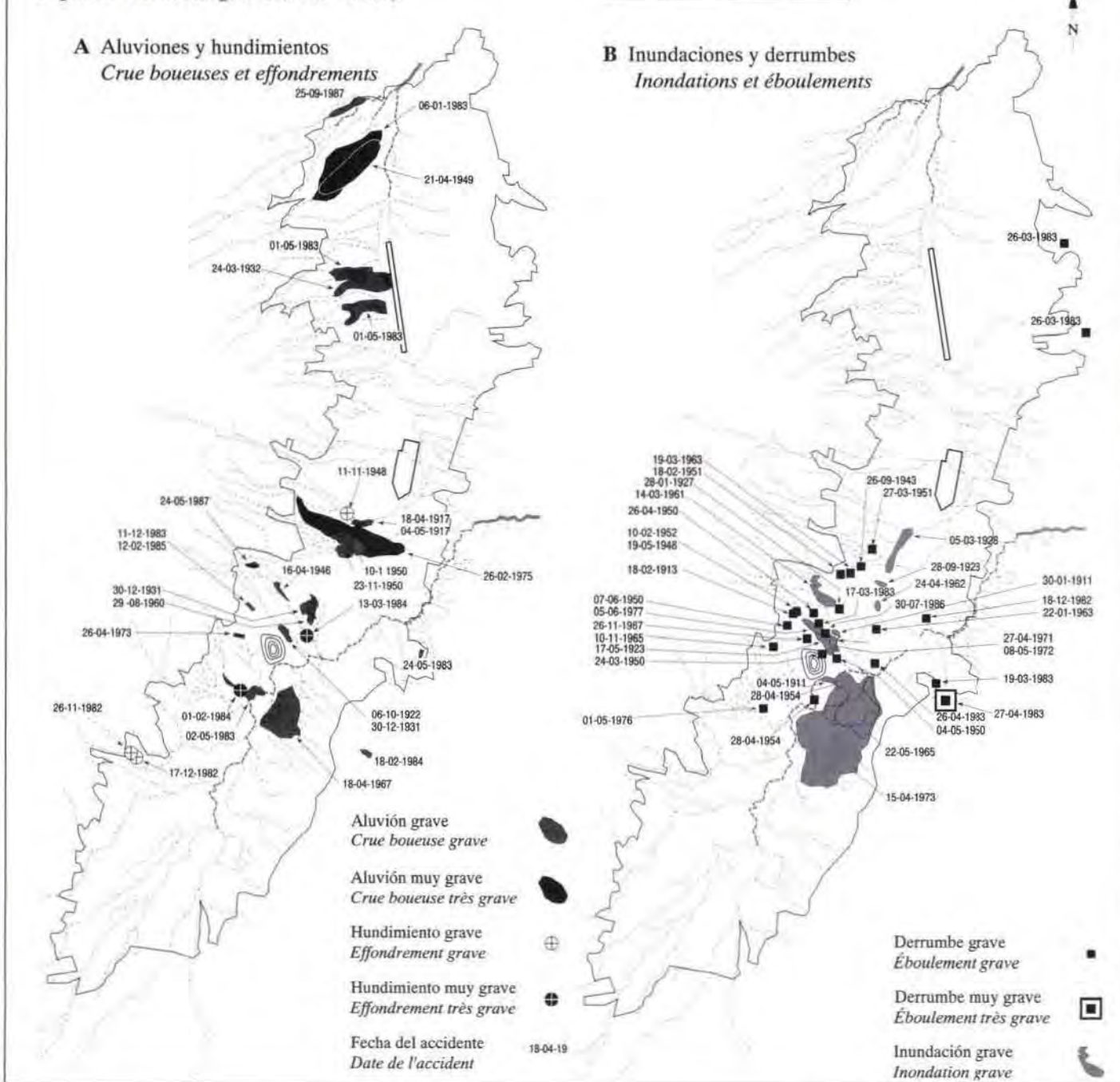


Figura 4 Accidentes graves (1900 - 1988)
Figure 4 Accidents graves (1900 - 1988)



ORIENTATION BIBLIOGRAPHIQUE ORIENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

- CDM (Camp Dresser & Mac Kee Inc. y Consult. Ass. Ecuatorianos) (1977), *Planes maestros y Estudios de Factibilidad de los sistemas de agua potable y de alcantarillado*, USAID, Quito, 17 chap., 500 p. env.
- DE NONI B. y G.; FERNÁNDEZ M. A.; PELTRE P. (1986), Accidentes climáticos y gestión de las quebradas de Quito. Análisis del « aluvión » de la Raya del 23 de enero de 1986, *Paisajes Geográficos*, Revista del CEPEIGE, 17, Quito, 1986, p. 25-44.
- DE NONI B. et G.; FERNÁNDEZ M. A.; PELTRE P. (1988), Drainage urbain et accidents climatiques à Quito (Équateur). Analyse d'un cas récent de crue boueuse., *Cahiers des Sciences Humaines*, 24 (2), ORSTOM, Paris, p. 225-249.
- ALULEMA, R.; OJEDA, F.; NOUVELOT, J.-F.; POURRUT, P. (1981), *Proyecto acuífero de Quito. Informe final 1981*, EMAP-Q / PRONAREG / INERHI / ORSTOM, Quito, ronéo.
- PELTRE P. (1989), Quebradas y riesgos naturales en Quito, período 1900-1988, *Estudios de Geografía*, Riesgos naturales en Quito (1989), volume 2, Corporación Editora Nacional / Colegio de Geógrafos, Quito, p. 45-91.
- PELTRE P. (1991), Risque morphoclimatique urbain. Quito (Équateur), période 1900-1988. À paraître dans *L'Espace Géographique*, Paris.

4. Croissance urbaine et gestion du milieu

Les problèmes majeurs du site urbain sont directement liés au remplacement du système naturel de drainage des quebradas par un réseau d'égouts, largement sous-dimensionné à l'égard des crues. Au seul point de vue géomorphologique, prétendre évacuer les débits de pointe des quebradas du Pichincha — et la charge solide qui leur est nécessairement associée — par les égouts constitue une gageure. Il est clair que la solution la plus sage aurait été d'aménager à travers la ville des écoulements à ciel ouvert, en assurant la circulation urbaine par des ponts ; mais l'urbanisation s'est faite — suivant une tradition très ancienne — en remblayant les quebradas, et la situation est maintenant irréversible, sauf à envisager un utopique remodelage de la ville déjà construite, politiquement impensable ; toutefois, cela pourrait être reconsidéré pour les extensions à venir. Cette pratique constante d'une gestion de l'espace par le remblaiement ne semble du reste pas répondre qu'à des impératifs technologiques, mais également à de vieilles peurs populaires — relevant de l'approche anthropologique — qui situent nombre de contes effrayants dans ces espaces incontrôlés que sont les quebradas.

La vieille ville connaît une certaine stabilisation depuis bientôt vingt ans, due à des travaux d'amélioration du drainage et à la meilleure protection que lui offrent maintenant les nouveaux quartiers développés à sa périphérie. Ce sont ces quartiers des auréoles récentes de la croissance urbaine — souvent pauvres — qui paient actuellement le plus lourd tribut en accidents du drainage ainsi qu'en éboulements dans les zones pentues. Il s'agit ainsi plus d'un problème de croissance urbaine mal maîtrisée, en termes d'aménagement et de gestion de l'environnement, que d'accidents d'origine morphoclimatique proprement dits au sens d'un risque « naturel ». Ce qui fait problème, c'est moins la dynamique érosive et l'alluvionnement en milieu de montagne — inévitables et qui gênaient peu en environnement rural — que la présence même de la ville sur les lieux où s'exerce cette dynamique.

Que faire ?

Il existe des solutions techniques par l'amont pour maîtriser ces accidents, ou pour le moins diminuer leur fréquence et leur gravité : l'EMA a réalisé des retenues-tampon qui permettent d'écarter les crues, ou la dérivation d'une quebrada dans une autre pourvue d'une meilleure évacuation. Globalement, ces aménagements sont trop récents pour avoir prouvé leur efficacité réelle, mais associés à des mesures de protection et de stabilisation des versants, ils devraient permettre de réduire la gravité des crues s'ils sont bien conçus. Dans le domaine de la stabilisation des versants, il faut noter que l'herbe est tout aussi protectrice vis à vis de l'érosion par ruissellement, sinon plus protectrice même, que les forêts d'eucalyptus qui peuplent en partie les versants du Pichincha ; le débat mené à Quito sur la « forêt protectrice du Pichincha » doit donc être pris au sens large d'une indispensable limitation de l'urbanisation des versants, plus que d'un reboisement proprement dit, qui ne s'impose pas nécessairement, sous réserve du maintien du paramo.

Jusqu'à ces dernières années, le réseau d'égouts était construit par l'EMA pour n'absorber que les crues de fréquence d'occurrence de 5 ans. Des travaux progressifs d'amélioration des collecteurs se trouvant le plus souvent en surcharge, qui porteraient leur capacité à l'évacuation de la crue décennale, ou mieux, de fréquence d'occurrence de 20 ans, supprimeraient sans doute la quasi-totalité des petites crues boueuses et des inondations dans les secteurs concernés. Dans tous les cas il faut absolument cesser de remblayer les quebradas, pratique qui reste très active dans tous les nouveaux lotissements, et qui ne peut qu'amplifier les problèmes d'insuffisance du drainage dans le futur.

En ce qui concerne les accidents graves, les solutions sont plus difficiles à élaborer ; si l'on peut imaginer de détourner à ciel ouvert la quebrada Rumiurcu dans la quebrada Singuna (idée de l'ingénieur J. Carcelén [Quito], communication orale), il est par contre difficile de proposer des mesures qui auraient évité l'accident de la Gasca de 1975 ; on ne peut que proposer dans ce cas des mesures de stabilisation des versants et du lit de la quebrada, dans l'espoir de diminuer la puissance et la gravité de la crue. Ce type d'accident grave constitue un risque de fréquence d'occurrence rare, contre lequel il n'y a guère de protection complètement efficace, et avec lequel il faut vivre.

Les effondrements de chaussée peuvent être limités à long terme en soignant la qualité de construction des collecteurs chaque fois que des réparations sont nécessaires, de façon à leur donner une résistance suffisante à la pression atteinte lors des crues, valeur aisément calculée en fonction de la dénivellée du collecteur. Quant aux éboulements, ils relèvent de règlements d'urbanisme adéquats : limitation de l'urbanisation des pentes très fortes et application de normes de construction adaptées au risque sismique et aux éboulements dans ces secteurs, en portant une attention toute particulière aux travaux de drainage des talus qu'impose l'urbanisation des versants.

La question essentielle en matière d'aménagement est de choisir pour quelle période de retour des pluies de fréquence rare il convient de dimensionner les ouvrages, en comparant le coût croissant des investissements de protection avec celui des dégâts provoqués par les accidents, ainsi qu'avec leur coût social. Elle est également, et peut-être surtout, de savoir contrôler les lieux où s'exerce la croissance urbaine, et d'éviter que ne soient bâtis les sites les plus dangereux.

Ce qui reste surprenant, c'est à quel point les séries d'accidents sont vite oubliées : si l'hiver 1982-83 a laissé un très vif souvenir cinq ans plus tard, des années noires comme 1950, 1958 ou 1961, qui furent presque aussi graves, semblent avoir disparu de la mémoire collective, et il faut les exhumer des archives de presse pour en mesurer l'ampleur. Sans doute l'extension limitée des accidents dans l'espace les cantonne-t-elle au rang de fait divers sans portée réellement menaçante ; peut-être aussi la disponibilité d'un espace urbain homogène, sans morcellement ni subsistance des espaces incontrôlés qu'étaient les quebradas, vaut-elle dans l'esprit des Quitoëniens quelques inconvénients, même sérieux à l'occasion.

4. Crecimiento urbano y manejo del entorno

Los problemas mayores del sitio urbano están ligados directamente al reemplazo del sistema natural de drenaje de las quebradas por una red de alcantarillado, ampliamente subdimensionada con relación a las crecidas. Desde el solo punto de vista geomorfológico, pretender evacuar, por las alcantarillas, los caudales pico de las quebradas del Pichincha — y la carga sólida necesariamente asociada a ellos — es un imposible. Está claro que la solución más sabia habría sido acondicionar a través de la ciudad flujos a cielo abierto, garantizando la circulación urbana mediante puentes, pero la urbanización se ha realizado — siguiendo una muy antigua tradición — rellenando las quebradas, siendo ahora la situación irreversible, salvo si se considerara una utópica remodelación de la ciudad ya construida, políticamente impensable; sin embargo, esto podría tenerse en cuenta para las extensiones venideras. Esta práctica constante de un manejo del espacio por relleno no parece por cierto responder solamente a imperativos tecnológicos, sino también a antiguos temores populares — que son más tema de un enfoque antropológico — que sitúan numerosos cuentos de miedo en estos espacios incontrolados que son las quebradas.

La ciudad antigua experimenta una cierta estabilización desde hace casi veinte años, debida a trabajos de mejoramiento del drenaje y a una mejor protección que le proporcionan ahora los nuevos barrios desarrollados en su periferia. Son estos barrios de las aureolas recientes del crecimiento urbano — a menudo pobres — los que pagan actualmente el más pesado tributo en accidentes de drenaje así como en derrumbes en las zonas empinadas. Así, se trata más de un problema de crecimiento urbano mal controlado, en términos de acondicionamiento y de manejo del entorno, que de accidentes de origen morfoclimático propiamente dichos en el sentido de un riesgo « natural ». Lo que plantea problemas, no es tanto la dinámica erosiva y la sedimentación en medio montañoso — inevitables y con efectos poco perturbadores en el medio rural — como la presencia misma de la ciudad en los lugares en que se ejerce esa dinámica.

Que hacer?

Existen soluciones técnicas por la parte aguas arriba para controlar estos accidentes, o por lo menos para disminuir su frecuencia y su gravedad: la EMA ha realizado embalses que permiten descender las crecidas, o desviar una quebrada hacia otra provista de una mejor capacidad de evacuación. Globalmente, estas obras son aún demasiado recientes como para haber probado su eficacia real, pero si son bien concebidas y asociadas a medidas de protección y de estabilización de las vertientes, deberían permitir reducir la gravedad de las crecidas. En el campo de la estabilización de las vertientes, hay que señalar que la hierba es tan o incluso más protectora frente a la erosión por escurrimiento que los bosques de eucalyptos que pueblan en parte las vertientes del Pichincha; el debate sobre el Bosque Protector del Pichincha debe entonces ser tomado en el amplio sentido de una indispensable limitación de la urbanización de las vertientes, más que en el de una reforestación propiamente dicha, que no necesariamente se impone, a condición de que se mantenga el páramo.

Hasta estos últimos años, la red de alcantarillado era construida por la EMA para no absorber sino las crecidas de frecuencia de ocurrencia de 5 años. Trabajos progresivos de mejoramiento de los colectores que se encuentran a menudo sobrecargados, tendientes a elevar su capacidad de evacuación a la crecida decenal, o mejor aún a la de frecuencia de ocurrencia de 20 años, suprimirían probablemente la casi totalidad de los pequeños aluviones y de las inundaciones en los sectores en cuestión. En todo caso, es absolutamente necesario dejar de rellenar las quebradas, práctica que sigue siendo muy activa en todas las nuevas urbanizaciones y que no puede sino amplificar los problemas de insuficiencia de drenaje en el futuro.

En lo que respecta a los accidentes graves, las soluciones son más difíciles de elaborar: si bien se puede imaginar el desvío a cielo abierto de la quebrada Rumiurcu hacia la quebrada Singuna (idea del Ingeniero Julio Carcelén [Quito], comunicación oral), es en cambio difícil proponer medidas que habrían evitado el accidente de la Gasca de 1975; no se puede sino sugerir en este caso medidas de estabilización de las vertientes, y del lecho de la quebrada, con la esperanza de disminuir la potencia y la gravedad de las crecidas. Este tipo de accidente grave constituye un riesgo de frecuencia rara de ocurrencia, contra el cual no existe una protección completamente eficaz, y con el que se debe convivir.

Los hundimientos de calzada pueden ser limitados a largo plazo cuidando la calidad de construcción de los colectores cada vez que son necesarias reparaciones, de manera que se les confiera una resistencia suficiente a la presión alcanzada al producirse las crecidas, valor fácilmente calculable en función del desnivel del colector. En cuanto a los derrumbes, su control depende de reglamentos de urbanismo adecuados: limitación de la urbanización en las pendientes muy fuertes y aplicación de normas de construcción adaptadas al riesgo sísmico y a los derrumbes en esos sectores, poniendo un énfasis particular en los trabajos de drenaje de los taludes que requiere la urbanización de las vertientes.

El asunto esencial en materia de acondicionamiento es escoger el período de retorno de las lluvias de rara frecuencia para el que se deben dimensionar las obras, comparando el monto creciente de las inversiones de protección con el costo de los daños provocados por los accidentes, así como con el costo social de los mismos. Consiste también, y sobre todo, en saber controlar los lugares en que se desarrolla el crecimiento urbano, y en evitar que se construya en los sitios más peligrosos.

Lo que sigue siendo sorprendente es a qué punto las series de accidentes son rápidamente olvidadas: si bien del invierno de 1982-1983 se tiene un vivo recuerdo cinco años más tarde, años negros como 1950, 1958 o 1962 que fueron casi tan graves parecen haber desaparecido de la memoria colectiva, y es preciso exhumarlos de los archivos de prensa para medir su amplitud. Probablemente la reducida extensión espacial de los accidentes los relega al rango de sucesos varios sin un alcance realmente amenazante; además, para los quiteños es tal vez importante disponer de un espacio urbano homogéneo, sin fragmentación y sin la subsistencia de espacios incontrolados como lo eran las quebradas, aunque ello presente algunos inconvenientes, incluso serios si llega el caso.